

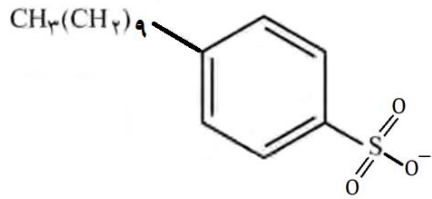
هرگاه تو را بر خدای سبحان نیازی است در آغاز بر رسول خدا (ص) درود فرست، سپس حاجت خود بخواه که خدا بزرگوارتر از آن است که بدو دو حاجت برسد، یکی را برآرد و دیگری را بازدارد.

حضرت علی (ع)

### سوال ها به همراه پاسخ تشریحی و ارائه راهکار در حل مسئله ها

اسیدهای چرب، چربی ها و پاک کننده ها	
۱	<p>چند مورد از مطالب زیر درست است؟ <b>کنکور تجربی دی ماه ۱۴۰۱</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• اضافه کردن جوش شیرین به شوینده می تواند باعث افزایش قدرت پاک کنندگی آن شود.</li> <li>• عسل، اوره و اتیلن گلیکول، از طریق جاذبه های بین مولکولی مشابه، در آب حل می شوند.</li> <li>• «ایجاد کف» یکی از شواهد عینی تعیین عملکرد صابون در پاک کنندگی آلاینده های موجود در محیط است.</li> <li>• مهم ترین تفاوت صابون و پاک کننده های غیرصابونی، بخش قطبی تشکیل دهنده بار منفی در ساختار آن ها است.</li> </ul> <p>۴ (۱)      ۳ (۲)      ۲ (۳)      ۱ (۴)</p> <p><b>پاسخ طبق کلید سازمان سنجش گزینه ۲</b></p> <p><b>بررسی گزینه ها</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• جوش شیرین <math>\text{NaHCO}_3</math>، در محلول آبکافت شده و سدیم هیدروکسید که یک باز قوی است تولید می کند. به همین دلیل محلول جوش شیرین در آب خاصیت بازی دارد و موجب افزایش قدرت پاک کنندگی چربی ها می شود. (درست)</li> <li>• هر سه ترکیب با آب پیوند هیدروژنی می دهند. (درست)</li> <li>• صابون هایی که قدرت پاک کنندگی خود را در آب حفظ می کنند، کف فراوان تولید می کنند. (درست)</li> <li>• در کتاب درسی لیستی از شباهت ها و تفاوت های پاک کننده های صابونی و غیر صابونی را تهیه می کنیم و جایی گفته نشده که مهم ترین تفاوت این دو چیست؟! (جمله مبهم است!)</li> </ul>
۲	<p>کدام مطلب، درست است؟ <b>کنکور ریاضی دی ماه ۱۴۰۱</b></p> <p>(۱) پاک کننده های غیرصابونی، ترکیب های سیر شده به شمار می آیند.</p> <p>(۲) صابون های فسفات دار، قدرت ضد عفونی کنندگی بیشتری در مقایسه با صابون های معمولی دارند.</p> <p>(۳) قدرت پاک کنندگی صابون، به میزان توانایی آن در انجام واکنش شیمیایی با آلاینده های موجود در محیط بستگی دارد.</p> <p>(۴) شوینده های خورنده، واکنش دهنده های نامحلول را به فرآورده های محلول در آب تبدیل می کنند.</p> <p><b>پاسخ گزینه ۴</b></p> <p><b>بررسی گزینه ها</b></p> <p>(۱) حلقه بنزنی در پاک کننده های غیر صابونی سیر نشده است. (نادرست)</p> <p>(۲) ترکیب های فسفات برای جلوگیری از رسوب کردن صابون در آب سخت به آن افزوده می شود. (نادرست)</p> <p>(۳) صابون ها با آلاینده ها برهم کنش دارند و واکنش شیمیایی انجام نمی دهند. (نادرست)</p> <p>(۴) (درست)</p>
۳	<p>درباره یک پاک کننده غیر صابونی، چند مورد از مطالب زیر، درست است؟ <b>کنکور ریاضی ۱۴۰۱</b></p> <p>(<math>\text{H} = 1, \text{C} = 12, \text{O} = 16, \text{Na} = 23, \text{S} = 32 \text{ g.mol}^{-1}</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• همه اتم های آن، با پیوند کووالانسی به یکدیگر متصل اند.</li> <li>• در صنعت، با واکنش های پیچیده ای، از مواد پتروشیمیایی تولید می شود.</li> <li>• عدد اکسایش اتم گوگرد در آن، با عدد اکسایش اتم گوگرد در هیدروژن سولفید، برابر است.</li> <li>• به صورت سنتی در شهر مراغه تولید می شود و به دلیل خاصیت بازی، برای موهای چرب مناسب است.</li> <li>• اگر گروه آلکیل متصل به حلقه بنزنی در آن، دارای ۱۰ اتم کربن باشد جرم مولی آن برابر ۳۲۲ گرم خواهد بود.</li> </ul> <p>۱ (دو)      ۲ (سه)      ۳ (چهار)      ۴ (پنج)</p> <p><b>پاسخ گزینه ۱</b></p>

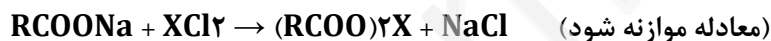
### بررسی گزینه ها



- فرمول پاک کننده های غیر صابونی  $R - C_6H_4 - SO_3^- Na^+$  است. مشاهده می کنیم بین کاتیون  $Na^+$  و بخش آنیونی  $SO_3^-$ ، پیوند یونی برقرار است. (نادرست)
- (درست)
- در هیدروژن سولفید  $H_2S$ ، عدد اکسایش اتم گوگرد (-۲) می باشد. در حالی که در صابون غیر سنتزی عدد اکسایش گوگرد، (+۴) است. (نادرست)
- (نادرست)
- اگر گروه آلکیل (R-) ۱۰ کربنه باشد، فرمول صابون سنتزی  $C_{10}H_{21} - C_6H_4 - SO_3^- Na^+$  است و جرم مولی آن ۳۲۰ گرم خواهد بود. (درست)

۴

غلظت یون های کلسیم و منیزیم ( $X^{2+}$ ) در یک نمونه آب سخت به ترتیب ۰/۰۰۲۵ مولار و ۲۶۴ ppm است. اگر ۲۷ گرم صابون جامد با جرم مولی  $300 \text{ g.mol}^{-1}$  به ۲/۵ لیتر از آن این نمونه آب اضافه شود، چند درصد از صابون خاصیت پاک کنندگی خود را از دست می دهد و با توجه به اینکه نرم کننده های آب سخت، این یون ها را با یون  $Na^+(aq)$  مبادله می کنند، به تقریب چند گرم  $Na^+(aq)$  در این فرآیند لازم است؟ (جرم هر میلی لیتر از این نمونه آب، یک گرم در نظر گرفته شود) ( $Na = 23, Mg = 24 \text{ g.mol}^{-1}$ ) **کنکور ریاضی ۱۴۰۱**



### پاسخ گزینه ۲

۰/۷۸، ۲۵ (۴)

۱/۵۵، ۲۵ (۳)

۱/۵۵، ۷۵ (۲)

۰/۷۸، ۷۵ (۱)

### راهکار قسمت نخست سوال

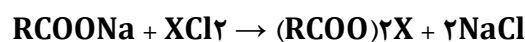
مسئله را با روش های متفاوتی می توان حل کرد. روشی که در این جا ارائه می شود به این صورت است: برای یون کلسیم غلظت مولار داده شده است و برای یون منیزیم، غلظت بر حسب ppm ابتدا غلظت یون  $Mg^{2+}$  را به غلظت مولار تبدیل می کنیم تا غلظت هر دو یون را به مولار داشته باشیم. از جمع غلظت یون های  $Ca^{2+}$  و  $Mg^{2+}$ ، مولاریته کل یون ها ( $X^{2+}$ ) را در محلول به دست می آوریم و سپس، با استفاده از معادله موازنه شده و استوکیومتری واکنش، جرم صابون مصرف شده را تعیین می کنیم. با تعیین جرم صابون مصرف شده و صابون اولیه، درصد صابون مصرف شده به دست می آید.

### راه حل قسمت نخست سوال

غلظت یون  $Mg^{2+}$  برابر با ۲۶۴ ppm می باشد که معادل است با  $264 \text{ mg.L}^{-1}$  یا  $0.264 \text{ g.L}^{-1}$  یون منیزیم در محلول. چون حجم نمونه آب ۲/۵ L است، غلظت یون منیزیم را در ۲/۵ لیتر آب تعیین می کنیم.

$$\text{در } 2/5 \text{ L آب } \times \frac{0.264 \text{ g } Mg^{2+}}{1 \text{ L آب}} = 0.66 \text{ g آب } \times \frac{2}{5}$$

با داشتن جرم یون  $Mg^{2+}$  و حجم نمونه آب، مولاریته یون  $Mg^{2+}$  را در محلول به دست می آوریم.



$$C_M (\text{مولاریته محلول}) = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{حجم محلول (L)}} \rightarrow C_M = \frac{\text{جرم داده شده}}{\text{جرم مولی}} \rightarrow C_M = \frac{0.66 \text{ g } Mg^{2+}}{24 \text{ g.mol}^{-1}} \rightarrow C_M = 1/1 \times 10^{-2} \text{ مولار آب } 2.5 \text{ L}$$

مولاریته کل هر دو یون  $\text{Ca}^{2+}$  و  $\text{Mg}^{2+}$ ، در نمونه آب برابر است با جمع مولاریته هر یک از یون ها

$$C_{M(\text{کل})} = 0.0025 + 1/1 \times 10^{-2} = 1/35 \times 10^{-2} \text{ مولار}$$

محاسبه جرم صابون در واکنش با یون های  $\text{Ca}^{2+}$  و  $\text{Mg}^{2+}$

$$\text{صابون } 20.25 \text{ g} = \frac{300 \text{ g صابون}}{1 \text{ mol صابون}} \times \frac{2 \text{ mol صابون}}{1 \text{ mol } X^{2+}} \times \frac{1.35 \times 10^{-2} \text{ mol یون}}{1 \text{ L آب}} \times 2/5 \text{ L آب}$$

محاسبه درصد صابون که در واکنش شرکت کرده است.

$$\%75 = \frac{20.25 \text{ g صابون}}{27 \text{ g صابون}} \times 100 = \text{درصد صابون که در واکنش شرکت کرده}$$

**راهکار قسمت دوم سوال** بر اساس رابطه زیر، چون کاتیون  $X^{2+}$ ، دو بار مثبت، و کاتیون  $\text{Na}^+$ ، یک بار مثبت دارد، به ازای

یک مول صابون کلسیم یا منیزیم، دو مول یون  $\text{Na}^+(\text{aq})$  برای جایگزینی نیاز است.

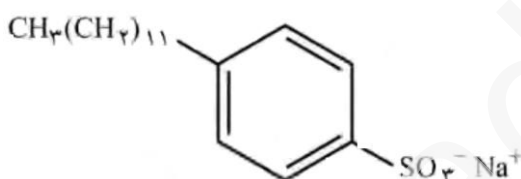


محاسبات با توجه به این رابطه انجام می گیرد.

**راه حل قسمت دوم سوال**

$$1/55 \text{ g Na}^+(\text{aq}) = \frac{23 \text{ g Na}^+}{1 \text{ mol Na}^+} \times \frac{1 \text{ mol Na}^+}{1 \text{ mol صابون}} \times \frac{1 \text{ mol صابون}}{300 \text{ g صابون}} \times 20.25 \text{ g صابون}$$

اگر به جای بخش یونی ترکیبی با فرمول زیر اتم هیدروژن جایگزین شود، ترکیبی به دست می آید که:



( $\text{H} = 1$ ,  $\text{C} = 12$ ,  $\text{O} = 16$ :  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) **کنکور تجربی خارج کشور ۱۴۰۱**

(۱) جرم مولی آن، ۴/۱ برابر جرم مولی متیل متانوات است.

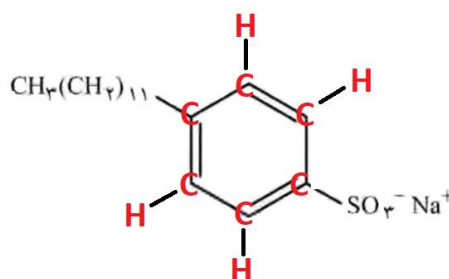
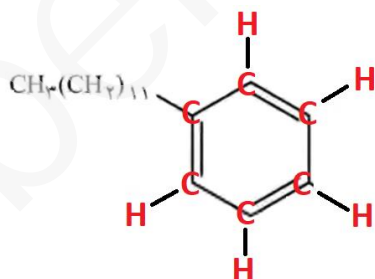
(۲) قابلیت سوختن آن در هوا در مقایسه با ترکیب نخست، کاهش می یابد.

(۳) جرم مولی آن با جرم مولی آلکینی با فرمول:  $\text{C} \equiv \text{C}_{13}\text{H}_{27}$  برابر است.

(۴) انحلال پذیری آن در آب و حلال های قطبی در مقایسه با ترکیب نخست، افزایش می یابد.

**پاسخ گزینه ۱**

**راهکار** ساختار مولکولی ترکیب را در هر دو حالت (با بخش یونی و با جانشین شدن هیدروژن کامل می کنیم).



**بررسی گزینه ها**

(۱) فرمول مولکولی ترکیب بعد از جایگزین شدن اتم هیدروژن شدن (شکل سمت چپ)،  $\text{C}_{18}\text{H}_{30}$  می باشد که جرم مولی آن

$246 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  است. متیل متانوات دارای فرمول مولکولی  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ، جرم مولی  $48 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  دارد. نسبت جرم مولی

$$\frac{246}{60} = 4/1 \text{ است. (درست)}$$

<p>۲) با جانشین شدن هیدروژن به جای بخش یونی، یک هیدروکربن آروماتیک به دست می آید که قابلیت سوختن بیشتری از ترکیب اولیه (صابون سنتزی) دارد. (نادرست)</p> <p>۳) جرم مولی آلکین داده شده <math>250 \text{ g.mol}^{-1}</math> است. (نادرست)</p> <p>۴) با جانشین شدن هیدروژن به جای بخش یونی، یک هیدروکربن آروماتیک به دست می آید که ناقطبی بوده و در آب و حلال های قطبی نامحلول است. (نادرست)</p>	<p>۶ شکل های زیر، مدل فضا پرکن سه ترکیب آلی را نشان می دهد. کدام موارد از مطالب زیر، درباره آنها درست است؟</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>الف - b و c هر دو از اجزای سازنده چربی اند. ب - a و c هم در چربی و هم در آب حل می شوند. پ - از هر یک از ترکیبات a و b می توان c را به دست آورد. ت - مخلوط b با آب با اضافه کردن c به یک کلوئید تبدیل می شود.</p> <p>ث - a نمایانگر یک کربوکسیلیک اسید با زنجیر بلند کربنی و c یک پاک کننده غیر صابونی است. کنکور تجربی ۱۴۰۱</p> <p>۱) الف - ب - ث (۲) الف - ت (۳) پ - ت - ث (۴) پ - ت</p> <p><b>راهکار</b> شکل (a) مولکول اسید چرب را نشان می دهد. شکل (b) مربوط به مولکول چربی است، و شکل (c) ساختار صابون را نمایش می دهد.</p> <p><b>بررسی گزینه ها</b></p> <p>الف - (c) ساختار صابون را نمایش می دهد که از دو سر آبدوست و آبگریز تشکیل شده است. چنین ساختاری در مولکول چربی وجود ندارد. (نادرست)</p> <p>ب - (a) اسید چرب، کربوکسیلیک اسیدی که زنجیر هیدروکربنی بلند دارد می باشد و در آب نامحلول است. (نادرست)</p> <p>نکته: اسیدهای چرب همانند سایر ترکیب های آلی اکسیژن دار یک عاملی، حداکثر تا ۵ کربنه در آب حل می شوند.</p> <p>پ - صابون را می توان از آبکافت چربی ها و همچنین از اسیدهای چرب تولید کرد. (درست)</p> <p>ت - صابون با چربی ها در آب یک کلوئید تشکیل می دهند. (درست)</p> <p>ث - (c) یک پاک کننده صابونی است. (نادرست)</p>
<p>۷ کدام موارد از مطالب زیر درست است؟ <b>کنکور ریاضی خارج کشور ۱۴۰۱</b></p> <p>الف) <math>(\text{RCOO})_2\text{Mg}</math>، بر خلاف صابون جامد و صابون مایع در آب نامحلول است. ب) <math>\text{RCOONa}</math> در آب سخت حل نمی شود و در آن، قدرت پاک کنندگی ندارد. پ) آب سخت به آبی گفته می شود که در آن، یون های کلسیم یا پتاسیم یا منیزیم وجود دارد. ت) بین مولکول های چربی و سر ناقطبی مولکول صابون در محیط آبی، نیروی جاذبه به وجود می آید.</p> <p>۱) الف، ت (۲) الف، پ (۳) پ، ب (۴) ب، ت</p> <p><b>بررسی گزینه ها</b></p> <p>الف) صابون منیزیم و کلسیم، بر خلاف صابون سدیم، پتاسیم یا آمونیوم در آب نامحلول اند. (درست)</p> <p>ب) <math>\text{RCOONa}</math> در آب سخت حل می شود، اما، یون های کلسیم و منیزیم جانشین یون های سدیم می شوند و صابون نامحلول در آب می سازند. (نادرست)</p>	

	<p>پ) آب سخت، به آبی گفته می شود که در آن یون های کلسیم، منیزیم و آهن وجود دارد. (نادرست) ت) (درست)</p>
<p>۸</p>	<p>در اثر سوختن کامل ۸۹ گرم از یک نوع چربی (<math>C_xH_yO_6</math>) مطابق واکنش زیر، به ترتیب از راست به چپ چند لیتر اکسیژن مصرف و چند مول گاز <math>CO_2</math> تولید می شود؟ (حجم مولی گازها در شرایط آزمایش برابر ۲۵L فرض شود؛ (<math>H = 1, C = 12, O = 16 : g.mol^{-1}</math>) <b>کنکور تجربی خارج کشور ۹۹</b>)</p> <p>(موازنه معادله واکنش کامل شود.) <math>m C_xH_yO_6 + 163O_2(g) \rightarrow 114CO_2(g) + 110H_2O(g)</math></p> <p>(۱) ۵/۷ ، ۳۰۲/۷۵ (۲) ۷/۵ ، ۳۰۲/۷۵ (۳) ۵/۷ ، ۲۰۳/۷۵ (۴) ۷/۵ ، ۲۰۳/۷۵</p> <p><b>پاسخ گزینه ۳</b></p> <p><b>راهکار</b> با استفاده از تعداد اتم های اکسیژن در دو سمت واکنش، مقدار <math>m</math> به دست می آید، تا معادله واکنش را به صورت موازنه شده داشته باشیم. سپس، محاسبات استوکیومتری در هر دو قسمت سوال بر اساس معادله موازنه شده واکنش انجام می گیرد.</p> <p><b>راه حل</b></p> <p>معادله موازنه شده واکنش <math>2C_xH_yO_6 + 163O_2(g) \rightarrow 114CO_2(g) + 110H_2O(g)</math></p> <p>محاسبه حجم گاز اکسیژن مصرف شده</p> $89 g \text{ چربی} \times \frac{1 \text{ mol چربی}}{890 g \text{ چربی}} \times \frac{163 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol چربی}} \times \frac{25 L O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 203/75 L O_2$ <p>محاسبه مول های <math>CO_2</math> تولید شده</p> $89 g \text{ چربی} \times \frac{1 \text{ mol چربی}}{890 g \text{ چربی}} \times \frac{114 \text{ mol } CO_2}{2 \text{ mol چربی}} = 5/7 \text{ mol } CO_2$
<p>۹</p>	<p>جرم مشخصی از اسید چرب با ۷۵ گرم باز <math>MOH</math> با خلوص ۶۷٪ جرمی و جرم مولی ۴۰ گرم واکنش می دهد. آب تشکیل شده می تواند ۴/۸ میلی لیتر از یک محلول را به ۲۵٪ غلظت اولیه آن برساند. به تقریب چند درصد از <math>MOH</math> خالص در واکنش شرکت کرده است و اگر باقی مانده <math>MOH</math> خالص بتواند ۵۰۰ میلی لیتر محلول <math>HCl</math> را به طور کامل خنثی کند، غلظت محلول اسید به تقریب چند گرم بر لیتر است؟ <b>کنکور ریاضی ۹۹</b></p> <p><math>RCOOH(s) + MOH(aq) \rightarrow RCOOM(aq) + H_2O(l)</math></p> <p>(<math>H = 1, O = 16, Cl = 35/5 : g.mol^{-1}</math>) جرم (g) و حجم (mL) آب تولید شده را برابر در نظر بگیرید.)</p> <p>(۱) ۳۳ ، ۶۴ (۲) ۲۳ ، ۶۴ (۳) ۳۳ ، ۳۶ (۴) ۲۳ ، ۳۶</p> <p><b>پاسخ گزینه ۱</b></p> <p><b>راهکار قسمت نخست سوال</b> از استوکیومتری واکنش بین <math>MOH</math> و <math>H_2O</math> استفاده کرده و جرم <math>H_2O</math> را که انتظار داریم در واکنش تولید شود، حساب می کنیم. جرم به دست آمده مقدار نظری آب تولید شده در واکنش است. با توجه به این که مقدار آب تولید شده می تواند غلظت یک محلول را به ۲۵٪ غلظت اولیه آن برساند، با استفاده از فرمول رقیق سازی محلول ها حجم آب تولید شده در واکنش را حساب می کنیم. (طبق داده های سوال، جرم و حجم آب برابرند، پس جرم آب به دست آمده با حجم آن برابر می باشند.) جرم آب به دست آمده در این مرحله مقدار عملی آب تولید شده است. در انتها با استفاده از فرمول بازده درصدی واکنش، درصد <math>MOH</math> که در واکنش شرکت کرده به دست می آید.</p> <p><b>راه حل قسمت نخست</b></p> <p>محاسبه مقدار نظری آب تولید شده</p> <p><math>RCOOH(s) + MOH(aq) \rightarrow RCOOM(aq) + H_2O(l)</math></p>

$$\text{مقدار نظری } H_2O = 75 \text{ g } MOH \times \frac{67}{100} \times \frac{1 \text{ mol } MOH}{40 \text{ g } MOH} \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{1 \text{ mol } MOH} \times \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 22.6 \text{ g } H_2O$$

محاسبه مقدار عملی آب تولید شده

فرض می کنیم غلظت محلول اولیه ۱ مولار بوده است که در اثر افزودن آب غلظت آن به ۰/۲۵ مولار رسیده است.

$$C_{M_1} \cdot V_1 = C_{M_2} \cdot (V_1 + V_{H_2O}) \rightarrow 1 \text{ مولار} \times 4/8 \text{ mL} = 0.25 \text{ مولار} \times (V_1 + V_{H_2O})$$

$$V_{H_2O} = 14/4 \text{ mL } H_2O = 14/4 \text{ g } H_2O \text{ مقدار عملی}$$

$$\text{بازده درصدی واکنش} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 \rightarrow \text{بازده درصدی واکنش} = \frac{14.4 \text{ g } H_2O}{22.6 \text{ g } H_2O} \times 100 = 63/7 \cong 64\%$$

**راهکار قسمت دوم** با استفاده از جرم  $MOH$  ناخالص (۷۵ گرم) و درصد خلوص آن (۶۷٪)، جرم  $MOH$  خالص را حساب می کنیم. سپس با داشتن درصد  $MOH$  که در واکنش شرکت کرده است (۶۴٪) که در قسمت نخست به دست آمده است، درصد  $MOH$  باقی مانده و جرم  $MOH$  باقی مانده را به دست می آوریم. سپس از استوکیومتری واکنش استفاده کرده، مولاریته محلول و در انتها غلظت گرم بر لیتر محلول را تعیین می کنیم.

**راه حل قسمت دوم سوال**

محاسبه جرم  $MOH$  خالص اولیه

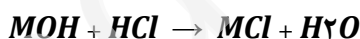
$$75 \text{ g } MOH \times \frac{67}{100} = 50/25 \text{ g } MOH \text{ خالص}$$

محاسبه جرم  $MOH$  باقی مانده در واکنش

$$100\% - 64\% = 36\%$$

درصد  $MOH$  باقی مانده

$$50/25 \text{ g } MOH \times \frac{36}{100} = 18/1 \text{ g } MOH \text{ جرم باقی مانده}$$



محاسبه مولاریته  $HCl$  مصرف شده

$$\text{مولار } 0/9 = 18/1 \text{ g } MOH \text{ خالص} \times \frac{1 \text{ mol } MOH}{40 \text{ g } MOH} \times \frac{1 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } MOH} \times \frac{1000}{500}$$

محاسبه غلظت گرم بر لیتر محلول  $HCl$

$$C_M = \frac{\text{غلظت گرم بر لیتر } C}{\text{جرم مولی } M} \text{ بین غلظت مولار } (C_M) \text{ یک محلول و غلظت گرم بر لیتر } (C) \text{، رابطه مقابل وجود دارد.}$$

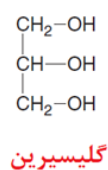
$$C_M = \frac{\text{غلظت گرم بر لیتر } C}{\text{جرم مولی } M} \rightarrow C = C_M \cdot M \rightarrow 0/9 \times 36/5 = 33 \text{ گرم بر لیتر}$$

روغن زیتون، استری با فرمول مولکولی  $C_{57}H_{104}O_6$  است. فرمول مولکولی اسید چرب سازنده آن، کدام است؟

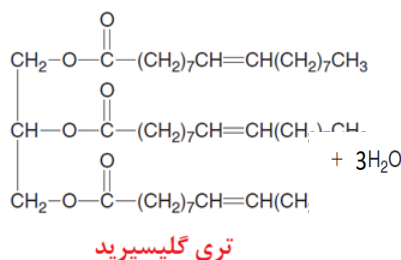
۱۰  $C_{18}H_{33}O$  (۱)  $C_{18}H_{34}O_2$  (۲)  $C_{19}H_{39}O$  (۳)  $C_{19}H_{39}O_2$  (۴) **کنکور تجربی خارج کشور ۹۸**

**پاسخ گزینه ۲**

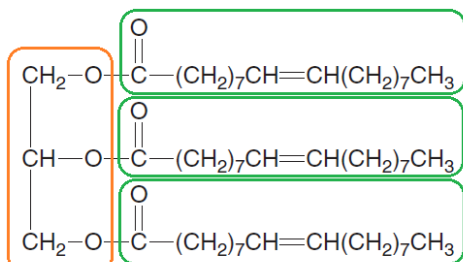
روغن زیتون، یک تری گلیسیرید با اسیدهای چرب یکسان است. تری گلیسیریدها طبق واکنش زیر، از استری شدن الکل سه عاملی گلیسیرین، با سه مولکول اسید چرب ساخته می شوند. اگر فرمول الکل گلیسیرین در ساختار روغن زیتون را از فرمول مولکولی روغن زیتون کم کنیم، طبق واکنش زیر، ۳ اسید چرب با فرمول  $(C_{18}H_{34}O_2)$ ، به دست می آید.



اسید چرب



ساختار تری گلیسرید موجود در روغن زیتون



باقی مانده  
سه مولکول  
اسید چرب

باقی مانده الکل سه  
عاملی گلیسرین

در نظر داشته باشید که در تشکیل استر از واکنش الکل گلیسرین و سه مولکول اسید چرب، از هر مولکول اسید چرب، یک گروه (-OH) و از مولکول گلیسرین نیز، سه اتم H متصل به اکسیژن ها، جدا می شوند، و به سه مولکول آب تبدیل خواهند شد.

۱۱ چند مورد از مطالب زیر، در باره ترکیبی که ساختار مولکول آن نشان داده شده، درست است؟ کنکور ریاضی خارج کشور ۹۸

- به یک استر مربوط است
- در بنزین حل می شود و در آب نامحلول است.
- به یک اسید چرب سه ظرفیتی مربوط است.
- بخش ناقطبی آن بر بخش قطبی غلبه دارد.

پاسخ گزینه ۳

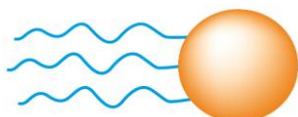
۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

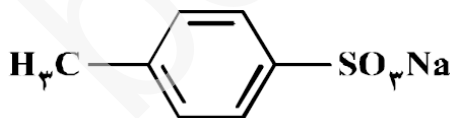
۱ (۱)

شکل داده شده مربوط به ساختار مولکول چربی است که از یک سر قطبی و سه زنجیر هیدروکربنی تشکیل شده است.



بررسی گزینه ها

- ساختار داده شده چربی است و به استر مربوط نیست. (نادرست)
- یک اسید چرب با ۳ زنجیر هیدروکربنی را نشان می دهد. (درست)
- در اسیدهای چرب زنجیر هیدروکربنی بیش از ۱۴ اتم کربن دارد، که موجب می شود، اسید چرب خاصیت آب گریزی داشته و در آب حل نشود، اما در حلال های ناقطبی مثل بنزین حل می شود. (درست)
- به دلیل وجود زنجیر هیدروکربنی بلند، (معمولاً بیش از ۱۴ اتم کربن در هر زنجیر)، بخش ناقطبی مولکول به بخش قطبی آن غلبه می کند و خصلت ناقطبی دارد. (درست)



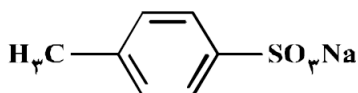
۱۲ آیا ترکیب زیر را به عنوان یک شوینده جهت تولید صنعتی پیشنهاد می کنید و دلیل آن، کدام است؟ کنکور تجربی ۹۸

(۱) آری، زیرا، بهتر از شوینده های موجود با زنجیر هیدروکربنی ۱۲ کربنی، در آب حل می شود.

(۲) خیر، زیرا، انحلال پذیری آن از شوینده های موجود با زنجیر هیدروکربنی ۱۲ کربنی، در آب، کمتر است.

(۳) آری، زیرا، بخش ناقطبی آن، جاذبه بیشتری با لکه چربی روی لباس، نسبت به شوینده های موجود دارد.

(۴) خیر، زیرا، بخش ناقطبی آن، جاذبه کمتری با لکه چربی روی لباس، نسبت به شوینده های موجود دارد. پاسخ گزینه ۴

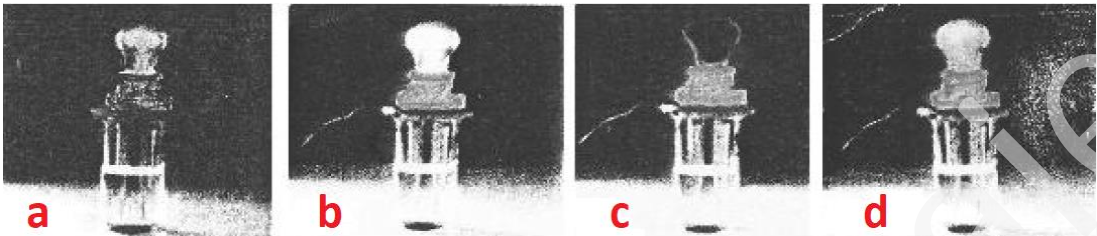


بر اساس متن کتاب درسی فصل اول شیمی دوازدهم، لکه های چربی از طریق زنجیر

<p>هیدروکربنی بخش ناقطبی پاک کننده ها، از سطح پارچه جدا می شوند. در این ساختار، بخش ناقطبی از زنجیر هیدروکربنی کوچکی تشکیل شده است و جاذبه آن با لکه های چربی کم است.</p>	
<p>به ۲۰۰ mL آب سخت (<math>d = 1 \text{ g.mL}^{-1}</math>) که دارای یون های <math>\text{Ca}^{2+}</math> با غلظت ۲۰۰۰ ppm است، ۴/۷۲ گرم از صابون با جرم مولی <math>236 \text{ g.mol}^{-1}</math> اضافه شده است. با فرض کامل بودن واکنش صابون با یون کلسیم، چند درصد از آن، به صورت رسوب، در آمده است؟ (کنکور ریاضی ۹۸) (<math>\text{Ca} = 40, \text{Na} = 23 \text{ g.mol}^{-1}</math>)</p> <p>معادله موازنه شود، <math>\text{RCOONa(aq)} + \text{CaCl}_2(\text{aq}) \rightarrow (\text{RCOO})_2\text{Ca(s)} + \text{NaCl(aq)}</math></p> <p>پاسخ گزینه ۴</p> <p>۱۰ (۱)      ۲۰ (۲)      ۵۰ (۳)      ۱۰۰ (۴)</p> <p><b>راهکار</b> غلظت ppm یون های کلسیم را داریم. با استفاده از رابطه غلظت ppm محلول، جرم یون های کلسیم را حساب می کنیم. سپس، با استفاده از استوکیومتری واکنش موازنه شده، محاسبات را بین مقدار صابون (۴/۷۲ گرم) و یون کلسیم مصرف شده انجام می دهیم.</p> <p><b>راه حل</b></p> <p>محاسبه جرم یون کلسیم در آب سخت</p> $\text{ppm} = \frac{\text{جرم یون کلسیم}}{\text{جرم آب سخت}} \times 10^6 = \frac{2000 \text{ ppm}}{10^6} = \frac{X \text{ g}}{200 \text{ g}} \rightarrow X = \frac{4 \times 10^{-5} \text{ g}}{10^6} = 0.4 \text{ g Ca}^{2+}$ <p>محاسبه جرم یون های <math>\text{Ca}^{2+}</math> مصرف شده در واکنش</p> $2\text{RCOONa(aq)} + \text{CaCl}_2(\text{aq}) \rightarrow (\text{RCOO})_2\text{Ca(s)} + 2\text{NaCl(aq)}$ <p>تمام ۰/۴ گرم یون کلسیم مصرف می شود. <math>4/72 \text{ صابون} \times \frac{1 \text{ mol صابون}}{236 \text{ g صابون}} \times \frac{1 \text{ mol Ca}^{2+}}{2 \text{ mol صابون}} \times \frac{40 \text{ g Ca}^{2+}}{1 \text{ mol Ca}^{2+}} = 0.4 \text{ g Ca}^{2+}</math></p>	<p>۱۳</p>
<p>برای افزایش قدرت پاک کنندگی شوینده ها، افزودن کدام ماده، بهتر است؟ (کنکور ریاضی ۹۸)</p> <p>(۱) منیزیم کلرید      (۲) کلسیم هیدروکسید</p> <p>(۳) سدیم هیدروژن کربنات      (۴) آلومینیم هیدروکسید</p> <p>بر اساس کاوش کنید صفحه ۸ و ۹ فصل اول کتاب شیمی دوازدهم</p> <p>منیزیم کلرید و کلسیم هیدروکسید، به ترتیب یون های <math>\text{Ca}^{2+}</math> و <math>\text{Mg}^{2+}</math> تولید می کنند که موجب افزایش سختی آب شده و قدرت پاک کنندگی را کاهش می دهد. آلومینیم هیدروکسید نیز به همراه سود سوزآور (<math>\text{NaOH}</math>)، نوعی پاک کننده برای رسوب های موجود در لوله ها و مجاری فاضلاب است.</p>	<p>۱۴</p>
<p><b>اسیدها و بازها</b></p> <p>برپایه مدل آرنیوس، کدام دو عنصر در واکنش با اکسیژن، اکسید اسیدی به وجود می آورند و اسید مربوط به اکسید کدام عنصر، هیدروژن اسیدی بیشتری دارد؟ (کنکور تجربی دی ماه ۱۴۰۱)</p> <p>(۱) نیتروژن و گوگرد - گوگرد      (۲) نیتروژن و باریم - باریم</p> <p>(۳) کربن و کلسیم - کربن      (۴) کربن و فسفر - کربن</p> <p><b>بررسی گزینه ها</b></p> <p>(۱) از نیتروژن اکسیدهای اسیدی <math>\text{N}_2\text{O}_3</math> و <math>\text{N}_2\text{O}_5</math> به وجود می آید که دو اسید <math>\text{HNO}_2</math> و <math>\text{HNO}_3</math> را می سازند، و از گوگرد اکسیدهای اسیدی <math>\text{SO}_2</math> و <math>\text{SO}_3</math> تولید می شود که اسیدهای <math>\text{H}_2\text{SO}_3</math> و <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> را می سازند. (درست)</p> <p>(۲) باریم اکسید بازی می دهد. (نادرست)</p> <p>(۳) کلسیم اکسید بازی می دهد. (نادرست)</p> <p>(۴) از کربن اکسید اسیدی <math>\text{CO}_2</math> به وجود می آید که اسید <math>\text{H}_2\text{CO}_3</math> را تولید می کند و از فسفر اکسیدهای اسیدی <math>\text{P}_2\text{O}_5</math> و <math>\text{P}_4\text{O}_6</math> و</p>	<p>۱</p>



	<p><math>P_2O_5</math> تولید می شود که به ترتیب اسیدهای <math>H_2PO_3</math> و <math>H_2PO_4</math> را به وجود می آورند. <b>گزینه ۴ سوال ایراد دارد!</b> در کتاب درسی به اکسیدهای فسفر <math>P_2O_6</math> و <math>P_2O_5</math> و فسفورو اسید <math>H_3PO_3</math> اشاره نشده است. بنابراین داوطلب کنکور نمی تواند در مورد گزینه ۴ به نتیجه برسد! (مبهم)</p>
<p>۲</p>	<p>چند مورد از مطالب زیر، درست است؟ <b>کنکور ریاضی دی ماه ۱۴۰۱</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• براساس مدل آرنیوس، تشخیص میزان اسیدی یا بازی محلول ها، امکان پذیر است.</li> <li>• باریم اکسید در آب حل می شود و محلول حاصل، کاغذ pH را به رنگ قرمز در می آورد.</li> <li>• ملاک مقایسه قدرت دو اسید در شرایط یکسان، میزان <math>[H_3O^+]</math> در محلول آبی آن ها است.</li> <li>• محلول استیک اسید و اتانول در آب، به ترتیب نمونه ای از محلول های الکترولیت و غیرالکترولیت هستند.</li> </ul> <p>پاسخ گزینه ۲</p> <p>(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴</p> <p><b>بررسی گزینه ها</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (نادرست)</li> <li>• باریم اکسید یک اسید فلزی است و محلول آن در آب خاصیت بازی دارد که کاغذ pH را آبی رنگ می کند. (نادرست)</li> <li>• قدرت اسید به میزان یونش آن در آب و تولید یون هیدرونیوم بستگی دارد. هرچه اسید قوی تر باشد (ثابت یونش بزرگتری داشته باشد)، در آب بیشتر یونش می یابد. (درست)</li> <li>• استیک اسید در آب یونش می یابد اما، اتانول یک الکل است و یونش ندارد. (درست)</li> </ul>
<p>۳</p>	<p>محلول کدام ترکیب زیر، کاغذ pH را به رنگ آبی در می آورد و در میان این ترکیب های انتخاب شده (با غلظت و دمای یکسان) کدام ترکیب، رسانایی الکتریکی نزدیک به رسانایی الکتریکی محلول پتاسیم کلرید دارد. <b>کنکور ریاضی ۱۴۰۱</b></p> <p>الف) جوهر نمک      ب) متیل آمین      پ) اتانول      ت) سود سوز آور</p> <p>(۱) الف، پ - الف      (۲) الف، پ - پ      (۳) ب، ت - ب      (۴) ب، ت - ت</p> <p><b>پاسخ گزینه ۴</b></p> <p><b>بررسی گزینه ها</b></p> <p>الف) محلول جوهر نمک - خاصیت اسیدی دارد و کاغذ pH را سرخ رنگ می کند. (نادرست)</p> <p>ب) متیل آمین - آمین ها مواد آلی با خاصیت بازی هستند و باز ضعیف محسوب می شوند. به دلیل این که باز ضعیف است، رسانایی الکتریکی کمی دارد. (درست)</p> <p>پ) اتانول - خاصیت اسیدی یا بازی از خود نشان نمی دهد. (نادرست)</p> <p>ت) سود سوز آور - باز قوی است و کاغذ pH را آبی رنگ می کند. باز قوی است و رسانایی الکتریکی زیاد دارد. (درست)</p>
<p>۴</p>	<p>کدام اکسیدها، اسید آرنیوس به شمار می آیند و محلول کدام یک از آن ها در آب اسید قویتری است؟ <b>کنکور تجربی ۱۴۰۰</b></p> <p>a) <math>K_2O</math>      b) <math>CO_2</math>      c) <math>SO_3</math>      d) <math>BaO</math></p> <p>پاسخ گزینه ۴</p> <p>(۱) d ; d , a      (۲) a ; d , a      (۳) b ; c , b      (۴) c ; c , b</p> <p><b>راه حل</b> طبق نظریه آرنیوس محلول اکسیدهای نافلزی در آب اسید محسوب می شوند. بنابر این، <math>CO_2</math> و <math>SO_3</math> اسید آرنیوس می باشند. محلول <math>CO_2</math> در آب کربنیک اسید <math>H_2CO_3</math> تولید می کند که اسید ضعیف است، اما محلول <math>SO_3</math> در آب سولفوریک اسید <math>H_2SO_4</math> تولید می کند که اسیدی قوی است.</p>
<p>۵</p>	<p>کدام موارد از مطالب زیر، درست است؟ <b>کنکور ریاضی ۱۴۰۰</b></p> <p>(آ) شربت معده و شیر، مخلوط هایی ناهمگن از نوع سوسپانسیون اند.</p> <p>(ب) مخلوط آب و روغن با استفاده از صابون، به یک کلوئید پایدار تبدیل می شود.</p> <p>(پ) پخش کردن نور، ناهمگن بودن و ته نشین شدن، از ویژگی های کلوئیدها به شمار می آید.</p> <p>(ت) ذرات سازنده محلول ها، یون ها و مولکول ها اما ذرات سازنده کلوئیدها، توده های مولکولی اند.</p> <p>پاسخ گزینه ۳</p> <p>(۱) آ، پ      (۲) آ، ب، پ      (۳) ب، ت      (۴) ب، پ، ت</p>

	<p><b>بررسی گزینه ها</b></p> <p>(آ) شیر مخلوط مایع در مایع (چربی در آب) از نوع امولسیون است. (نادرست)</p> <p>(ب) صابون با داشتن سر آبدوست و سر آبگریز نقش امولسیون کننده را دارد. (درست)</p> <p>(پ) کلوئیدها مخلوط هایی ناهمگن و پایدار هستند، یعنی ته نشین نمی شوند. (نادرست)</p> <p>(ت) (درست)</p>
<p>۶</p>	<p>با توجه به شکل زیر که به رسانایی محلول ۱ مولار چهار ماده در دمای یکسان مربوط است، کدام مطلب نادرست است؟</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p>(۱) d الکترولیتی قویتر از a است.</p> <p>(۲) b در محلول به خوبی به یون های سازنده خود تفکیک می شود.</p> <p>(۳) c یک ترکیب مولکولی است که می تواند در آب با تشکیل پیوند هیدروژنی حل شود.</p> <p>(۴) a، b و c می توانند به ترتیب، هیدروفلوئوریک اسید، سدیم کلرید و پتاسیم هیدروکسید باشند.</p> <p><b>پاسخ گزینه ۴</b></p> <p><b>بررسی گزینه ها</b></p> <p>گزینه یک در محلول d لامپ پر نورتر از a است. (درست)</p> <p>گزینه دو بر نور بودن لامپ نشان می دهد در محلول b غلظت یون ها زیاد است. (درست)</p> <p>گزینه سه محلول c رسانای جریان برق نیست، بنابر این یک ترکیب مولکولی است که در آب حل شده است. (درست)</p> <p>گزینه چهار محلول a رسانای ضعیف جریان برق است و می تواند محلول هیدروفلوئوریک اسید باشد. محلول b رسانای قوی جریان برق است و می تواند محلول سدیم کلرید باشد. اما محلول c رسانای برق نیست و نمی تواند محلول پتاسیم هیدروکسید باشد، چون محلول پتاسیم هیدروکسید یک الکترولیت قوی بوده و رسانای خوب جریان برق است. (نادرست)</p>
<p>۷</p>	<p>چند مورد از مطالب زیر درست است؟ <b>کنکور ریاضی خارج کشور ۹۹</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>از دید آرنیوس، جامدهای یونی اکسیژن دار، اسید به شمار می آیند.</li> <li>یک ترکیب کم محلول در آب می تواند یک الکترولیت قوی باشد.</li> <li>برخی از ترکیب های مولکولی می توانند در آب یونیده شوند و رسانای الکتریکی به شمار آیند.</li> <li>فرایند یونش یک اسید ضعیف تا جایی پیش می رود که غلظت مولی یون ها با مولکول ها برابر شود.</li> </ul> <p>(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴</p> <p><b>پاسخ گزینه ۲</b></p> <p><b>بررسی عبارت ها</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(نادرست) اکسیدهای نافلزی محلول در آب که غلظت یون هیدرونیوم را افزایش می دهند، اسید به شمار می آیند.</li> <li>(درست) ترکیب های یونی کم محلول در آب با این که به مقدار کمی در آب حل می شوند، اما همان مقدار حل شده به طور کامل یونیده می شود، و الکترولیت قوی است.</li> <li>(درست) ترکیب های مولکولی مانند <math>\text{HCl}</math>، <math>\text{NH}_3</math>، <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> و ..... در آب یونیده می شوند</li> <li>(نادرست) میزان یونش اسیدهای ضعیف به درجه یونش آن ها بستگی دارد.</li> </ul>
<p>۸</p>	<p>کدام مطالب زیر درست است؟ <b>کنکور ریاضی ۹۹</b></p> <p>(آ) همه بازهای آرنیوس در ساختار خود یون هیدروکسید (<math>\text{OH}^-</math>) دارند.</p> <p>(ب) تعریف آرنیوس برای اسیدها یا بازها، به محلول های آبی محدود می شود.</p>

(پ) ۰/۵ مول سولفوریک اسید با ۰/۸ مول سدیم هیدروکسید خنثی می شود.  
ت) معادله یونش  $\text{HNO}_3$  یک طرفه، ولی معادله یونش  $\text{HCN}$  برگشت پذیر است.

پاسخ گزینه ۲

(۱) آ، ب (۲) ب، ت (۳) آ، ت (۴) پ، ت

**بررسی گزینه ها**

(آ) **نادرست** در نظریه اسید و باز آرنیوس، اکسیدهای فلزی مثل  $\text{Na}_2\text{O}$  باز محسوب می شوند، اما در ساختار خود یون هیدروکسید ندارند.

(ب) **درست** در نظریه اسید و باز آرنیوس، اسید و باز فقط در محلول آبی تعریف می شود.

(پ) **نادرست** سولفوریک اسید  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ، یک اسید دو پروتون دار (دو ظرفیتی) و سدیم هیدروکسید  $\text{NaOH}$  باز یک ظرفیتی است. بنابر این نسبت مولی سولفوریک اسید به سدیم هیدروکسید در واکنش خنثی شدن ۱ به ۲ است. در نتیجه ۰/۵ مول سولفوریک اسید توسط ۱ مول سدیم هیدروکسید خنثی می شود.

(ت) **درست**  $\text{HNO}_3$  اسید قوی است و در آب به طور کامل یونیده می شود، اما  $\text{HCN}$  اسید ضعیف می باشد و در آب یونش کامل ندارد.

**تبادل های شیمیایی (محاسبه ثابت تعادل)**

۱ در یک ظرف ۵ لیتری در بسته، ۸/۵ مول گاز A را با ۵ مول گاز D تا برقرار شدن تعادل زیر گرما می دهیم.

$$2A(g) + 2D(g) \rightleftharpoons X(g) + 2Z(g)$$

اگر در حالت تعادل، ۲ مول گاز X در مخلوط تعادلی وجود داشته باشد، ثابت تعادل در شرایط واکنش، کدام است؟

(۱) ۵۱/۲ (۲) ۴۸/۴ (۳) ۳۶/۵ (۴) ۲۶/۸ **کنکور تجربی دی ماه ۱۴۰۱**

**پاسخ گزینه ۱**

**راهکار** غلظت ها در ظرف ۵ لیتری داده شده اند. ابتدا با تقسیم غلظت ها به حجم ظرف (۵ لیتر)، غلظت ها بر حسب مول بر لیتر به دست می آوریم. سپس، جدول واکنش را رسم کرده و غلظت های مول بر لیتر را جای گذاری می کنیم تا غلظت های تعادلی به دست آید. در پایان غلظت های تعادلی را در رابطه ثابت تعادل جای گذاری می کنیم و ثابت تعادل را به دست می آوریم.

**راه حل**

ابتدا غلظت ها بر حسب مول بر لیتر به دست می آیند.

$$[A]_{\text{اولیه}} = \frac{8.5 \text{ mol}}{5 \text{ L}} = 1.7 \text{ mol.L}^{-1} \quad [D]_{\text{اولیه}} = \frac{5 \text{ mol}}{5 \text{ L}} = 1 \text{ mol.L}^{-1} \quad [X]_{\text{تعادلی}} = \frac{2 \text{ mol}}{5 \text{ L}} = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

جدول واکنش را تشکیل می دهیم.

$2A(g) + 2D(g) \rightleftharpoons X(g) + 2Z(g)$				
۱/۷	۱	۰	۰	غلظت اولیه
-۳x	-۲x	+x	+۲x	تغییر غلظت
۱/۷ - ۳x	۱ - ۲x	x	۲x	غلظت تعادلی
$1/7 - 3x = 0.5$	$1 - 2x = 0.2$	$x = 0.4$	$2x = 0.8$	

با تعیین غلظت های تعادلی، ثابت تعادل واکنش را محاسبه می کنیم.

$$K = \frac{[X][Z]^2}{[A]^3[D]^2} = \frac{(0.4)(0.8)^2}{(0.5)^3(0.2)^2} \rightarrow K = 51/2$$

۲

مقدار ۱/۵ مول گاز A با ۰/۶ مول گاز X<sub>2</sub> و ۰/۵ مول گاز D<sub>2</sub> در یک دمای معین در یک ظرف در بسته سه لیتری به حالت تعادل:  $X_2(g) + 3D_2(g) \rightleftharpoons 2A(g)$  وجود دارد. مقدار ثابت تعادل کدام است و مقدار گاز D<sub>2</sub> در آغاز واکنش، برابر چند مول بوده است؟ **کنکور ریاضی دی ماه ۱۴۰۱**

۱) ۲، ۲۷۰ (۲) ۲/۷۵، ۳۰ (۳) ۲/۷۵، ۲۷۰ (۴) ۲، ۳۰

**پاسخ گزینه ۳**

**راهکار قسمت نخست** تعادل در ظرف ۳ لیتری برقرار شده است. ابتدا غلظت های تعادلی را بر حسب مول بر لیتر به دست می آوریم، سپس، آن ها را در رابطه ثابت تعادل واکنش جای گذاری می کنیم تا ثابت تعادل به دست آید.

**راه حل قسمت نخست**

غلظت های تعادلی را بر حسب مول بر لیتر به دست می آوریم.

$$[A] = \frac{1.5 \text{ mol}}{3 \text{ L}} = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[D_2] = \frac{0.6 \text{ mol}}{3 \text{ L}} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1} \quad [X_2] = \frac{0.5}{3} \text{ mol.L}^{-1}$$

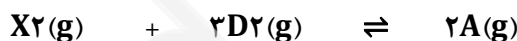
ثابت تعادل واکنش را محاسبه می کنیم.

$$X_2(g) + 3D_2(g) \rightleftharpoons 2A(g)$$

$$K = \frac{[A]^2}{[X_2] \times [D_2]^3} = \frac{(0.5)^2}{(0.2) \times \left(\frac{0.5}{3}\right)^3} \cong 270$$

**راهکار قسمت دوم** جدول واکنش را تشکیل می دهیم و با جای گذاری غلظت های تعادلی در آن، مقدار اولیه D را بر حسب مول بر لیتر به دست می آوریم. در انتها چون ظرف ۳ لیتری است، غلظت به دست آمده برای D را سه برابر می کنیم تا مقدار آن در ظرف ۳ لیتری تعیین شود.

**راه حل قسمت دوم**



غلظت اولیه	۰	n	m
تغییر غلظت	+2x	-3x	-x
غلظت تعادلی	2x	n - 3x	m - x
	2x = 0.5 x = 0.25 mol.L <sup>-1</sup>		

$$(n = D \text{ غلظت اولیه ماده D}) \quad n = (3 \times x) = \frac{0.5}{3} \rightarrow n = (3 \times 0.25) = \frac{0.5}{3} \rightarrow n = 0.15 \text{ mol.L}^{-1}$$

مقدار D را در ظرف ۳ لیتری حساب می کنیم.

$$3 \times 0.15 \cong 0.45 \text{ mol}$$

۳

اگر در یک ظرف ۵ لیتری در بسته در دمای معین، ۴ مول گاز هیدروژن و ۳ مول گاز نیتروژن را مطابق فرایند هابر مخلوط و گرم کنیم و در حالت تعادل، ۲ مول گاز نیتروژن در مخلوط تعادلی وجود داشته باشد، ثابت تعادل این واکنش کدام است؟

۱) ۵۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۸۰/۷۵ (۴) ۴۰/۲۵ **کنکور ریاضی ۱۴۰۱**

**پاسخ گزینه ۱**

**راهکار** واکنش در ظرف ۵ لیتری به تعادل رسیده است. ابتدا باید غلظت ها را بر حسب مول بر لیتر به دست آوریم. پس از آن با تشکیل جدول واکنش، غلظت های تعادلی را تعیین کرده و ثابت تعادل را محاسبه کنیم.

**راه حل**

تعیین غلظت ها بر حسب مول بر لیتر

$$[H_2] = \frac{4}{5} \text{ mol.L}^{-1} \quad [N_2] = \frac{3}{5} \text{ mol.L}^{-1} \quad [N_2] = \frac{2}{5} \text{ mol.L}^{-1}$$

تشکیل جدول واکنش برای محاسبه غلظت های تعادلی

$N_2(g) +$	$3H_2(g)$	$\rightarrow 2NH_3(g)$	
$\frac{3}{5}$	$\frac{4}{5}$	$\cdot$	غلظت اولیه
$-x$	$-3x$	$+2x$	تغییر غلظت
$\frac{3}{5} - x$	$\frac{4}{5} - 3x$	$2x$	غلظت تعادلی

محاسبه غلظت های تعادلی

بر اساس داده های سوال  $[NH_3] = \frac{2}{5} \text{ mol.L}^{-1}$  (غلظت تعادلی)  $[N_2]$  و با توجه به جدول واکنش  $-x = \frac{3}{5}$  (غلظت تعادلی)  $[N_2]$ .  
بنابر این،  $x$  در جدول واکنش برابر است با

$$\frac{3}{5} - x = \frac{2}{5} \rightarrow x = \frac{1}{5}$$

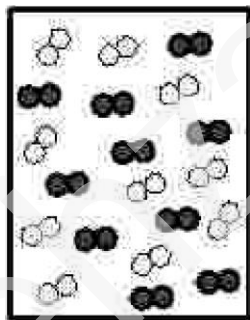
با تعیین مقدار  $x$ ، غلظت های تعادلی به دست می آیند.

$$[N_2] = \frac{3}{5} - \frac{1}{5} = \frac{2}{5}, \quad [H_2] = \frac{4}{5} - (3 \times \frac{1}{5}) = \frac{1}{5}, \quad [NH_3] = 2 \times \frac{1}{5} = \frac{2}{5}$$

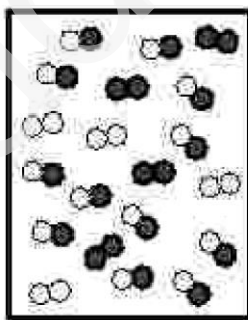
محاسبه ثابت تعادل

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} \rightarrow K = \frac{(\frac{2}{5})^2}{\frac{2}{5} \times (\frac{1}{5})^3} \rightarrow K = 50$$

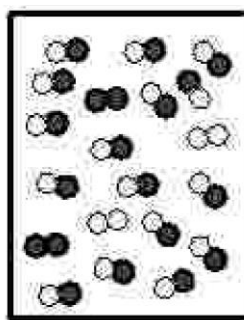
با توجه به شکل های زیر، که پیشرفت واکنش:  $A_2(g) + D_2(g) \rightarrow 2AD(g)$  را نشان می دهد. سرعت واکنش در ۲۵ دقیقه آغازی چند مول بر لیتر بر ثانیه و ثابت تعادل واکنش کدام است؟ (واکنش در ۴۵ دقیقه، به تعادل می رسد. هر ذره معادل ۰/۱ مول و حجم ظرف واکنش ۲ لیتر در نظر گرفته شود). **کنکور تجربی ۱۴۰۱**



$t = 0 \text{ min}$



$t = 25 \text{ min}$



$t = 45 \text{ min}$

**پاسخ گزینه ۴**  $64, 2 \times 10^{-4}$  (۴)  $64, 2 \times 10^{-3}$  (۳)  $8, 2 \times 10^{-4}$  (۲)  $8, 2 \times 10^{-3}$  (۱)

**راهکار قسمت نخست سوال** سرعت متوسط واکنش را بر حسب مصرف  $A_2$  یا  $D_2$  به دست می آوریم. به دلیل این که در معادله واکنش، ضریب های استوکیومتری  $A_2$  و  $D_2$  برابر با یک است. سرعت واکنش با سرعت مصرف هر کدام از واکنش دهنده ها برابر است.

محاسبات را برای واکنش دهنده  $A_2$  انجام می دهیم. (فرض می کنیم ذره های تیره رنگ  $A_2$  باشند).  
در شروع واکنش ( $t = 0 \text{ min}$ )، ۱۰ ذره  $A_2$  داریم و در زمان ( $t = 25 \text{ min}$ )، تعداد ذره های  $A_2$  به ۴ رسیده است.  
داده ها به صورت زیر تنظیم می شوند.

$$\Delta t = 25 \text{ min} = 1500 \text{ s} \quad \langle$$

$$10 - 4 = 6 \rightarrow \Delta n = 6 \times 0.1 = 0.6 \text{ mol} \rightarrow \Delta n \text{ mol.L}^{-1} = \frac{0.6 \text{ mol } A_2}{2 \text{ L حجم ظرف}} \rightarrow \Delta n = 0.3 \text{ mol.L}^{-1} <$$

راه حل

$$R(A_2) = \frac{\Delta n}{\Delta t} \rightarrow R(A_2) = \frac{0.3 \text{ mol}}{1500 \text{ s}} = 2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \rightarrow R(A_2) = (\text{واکنش}) = 2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

**راهکار قسمت دوم سوال** در دقیقه ۴۵ واکنش (زمان رسیدن به تعادل)، تعداد هر یک از ذرات  $A_2$ ،  $D_2$  و  $AD$  در حالت تعادل، در شکل نشان داده شده است. با توجه به این که هر ذره معادل  $0.1$  مول و حجم ظرف  $2$  لیتر است، غلظت تعادلی هر ذره را بر حسب مول بر لیتر به دست آورده و در رابطه ثابت تعادل قرار می دهیم.

راه حل

**محاسبه غلظت مول بر لیتر هر یک از ذرات در تعادل**

$$\begin{aligned} 16 \times 0.1 &= 1.6 \text{ mol } AD & [AD] &= \frac{1.6 \text{ mol}}{2 \text{ L}} \rightarrow [AD] = 0.8 \text{ mol.L}^{-1} \\ 2 \times 0.1 &= 0.2 \text{ mol } A_2 & [A_2] &= \frac{0.2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} \rightarrow [A_2] = 0.1 \text{ mol.L}^{-1} \\ 2 \times 0.1 &= 0.2 \text{ mol } D_2 & [D_2] &= \frac{0.2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} \rightarrow [D_2] = 0.1 \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned}$$

**ثابت تعادل را محاسبه می کنیم.**

$$K = \frac{[AD]^2}{[A][D]} \rightarrow K = \frac{(0.8)^2}{0.1 \times 0.1} = 64$$

۱ مول گاز  $A$  و  $0.41$  مول گاز  $D$  را در یک ظرف در بسته با حجم  $500$  میلی لیتر تا برقرار شدن تعادل:  $2A + D(g) \rightleftharpoons 2E(g)$  گرم می کنیم. اگر در حالت تعادل،  $0.2$  مول گاز  $A$  در ظرف واکنش باقی مانده باشد، ثابت تعادل این واکنش در شرایط آزمایش کدام است؟ **کنکور ریاضی خارج کشور ۱۴۰۱**

**پاسخ گزینه ۳**

۹۸۰ (۱)      ۸۹۰ (۲)      ۸۰۰ (۳)      ۷۰۰ (۴)

**راهکار** در محاسبات مربوط به تعادل ها، غلظت مواد باید با یکای مول بر لیتر گزارش شود. حجم ظرف واکنش  $500$  میلی لیتر ( $0.5$  لیتر) است. بنابر این، ابتدا غلظت ها را بر حسب مول بر لیتر حساب می کنیم. سپس، جدول واکنش را تشکیل داده و ثابت تعادل را به دست می آوریم.

راه حل

$$[A] (\text{اولیه}) = \frac{1 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 2 \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{غلظت ها به مول بر لیتر تبدیل می شوند.}$$

$$[D] (\text{اولیه}) = \frac{0.41 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 0.82 \text{ mol.L}^{-1} \quad [A] (\text{تعادلی}) = \frac{0.2 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

تشکیل جدول واکنش و محاسبه غلظت های تعادلی

$2A$	$+ D(g)$	$\rightleftharpoons 2E(g)$	
۲	$0.82$	۰	غلظت های اولیه
$-2x$	$-x$	$+2x$	تغییر غلظت
$2 - 2x$	$0.82 - x$	$2x$	غلظت های تعادلی

$$[A] (\text{تعادلی}) = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[A] (\text{تعادلی}) = 2 - 2x = 0.4 \text{ mol.L}^{-1} \rightarrow x = 0.8 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[D] (\text{تعادلی}) = 0.82 - x = 0.82 - 0.8 \rightarrow [D] (\text{تعادلی}) = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[E] (\text{تعادلی}) = 2x = 2 \times 0.8 \rightarrow [E] (\text{تعادلی}) = 1.6 \text{ mol.L}^{-1}$$

	<p>محاسبه ثابت تعادل واکنش</p> $K = \frac{[E]^2}{[A]^2 [D]} \rightarrow K = \frac{(1.6)^2}{(0.4)^2 (0.02)} \rightarrow K = 800$
<p>۶</p>	<p>با توجه به واکنش تعادلی: <math>X_2(g) + Y_2(g) \rightleftharpoons 2Z(g)</math>، <math>K = 50</math>، که در یک ظرف دو لیتری در بسته در دمای معین برقرار است، اگر در حالت تعادل، <math>Z(g)</math> مول <math>2/2</math> و <math>Y_2(g)</math> مول <math>0/4</math> در ظرف واکنش وجود داشته باشد، مقدار <math>X_2(g)</math> برابر چند مول است؟ <b>کنکور تجربی خارج کشور ۱۴۰۱</b></p> <p><b>پاسخ گزینه ۳</b>      ۰/۲۵۰ (۴)      ۰/۲۴۲ (۳)      ۰/۱۲۵ (۲)      ۰/۱۲۱ (۱)</p> <p><b>راهکار</b> در رابطه ثابت تعادل، غلظت های تعادلی باید بر حسب مول بر لیتر باشد. ظرف واکنش ۲ لیتری است، بنابراین، ابتدا غلظت های <math>Z</math> و <math>Y_2</math> را به غلظت مول بر لیتر تبدیل می کنیم. پس از آن، با جای گذاری مقادیر داده شده در رابطه <math>K</math>، غلظت مول بر لیتر <math>X_2</math> به دست می آید. در پایان برای تعیین مقدار <math>X_2</math> در ظرف دو لیتری غلظت به دست آمده را دو برابر می کنیم.</p> <p><b>راه حل</b></p> <p>ابتدا غلظت <math>Z</math> و <math>X_2</math> بر حسب مول بر لیتر محاسبه می شود.</p> $[Y_2] = \frac{0.4 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0/2 \text{ mol.L}^{-1} \quad [Z] = \frac{2.2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 1/1 \text{ mol.L}^{-1}$ <p>برای تعادل داده شده، ثابت تعادل به صورت <math>K = \frac{[Z]^2}{[X_2][Y_2]}</math> می باشد.</p> $K = \frac{[Z]^2}{[X_2][Y_2]} \rightarrow 50 = \frac{(1.1)^2}{[X_2] \times 0.2} \rightarrow [X_2] = 0/121 \text{ mol.L}^{-1}$ <p>مقدار <math>X_2</math> در تعادل در ظرف دولیتری <math>2 \times 0/121 = 0/242 \text{ mol}</math></p>
<p>۷</p>	<p>مول های برابر از <math>CO(g)</math> و <math>H_2O(g)</math> را در یک ظرف در بسته ۴ لیتری تا برقرار شدن تعادل زیر گرم می کنیم.</p> $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$ <p>اگر بازده واکنش برابر ۸۰٪ باشد، ثابت تعادل کدام است و اگر غلظت تعادلی <math>CO_2(g)</math> برابر <math>0/4</math> مول بر لیتر باشد، مقدار آغازی گاز <math>CO</math> در مخلوط، برابر چند مول بوده است؟ (دما در دو شرایط گفته شده ثابت است). <b>کنکور تجربی خارج کشور ۱۴۰۰</b></p> <p><b>پاسخ گزینه ۴</b>      ۲/۰، ۴ (۲)      ۰/۵، ۱۶ (۳)      ۲/۰، ۱۶ (۴)      ۰/۵، ۴ (۱)</p> <p><b>راهکار قسمت نخست سوال</b> چون مجموع ضریب های استوکیومتری مواد در دو سمت معادله واکنش برابر است، نیاز نیست تا بخواهیم غلظت ها را در واحد مول بر لیتر محاسبه کنیم. اگر فرض کنیم مقدار اولیه هر یک از واکنش دهنده های <math>CO(g)</math> و <math>H_2O(g)</math>، ۱ مول بر لیتر باشد، با بازده ۸۰٪، از یک مول اولیه <math>0/8</math> مول آن به فرآورده تبدیل می شود و باقی مانده یعنی ۲۰٪ از واکنش دهنده ها در تعادل باقی می ماند، که <math>0/2</math> مول می شود.</p> <p><b>راه حل قسمت نخست سوال</b></p> <p>با توجه به معادله واکنش، رابطه قانون تعادل را نوشته و مقادیر تعادلی را جای گذاری می کنیم تا <math>K</math> به دست آید.</p> $K = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = \frac{(0.8)(0.8)}{(0.2)(0.2)} = 16$ <p><b>راه حل قسمت دوم سوال</b></p> <p>بر اساس ۸۰٪ پیشرفت واکنش، غلظت <math>CO_2</math> برابر با <math>0/4</math> مول بر لیتر شده است. اگر واکنش ۱۰۰٪ پیشرفت داشته باشد، غلظت <math>CO_2</math> به <math>0/5 = \frac{100}{80} \times 0/4</math> می رسد. در این حالت چون تمام واکنش دهنده ها به فرآورده تبدیل شده اند و ضریب استوکیومتری آن ها برابر است، نتیجه می گیریم، غلظت اولیه <math>CO</math> نیز <math>0/5</math> مول بر لیتر می باشد، و چون واکنش در ظرف ۴ لیتری انجام شده است، تعداد مول های <math>CO</math> در واکنش برابر با <math>2 \text{ mol} = 0/5 \times 4</math> خواهد بود.</p> <p><b>راه حل دوم برای قسمت دوم سوال</b></p>

**راهکار** غلظت اولیه  $\text{CO}_2$  را  $a$  مول در نظر می گیریم. با بازده ۸۰٪، غلظت تعادلی آن به  $0.8a$  می رسد که طبق داده های سوال برابر با  $0.4$  مول است. بنابراین  $a = 0.5 \text{ mol}$   
چون واکنش در ظرف ۴ لیتری انجام شده است، تعداد مول های  $\text{CO}$  در واکنش برابر با  $2 \text{ mol}$  است.

**راه حل با استفاده از تشکیل جدول واکنش**

غلظت اولیه  $\text{H}_2\text{O}$  و  $\text{CO}$  را برابر  $m$  مول بر لیتر فرض می کنیم و جدول واکنش را تشکیل می دهیم.

$\text{CO(g)}$	+	$\text{H}_2\text{O(g)}$	$\rightleftharpoons$	$\text{CO}_2\text{(g)}$	+	$\text{H}_2\text{(g)}$	
$m$		$m$		$0$		$0$	غلظت اولیه
$-x$		$-x$		$+x$		$+x$	تغییر غلظت
$m - x$		$m - x$		$x$		$x$	غلظت تعادلی

بازده واکنش را به صورت روبرو می نویسیم.  
$$\text{بازده واکنش} = \frac{\text{مقدار مصرف شده}}{\text{مقدار اولیه}} \times 100$$

به دلیل این که ضریب استوکیومتری  $\text{CO}_2\text{(g)}$  و  $\text{CO(g)}$  برابر است. مقدار  $\text{CO}_2$  تولید شده با مقدار  $\text{CO}$  مصرف شده برابر است.

در نتیجه  $[\text{CO}] = [\text{CO}_2] = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$

طبق جدول واکنش، غلظت اولیه  $\text{CO}$  برابر  $m$  مول بر لیتر در نظر گرفته شده است. مقادیر را در رابطه بازده واکنش جای گذاری می کنیم.

$$\text{بازده واکنش} = \frac{\text{مقدار مصرف شده}}{\text{مقدار اولیه}} \times 100 \rightarrow \frac{80}{100} = \frac{0.4}{m} \rightarrow m = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

واکنش در ظرف ۴ لیتری انجام شده است، تعداد مول های  $\text{CO}$  در واکنش برابر با  $2 \text{ mol}$  می باشد.

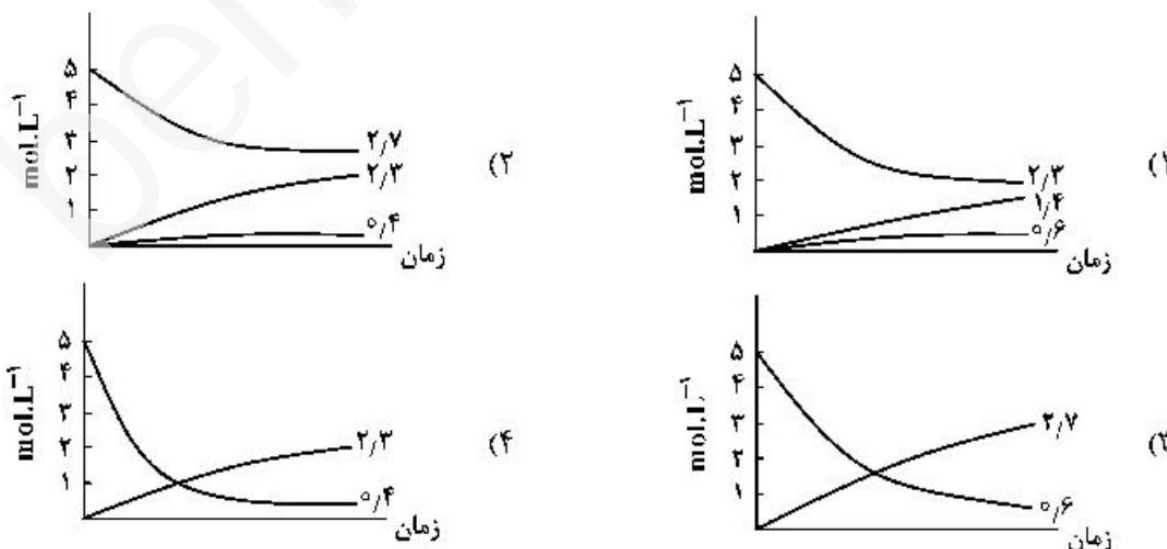
غلظت های تعادلی را از جدول واکنش به دست آورده و ثابت تعادل ( $K$ ) را محاسبه می کنیم.

غلظت های تعادلی  $[\text{H}_2\text{O}] = [\text{CO}] = m - x = 0.5 - 0.4 = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$   $[\text{CO}_2] = [\text{H}_2] = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$

$$K = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} = \frac{(0.4)(0.4)}{(0.1)(0.1)} \rightarrow K = 16$$

۸ اگر واکنش تعادلی:  $2\text{NO(g)} \rightleftharpoons \text{NO(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$ ،  $K = 49$ ، در یک ظرف دو لیتری، با  $10$  مول  $\text{NO(g)}$  در شرایط مناسب آغاز شود، کدام نمودار نشان دهنده روند تقریبی تغییر غلظت مواد تا برقرار شدن حالت تعادل است؟

کنکور ریاضی خارج کشور ۱۴۰۰



پاسخ گزینه ۴



**راهکار** به دلیل این که مجموع ضریب های استوکیومتری در دو سمت واکنش تعادلی برابرند، نیاز نیست، غلظت ها در حجم یک لیتر تبدیل شوند. از جدول واکنش استفاده می کنیم و غلظت های تعادلی را به دست می آوریم.

**راه حل**

$2\text{NO(g)}$	$\rightleftharpoons$	$\text{NO(g)}$	+	$\text{O}_2\text{(g)}$	
۱۰ mol		۰		۰	غلظت های اولیه
-۲X		+X		+X	تغییر غلظت ها
۱۰ - ۲X		X		X	غلظت های تعادلی

غلظت های تعادلی را در رابطه قانون تعادل جای گذاری می کنیم.

$$K = \frac{[\text{N}_2][\text{O}_2]}{[\text{NO}]^2} \rightarrow 49 = \frac{(X)(X)}{(10-2X)^2}$$

$$X^2 = 49 \times (10 - 2X)^2 \rightarrow X = 7 \times (10 - 2X) \rightarrow X = 4/6$$

$$[\text{NO}] (\text{تعادلی}) = 10 - 2X = 10 - (2 \times 4/6) \rightarrow [\text{NO}] (\text{تعادلی}) = 0.8 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{NO}] (\text{تعادلی}) = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

چون ضریب استوکیومتری  $\text{N}_2$  و  $\text{O}_2$  در سمت فرآورده ها یکسان است، غلظت تعادلی آن ها با هم برابر است، که در جدول واکنش X در نظر گرفته شده است. طبق محاسبات بالا،  $X = 4/6 \text{ mol.L}^{-1}$  یا  $X = 2/3 \text{ mol.L}^{-1}$  می باشد. بنابراین:

$$[\text{N}_2] = [\text{O}_2] = X = 2/3 \text{ mol.L}^{-1}$$

غلظت های تعادلی به دست آمده با نمودار گزینه ۴ همخوانی دارد.

۹ ۱۸/۴ گرم گاز  $\text{NO}_2$  را با ۲۱/۳ گرم گاز کلر در یک ظرف ۴ لیتری در بسته گرم می کنیم تا واکنش تعادلی:



انجام شود. اگر در حالت تعادل ۵۰ درصد گاز  $\text{NO}_2$  مصرف شده باشد، ثابت تعادل و نسبت مولی گاز  $\text{NO}_2$  به گاز  $\text{Cl}_2$  در مخلوط تعادلی کدام است؟ **کنکور تجربی ۱۴۰۰**

(گزینه ها را از راست به چپ بخوانید،  $\text{g.mol}^{-1}$ : O = ۱۶، N = ۱۴، Cl = ۳۵/۵)

۱ ، ۲۰ (۱)      ۲ ، ۲۰ (۲)      ۱ ، ۲۰۰ (۳)      ۲ ، ۲۰۰ (۴)

**پاسخ گزینه ۱**

**راهکار** روش نخست استفاده از استوکیومتری واکنش

با توجه به این که در رابطه ثابت تعادل باید تمام داده ها بر حسب یکای  $\text{mol.L}^{-1}$  جای گذاری شوند، ابتدا غلظت  $\text{NO}_2$  و  $\text{Cl}_2$  را بر حسب  $\text{mol.L}^{-1}$  به دست می آوریم. با توجه به این که در حالت تعادل ۵۰ درصد گاز  $\text{NO}_2$  مصرف شده است، از استوکیومتری واکنش غلظت های تعادلی را به دست می آوریم و با جای گذاری در رابطه ثابت تعادل، مقدار K را حساب می کنیم. همچنین با داشتن غلظت های تعادلی، نسبت مولی گاز  $\text{NO}_2$  به گاز  $\text{Cl}_2$  در مخلوط تعادلی به دست می آید.

**راه حل**

محاسبه غلظت گاز  $\text{NO}_2$  بر حسب  $\text{mol.L}^{-1}$

$$18/4 \text{ g NO}_2 \times \frac{1 \text{ mol NO}_2}{46 \text{ g NO}_2} = 0.4 \text{ mol NO}_2 \rightarrow \frac{0.4 \text{ mol}}{4 \text{ L}} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

محاسبه غلظت گاز  $\text{Cl}_2$  بر حسب  $\text{mol.L}^{-1}$

$$21/3 \text{ g Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{71 \text{ g Cl}_2} = 0.3 \text{ mol Cl}_2 \rightarrow \frac{0.3 \text{ mol Cl}_2}{4 \text{ L}} = 0.075 \text{ mol.L}^{-1}$$

در تعادل ۵۰ درصد گاز  $\text{NO}_2$  مصرف شده است، که برابر  $0.5 \text{ mol.L}^{-1} \times \frac{50}{100} = 0.25 \text{ mol.L}^{-1}$  است. بر اساس واکنش موازنه شده، ضریب  $\text{Cl}_2$  نصف ضریب  $\text{NO}_2$  است. چون  $0.5 \text{ mol}$   $\text{NO}_2$  مصرف شده است، به اندازه نصف آن یعنی  $0.25 \text{ mol}$   $\text{Cl}_2$  مصرف می شود و غلظت  $\text{Cl}_2$  در تعادل برابر با  $0.5 \text{ mol.L}^{-1} - 0.25 = 0.25 \text{ mol.L}^{-1}$  است. همچنین، در واکنش موازنه شده ضریب  $\text{NO}_2\text{Cl}$  با ضریب  $\text{NO}_2$  برابر است، و غلظت تعادلی  $\text{NO}_2\text{Cl}$  برابر  $0.5 \text{ mol.L}^{-1}$  خواهد بود.

محاسبه ثابت تعادل واکنش (K)

$$K = \frac{[\text{NO}_2\text{Cl}]^2}{[\text{NO}_2]^2[\text{Cl}_2]} = \frac{(0.05)^2}{(0.05)^2(0.05)} = 20$$

محاسبه نسبت مولی گاز  $\text{NO}_2$  به گاز  $\text{Cl}_2$  در مخلوط تعادلی

$$\frac{0.05 \text{ mol}}{0.05 \text{ mol}} = 1$$

### راهکار روش دوم استفاده از جدول واکنش برای محاسبات تعادل

با توجه به این که در رابطه ثابت تعادل باید تمام داده ها بر حسب یکای  $\text{mol.L}^{-1}$  جای گذاری شوند، ابتدا غلظت  $\text{NO}_2$  و  $\text{Cl}_2$  را بر حسب  $\text{mol.L}^{-1}$  به دست می آوریم. سپس جدول واکنش را تشکیل داده و مقادیر به دست آمده را در ستون غلظت های اولیه قرار می دهیم. با کامل کردن ستون تغییر غلظت ها بر اساس مقدار مجهول (X) و غلظت های تعادلی، محاسبات انجام شده و غلظت های تعادلی به دست می آیند. سپس، با جای گذاری در رابطه ثابت تعادل، مقدار K را حساب می کنیم. همچنین با داشتن غلظت های تعادلی، نسبت مولی گاز  $\text{NO}_2$  به گاز  $\text{Cl}_2$  در مخلوط تعادلی به دست می آید.

### راه حل

محاسبه غلظت گاز  $\text{NO}_2$  بر حسب  $\text{mol.L}^{-1}$

$$18/4 \text{ g NO}_2 \times \frac{1 \text{ mol NO}_2}{46 \text{ g NO}_2} = 0.4 \text{ mol NO}_2 \rightarrow \frac{0.4 \text{ mol}}{4 \text{ L}} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

محاسبه غلظت گاز  $\text{Cl}_2$  بر حسب  $\text{mol.L}^{-1}$

$$21/3 \text{ g Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{71 \text{ g Cl}_2} = 0.3 \text{ mol Cl}_2 \rightarrow \frac{0.3 \text{ mol Cl}_2}{4 \text{ L}} = 0.075 \text{ mol.L}^{-1}$$

تشکیل جدول واکنش

$2\text{NO}_2(\text{g})$	+	$\text{Cl}_2(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$2\text{NO}_2\text{Cl}(\text{g})$	
$0.1 \text{ mol.L}^{-1}$		$0.075 \text{ mol.L}^{-1}$		۰	غلظت های اولیه
$-2x$		$-x$		$+2x$	تغییر غلظت
$0.1 - 2x$		$0.075 - x$		$+2x$	غلظت های تعادلی

$$2x = 0.1 \times \frac{50}{100} \rightarrow 2x = 0.05 \text{ mol.L}^{-1} \rightarrow x = 0.025 \text{ mol.L}^{-1}$$

محاسبه غلظت های تعادلی با استفاده از ستون غلظت های تعادلی در جدول واکنش و مقدار X

$$[\text{NO}_2]_{(\text{تعادلی})} = 0.1 - 2x = 0.1 - 0.05 = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{Cl}_2]_{(\text{تعادلی})} = 0.075 - x = 0.075 - 0.025 = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{NO}_2\text{Cl}]_{(\text{تعادلی})} = 2x = 2 \times 0.025 = 0.05 \text{ mol.L}^{-1}$$

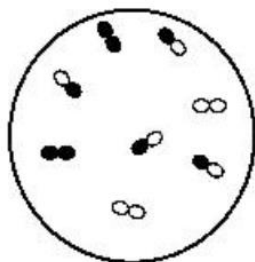
محاسبه ثابت تعادل واکنش (K)

$$K = \frac{[NO_2Cl]^2}{[NO_2]^2[Cl_2]} = \frac{(0.05)^2}{(0.05)^2(0.05)} = 20$$

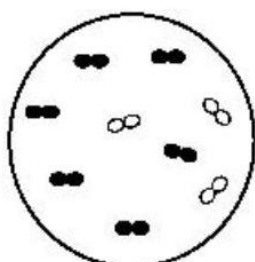
$$\frac{0.05 \text{ mol}}{0.05 \text{ mol}} = 1$$

محاسبه نسبت مولی گاز NO<sub>2</sub> به گاز Cl<sub>2</sub> در مخلوط تعادلی

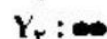
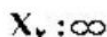
شکل (آ) مخلوط در حال تعادل را برای واکنش:  $X_2(g) + Y_2(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$  نشان می‌دهد. هنگامی که واکنش در شکل (ب) به تعادل برسد، به ترتیب از راست به چپ، چند مول از گازهای X<sub>2</sub>، Y<sub>2</sub> و Z در ظرف واکنش وجود خواهد داشت؟ (هر ذره نشان دهنده ۰/۱ مول و حجم ظرف های واکنش، برابر ۲/۲۵ لیتر و دما ثابت است). **کنکور ریاضی ۱۴۰۰**



(آ)



(ب)



(۱) ۰/۴، ۰/۴، ۰/۱

(۲) ۰/۱، ۰/۴، ۰/۱

(۳) ۰/۳، ۰/۳، ۰/۲

(۴) ۰/۲، ۰/۳، ۰/۲

### پاسخ گزینه ۱

**راهکار** برای تعیین تعداد مول های هر یک از گازهای موجود در تعادل در ظرف (ب)، باید مقدار K ثابت تعادل واکنش را داشته باشیم. چون دما ثابت است، مقدار K برای واکنش در هر دو ظرف برابر است. (مقدار K برای یک واکنش فقط با تغییر دما تغییر می کند). با توجه به معادله واکنش تعادلی و شکل (آ)، مقدار ثابت تعادل (K) را به دست می آوریم. با تعیین مقدار K و داشتن تعداد مول های اولیه مواد می توانیم تعداد مول های مواد در تعادل را به دست آوریم.

### راه حل

رابطه قانون تعادل برای واکنش به صورت زیر است.

$$K = \frac{[Z]^2}{[X_2][Y_2]}$$

چون در رابطه بالا، مجموع ضریب ها در صورت و مخرج کسر برابر است، نیاز به تبدیل تعداد مول ها به غلظت نیست و می توان مستقیماً تعداد مول های مواد در تعادل را در رابطه جای گذاری کرد.

تعداد مول های مواد موجود در تعادل در ظرف (آ) عبارتند از

$$X_2 \text{ های } 2 \times 0.1 = 0.2 \text{ mol} \quad Y_2 \text{ های } 2 \times 0.1 = 0.2 \text{ mol} \quad Z \text{ های } 4 \times 0.1 = 0.4 \text{ mol}$$

مقدارهای به دست آمده را در رابطه قانون تعادل جای گذاری می کنیم، تا مقدار K به دست آید.

$$K = \frac{[Z]^2}{[X_2][Y_2]} \rightarrow K = \frac{[0.4]^2}{[0.2][0.2]} \rightarrow K = 4$$

با توجه به شکل (ب)، تعداد مول های اولیه مواد را در ظرف مشخص می کنیم.

$$X_2 \text{ های } 3 \times 0.1 = 0.3 \text{ mol}$$

$$Y_2 \text{ های } 4 \times 0.1 = 0.4 \text{ mol}$$

با تعیین مقدار K، تعداد مول های تعادلی در ظرف (ب) را به دست می آوریم. جدول واکنش را برای تعادل داده شده رسم می کنیم.

X <sub>2</sub> (g)	+	Y <sub>2</sub> (g)	⇌	2Z(g)	
۰/۳ mol		۰/۴ mol		۰	مول های اولیه
-a		-a		+2a	تغییر تعداد مول ها
۰/۳ - a		۰/۴ - a		2a	مول های تعادلی

مول های تعادلی به دست آمده را در رابطه قانون تعادل جای گذاری می کنیم تا مقدار a به دست آید.

	$4 = \frac{[0.4]^2}{[0.3-a][0.6-a]} \rightarrow a = 2$ <p>با تعیین مقدار <math>a</math>، مول های مواد در تعادل موجود در ظرف (ب) به دست می آید.</p> <p><math>[X_2]_{(تعادلی)} = 0.3 - 0.2 = 0.1 \text{ mol}</math>      <math>[Y_2]_{(تعادلی)} = 0.6 - 0.2 = 0.4 \text{ mol}</math>      <math>[X_2]_{(تعادلی)} = 2 \times 0.2 = 0.4 \text{ mol}</math></p>
<p>۱۱</p> <p>۱۰ مول گاز نیتروژن و ۳۰ مول گاز هیدروژن در شرایط بهینه واکنش هابر، با یک دیگر واکنش داده شده اند. حداکثر چند گرم آمونیاک، در ظرف واکنش تشکیل خواهد شد؟ (<math>H = 1, N = 14 : g \cdot mol^{-1}</math>) <b>کنکور تجربی خارج کشور ۹۸</b></p> <p><b>پاسخ گزینه ۱</b></p>	<p><math display="block">N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)</math></p> <p>۳۴۰ (۴)      ۱۷۰ (۳)      ۱۲۹/۲ (۲)      ۹۵/۲ (۱)</p> <p><b>راهکار</b> طبق مطالب صفحه ۱۰۷ کتاب درسی شیمی دوازدهم، ۲۸٪ مولی مخلوط را آمونیاک تشکیل می دهد، بنابراین، بازده واکنش ۲۸٪ است. بر اساس استوکیومتری واکنش، به ازای مصرف ۱ مول گاز <math>N_2</math>، مقدار ۳ مول گاز <math>H_2</math> مصرف می شود. بنابراین، تمام ۱۰ مول گاز نیتروژن با ۳۰ مول گاز هیدروژن در واکنش مصرف می شوند.</p> <p><b>راه حل</b></p> <p><math display="block">N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)</math></p> <p><math display="block">10 \text{ mol } N_2 \times \frac{2 \text{ mol } NH_3}{1 \text{ mol } N_2} \times \frac{17 \text{ g } NH_3}{1 \text{ mol } NH_3} \times \frac{28}{100} = 95/2 \text{ g } NH_3</math></p>
<p>۱۲</p> <p>در یک آزمایش، ۰/۵ مول <math>F_2(g)</math> و ۱/۱ مول <math>H_2O(g)</math> در یک ظرف دو لیتری با هم واکنش می دهند. اگر در لحظه تعادل، ۲ مول گاز فلوئور، یک مول آب، ۰/۲ مول <math>HF</math> و ۰/۰۵ مول گاز اکسیژن در ظرف واکنش وجود داشته باشد، مقدار <math>K</math> (بر حسب <math>mol \cdot L^{-1}</math> کدام است؟ (معادله موازنه شود). <b>کنکور تجربی خارج کشور ۹۸</b></p> <p><b>پاسخ گزینه ۱</b></p>	<p>۱۰<sup>-۵</sup> (۱)      ۱۰<sup>-۴</sup> (۲)      ۲ × ۱۰<sup>-۵</sup> (۳)      ۵ × ۱۰<sup>-۵</sup> (۴)</p> <p><b>راهکار</b> غلظت های تعادلی در ظرف یک لیتری (<math>mol \cdot L^{-1}</math>)، حساب می شوند و در رابطه قانون تعادل جای گذاری می شوند تا مقدار ثابت تعادل (<math>K</math>)، به دست آید.</p> <p><b>راه حل</b></p> <p>معادله واکنش موازنه شده است</p> <p><math display="block">2F_2(g) + 2H_2O(l) \rightleftharpoons O_2(g) + 4HF(g)</math></p> <p>محاسبه غلظت مول بر لیتر هر یک از اجزای واکنش تعادلی</p> <p><math display="block">[F_2] = \frac{2 \text{ mol}}{2 L} = 1 \text{ mol} \cdot L^{-1} \quad , \quad [H_2O] = \frac{1 \text{ mol}}{2 L} = 0.5 \text{ mol} \cdot L^{-1}</math></p> <p><math display="block">[HF] = \frac{0.2 \text{ mol}}{2 L} = 0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1} \quad , \quad [O_2] = \frac{0.05 \text{ mol}}{2 L} = 0.025 \text{ mol} \cdot L^{-1}</math></p> <p><math display="block">K = \frac{[O_2][HF]^4}{[F_2][H_2O]^2} = \frac{(0.025)(0.1)^4}{(1)(0.5)^2} \rightarrow K = 10^{-5}</math></p>
<p>۱۳</p> <p>در یک ظرف پنج لیتری در بسته، مقداری از گازهای هیدروژن و کربن دی سولفید وارد شده است. اگر در لحظه تعادل ۰/۱ مول از هر واکنش دهنده، ۰/۵ مول گاز متان و ۱ مول گاز هیدروژن سولفید در مخلوط تعادلی وجود داشته باشد، مقدار <math>K</math> بر حسب <math>L^2 \cdot mol^{-2}</math>، کدام است؟ (معادله موازنه شود). <b>کنکور ریاضی خارج کشور ۹۸</b></p> <p><b>پاسخ گزینه ۴</b></p>	<p>۱) <math>6/25 \times 10^5</math>      ۲) <math>6/25 \times 10^6</math>      ۳) <math>1/25 \times 10^5</math>      ۴) <math>1/25 \times 10^6</math></p> <p><b>راهکار</b> غلظت های تعادلی در ظرف ۵ لیتری داده شده اند. بنابراین ابتدا باید غلظت ها در حجم یک لیتر (<math>mol \cdot L^{-1}</math>) به دست آمده و در رابطه قانون تعادل جای گذاری شوند.</p>

راه حل

تبدیل غلظت های تعادلی بر حسب مول بر لیتر

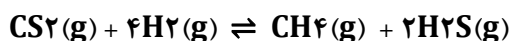
$$[CS_2] = \frac{0.1 \text{ mol}}{5 \text{ L}} = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H_2] = \frac{0.1 \text{ mol}}{5 \text{ L}} = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[CH_4] = \frac{0.5 \text{ mol}}{5 \text{ L}} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[H_2S] = \frac{1 \text{ mol}}{5 \text{ L}} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

نوشتن رابطه ثابت تعادل با استفاده از معادله موازنه شده واکنش و محاسبه مقدار K



$$K = \frac{[CH_4][H_2S]^2}{[CS_2][H_2]^4} = \frac{(0.1)(0.2)^2}{(0.02)(0.02)^4} = 1/25 \times 10^6$$

در ظرف ۲ لیتری در بسته ای، ۱ مول گاز آمونیاک، ۲ مول گاز هیدروژن و ۲ مول گاز نیتروژن، در دمای معین، به حالت تعادل قرار دارند. ثابت این تعادل برابر  $L^2 \cdot mol^{-2}$  ..... است و با اندکی پایین آوردن دمای سامانه واکنش، ثابت تعادل ..... و واکنش در جهت ..... جابه جا می شود. ( $\Delta H < 0$ ) ،  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

- (۱) ۰/۲۵ ، بزرگتر می شود. رفت  
(۲) ۰/۱۶ ، ثابت می ماند، رفت  
(۳) ۰/۲۵ ، کوچکتر می شود، برگشت  
(۴) ۰/۱۶ ، ثابت می ماند، برگشت

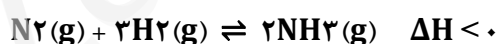
**راهکار قسمت نخست** غلظت های تعادلی همه اجزای سامانه در ظرف ۲ لیتری داده شده اند. برای محاسبه ثابت تعادل یک سامانه تعادلی باید تمام غلظت های تعادلی بر حسب  $mol.L^{-1}$  باشند. بنابر این، ابتدا با توجه به حجم ظرف (۲ لیتر)، غلظت های تعادلی را بر حسب  $mol.L^{-1}$  تبدیل می کنیم و سپس مقادیر آن ها را در رابطه ثابت تعادل جای گذاری خواهیم کرد.

راه حل قسمت نخست

محاسبه غلظت های تعادلی بر حسب یکای  $mol.L^{-1}$

$$[NH_3] = \frac{1 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.5 \text{ mol/L} , [N_2] = [H_2] = \frac{2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 1 \text{ mol/L}$$

محاسبه ثابت تعادل



$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(0.5)^2}{(1)(1)^3} = 0.25$$

**پاسخ قسمت دوم** تعادل در جهت تولید  $NH_3$  گرماده است. طبق اصل لوشاتلیه، با کاهش دما تعادل در جهت رفت (گرماده) پیشرفت می کند و مقدار K افزایش می یابد.

ثابت یونش

ترکیب	Ka
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	۶/۵ × ۱۰ <sup>-۵</sup>
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOH	۱/۴ × ۱۰ <sup>-۵</sup>
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	۴/۳ × ۱۰ <sup>-۷</sup>
HOBBr	۲ × ۱۰ <sup>-۹</sup>
CH <sub>3</sub> COOH	۱/۸ × ۱۰ <sup>-۵</sup>

تفاوت شمار مولکول ها در محلول کدام سه اسید در آب (با حجم و غلظت مولی اولیه برابر و دمای یکسان) با یکدیگر بیشتر است؟ **کنکور تجربی ۱۴۰۱**

- (۱) HCN ، HBr ، H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
(۲) HOBr ، HNO<sub>3</sub> ، H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
(۳) HCOOH ، HNO<sub>2</sub> ، C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COOH  
(۴) CH<sub>3</sub>COOH ، C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH ، HCl

### پاسخ گزینه ۱

**راهکار** ثابت یونش اسیدی (Ka) معیاری است برای مقایسه قدرت

اسیدی. اسیدهای قوی ثابت یونش بسیار بزرگ دارند و تقریباً به طور کامل در آب یونیده می شوند و می توان گفت در محلول اسیدهای قوی شمار مولکول های یونیده نشده بسیار ناچیز است. اسیدهای آلی همگی اسیدهای ضعیف هستند و ثابت یونش آن ها اختلاف زیادی با هم ندارد. در بین اسیدهای غیر آلی، که در کتاب درسی داده شده اند، هیدروسیانیک اسید HCN با  $Ka = 4/9 \times 10^{-10}$  ضعیف ترین اسید است.

### بررسی گزینه ها

- (۱) HCN ، HBr ، H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> - HBr اسید قوی است، و H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> و HCN هر دو اسید ضعیف هستند. Ka برای HCN بسیار کوچک است. (درست)
- (۲) HOBr ، HNO<sub>3</sub> ، H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - HNO<sub>3</sub> و H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> هر دو اسید قوی می باشند و یونش آن ها در محلول تقریباً کامل است. (نادرست)
- (۳) HCOOH ، HNO<sub>2</sub> ، C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COOH - هر سه اسیدهای ضعیف هستند، با مقادیر Ka که اختلاف زیادی با هم ندارند. (نادرست)
- (۴) CH<sub>3</sub>COOH ، C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH ، HCl - CH<sub>3</sub>COOH و C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH هر دو اسیدهای آلی هستند که اسید ضعیف بوده و Ka نزدیک به هم دارند. (نادرست)

اگر Ka یک اسید ضعیف (HA) برابر  $2 \times 10^{-6}$  و Kb یک باز ضعیف (XOH) برابر  $4 \times 10^{-4}$  باشد، غلظت مولار یون هیدرونیوم در محلول ۰/۰۲ مولار اسید، چند برابر غلظت مولار یون هیدروکسید در محلول ۰/۰۱ مولار باز و درصد یونش باز، چند برابر درصد یونش اسید است؟ گزینه ها را از راست به چپ بخوانید. با توجه به یونش اندک اسید و باز، غلظت مولار آن ها قبل و بعد از یونش به تقریب یکسان در نظر گرفته شود. **کنکور ریاضی خارج کشور ۱۴۰۱**

- (۱) ۲۵ - ۰/۰۱ (۲) ۲۰ - ۰/۰۱ (۳) ۲۵ - ۰/۰۱ (۴) ۲۰ - ۰/۰۱ **پاسخ گزینه ۴**

**راهکار قسمت نخست سوال** با توجه به یونش اندک اسید و باز، غلظت مولار آن ها قبل و بعد از یونش به تقریب یکسان در نظر گرفته شود. به همین دلیل در رابطه ثابت یونش اسید از غلظت  $[H^+]$  و برای یونش باز از غلظت  $[OH^-]$  در مخرج کسر صرف نظر می کنیم. در این حالت، با استفاده از روابط زیر غلظت یون های  $[H^+]$  و  $[OH^-]$  به دست می آید.

$$[H^+]^2 = Ka \cdot C_M \quad \text{برای اسید ضعیف HA، رابطه ثابت یونش اسیدی به صورت مقابل است.}$$

$$[OH^-]^2 = Kb \cdot C_M \quad \text{و برای باز ضعیف XOH، رابطه ثابت یونش بازی به صورت مقابل می باشد.}$$

### راه حل قسمت نخست سوال

$$[H^+]^2 = Ka \cdot C_M \rightarrow [H^+]^2 = (2 \times 10^{-6})(2 \times 10^{-2}) \rightarrow [H^+] = 2 \times 10^{-4} \text{ مولار}$$

$$[\text{OH}^-]^2 = K_b \cdot C_M \rightarrow [\text{OH}^-]^2 = (4 \times 10^{-4})(10^{-2}) \rightarrow [\text{OH}^-] = 2 \times 10^{-3} \text{ مولار}$$

$$\frac{2 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-4}} = 10$$

نسبت غلظت یون هیدرونیوم در محلول اسید، به غلظت یون هیدروکسید در محلول باز

### راهکار قسمت سوال

برای مقایسه درصد یونش باز نسبت به درصد یونش اسید، از دو رابطه زیر استفاده می کنیم.

$$[\text{H}^+] = C_M \times \alpha \quad [\text{OH}^-] = C_M \times \alpha$$

$$[\text{H}^+] = C_M \times \alpha \rightarrow \alpha = \frac{[\text{H}^+]}{C_M} \rightarrow \frac{2 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-2}} = 0/01 \quad \text{برای محلول اسید}$$

$$[\text{OH}^-] = C_M \times \alpha \rightarrow \alpha = \frac{[\text{OH}^-]}{C_M} \rightarrow \frac{2 \times 10^{-3}}{10^{-2}} = 0/2 \quad \text{برای محلول باز}$$

$$\frac{0.2}{0.01} = 20 \quad \text{نسبت درصد یونش باز به درصد یونش اسید}$$

دربارهٔ محلول ۱ مولار فرمیک اسید (محلول I) و محلول ۱ مولار استیک اسید (محلول II) در دمای اتاق و با حجم برابر، چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟ (نسبت ثابت یونش دو اسید را به تقریب برابر ۱۰ در نظر بگیرید.)

کنکور تجربی خارج کشور ۱۴۰۱

- نسبت  $[\text{H}^+]$  در محلول I به  $[\text{H}^+]$  در محلول II، از  $\sqrt{10}$  کوچک تر است.
- شمار کل یون های موجود در محلول I، ۱۰ برابر شمار کل یون های موجود در محلول II است.
- برای نزدیک شدن مقدار ثابت یونش دو محلول به یکدیگر، غلظت محلول II باید ۱۰ برابر شود.
- نسبت شمار مولکول های یونیده نشده در محلول II، به شمار مولکول های یونیده نشده در محلول I، بزرگ تر از یک است.

### پاسخ گزینه ۲

۱) یک (۲) دو (۳) سه (۴) چهار

**راهکار** فرمیک اسید (HCOOH) و استیک اسید (CH<sub>3</sub>COOH)، هر دو اسید ضعیف یک پروتونه (یک ظرفیتی) هستند. طبق داده های سوال، ثابت یونش فرمیک اسید تقریباً ۱۰ برابر ثابت یونش استیک اسید است. (فرمیک اسید، اسیدی قوی تر از استیک اسید است.)

$$\frac{K_a(\text{HCOOH})}{K_a(\text{CH}_3\text{COOH})} \approx 10$$

مقدار ثابت یونش (Ka) برای محلول دو اسید داده نشده است. بنابر این، برای نوشتن رابطه ثابت یونش می توان دو حالت را در نظر گرفت.

**حالت نخست:** در مخرج کسر ثابت یونش، از  $[\text{H}^+]$  صرف نظر نکنیم. در این حالت رابطه ثابت یونش برای محلول آبی این دو اسید به صورت زیر است.

$$K_a(\text{HCOOH}) = \frac{[\text{H}^+]^2}{1 - [\text{H}^+]}$$

$$K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{[\text{H}^+]^2}{1 - [\text{H}^+]}$$

**حالت دوم:** می توان به دلیل کوچک بودن  $[\text{H}^+]$ ، از آن در مقابل ۱ (مولاریته محلول اسید) صرف نظر کرد، و به دلیل این که هر دو اسید ضعیف هستند، غلظت HCOOH و CH<sub>3</sub>COOH، را در مخرج کسر هر دو رابطه برابر ۱ مولار فرض کنیم.

$$K_a(\text{HCOOH}) = \frac{[\text{H}^+]^2}{1}$$

$$K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{[\text{H}^+]^2}{1}$$

$$\frac{[\text{H}^+]^2_{\text{HCOOH}}}{[\text{H}^+]^2_{\text{CH}_3\text{COOH}}} \approx 10 \quad \text{بنابر این می توان نتیجه گرفت:}$$

### بررسی گزینه ها

نسبت  $[H^+]$  در محلول I به  $[H^+]$  در محلول II، از  $\sqrt{10}$  کوچک تر است.

اگر حالت نخست را در نظر بگیریم، یعنی، 
$$K_a = \frac{[H^+]^2}{1 - [H^+]}$$

(درست) 
$$\frac{[H^+]_{HCOOH}}{[H^+]_{CH_3COOH}} < \sqrt{10}$$

و اگر حالت دوم را در نظر بگیریم، یعنی، 
$$K_a = \frac{[H^+]^2}{[1]}$$

(نادرست) 
$$\frac{[H^+]_{HCOOH}}{[H^+]_{CH_3COOH}} \approx \sqrt{10}$$

**توضیح** در کتاب های مرجع شیمی گفته شده، اگر مقدار  $K_a$  برای اسید، یا  $K_b$  برای باز کوچکتر از  $10^{-3}$  باشد، می توان به

دلیل ناچیز بودن، از غلظت یون های  $H^+$  و  $OH^-$  در مخرج کسر ثابت یونش صرف نظر کرد. در این حالت از معادله های

$$K_a(HCOOH) = \frac{[H^+]^2}{1} \quad K_a(CH_3COOH) = \frac{[H^+]^2}{1}$$

برای تعیین غلظت یون ها استفاده می شود. به این ترتیب، از نظر علمی عبارت اول نادرست است.

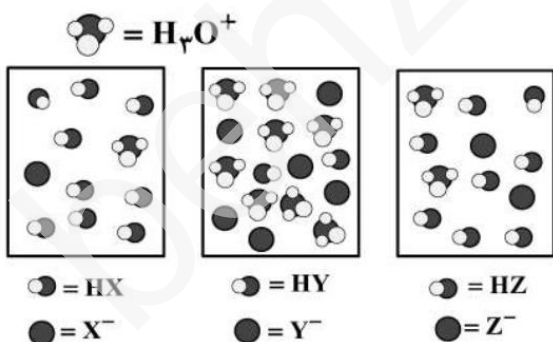
شمار کل یون های موجود در محلول I، ۱۰ برابر شمار کل یون های موجود در محلول II است. - با توجه به توضیح ارائه شده برای عبارت اول، نسبت غلظت یون های هیدرونیوم در دو محلول ( $\sqrt{10}$ ) می باشد. اما، در هر دو محلول به جز یون های هیدرونیوم، به ترتیب آنیون های فرمات ( $HCOO^-$ ) و استات ( $CH_3COO^-$ )، نیز وجود دارند. بنابر این، شمار کل یون ها در محلول (I) نمی تواند ۱۰ برابر شمار کل یون ها در محلول (II) باشد. (نادرست)

برای نزدیک شدن مقدار ثابت یونش دو محلول به یکدیگر، غلظت محلول II باید ۱۰ برابر شود. - ثابت یونش ( $K_a$ ) فقط با دما تغییر می کند و تغییر غلظت تاثیری بر آن ندارد. (نادرست)

نسبت شمار مولکول های یونیده نشده در محلول II، به شمار مولکول های یونیده نشده در محلول I، بزرگ تر از یک است. - با توجه به این که ثابت یونش محلول II کوچک تر از ثابت یونش محلول I است، در محلول II تعداد کمتری از مولکول ها یونیده می شوند. (درست)

در شکل زیر محلول اسیدهای HX، HY و HZ، با غلظت مولی و دمای یکسان نشان داده شده است، و برای سادگی مولکول های آب حذف شده است. چند مورد از مطالب زیر در باره آن ها

درست است؟ **کنکور تجربی ۱۴۰۰**



- در میان اسیدها، HX ضعیف ترین اسید است.
- واکنش یونش هر سه اسید در آب تعادلی است.
- قدرت اسیدی اتانویک اسید به یقین از HY کمتر است.
- ثابت یونش HZ، از ثابت یونش HX بزرگتر و از ثابت یونش HY کوچک تر است.
- اگر HX، هیدروسیانیک اسید باشد، HZ می تواند هیدروفلوئوریک اسید باشد.

### پاسخ گزینه ۴

۵ (۴)

۴ (۳)

۳ (۲)

۲ (۱)

**راهکار** با توجه به شکل و تعداد مولکول های یونیده شده هر اسید، می توان قدرت اسیدی آن ها را با هم مقایسه کرد. در محلول اسید HX از ۱۰ مولکول فقط یک مولکول یونیده شده است و ۹ مولکول یونیده نشده وجود دارد. در محلول اسید HY تعداد ۸ یون هیدرونیوم و ۲ مولکول HY یونیده نشده وجود دارد. (توضیح: برای محلول اسید HY شکل ناقص است و



باید به تعداد یون های هیدرونیوم، یون  $Y^-$  وجود داشته باشد. در صورتی که فقط ۶ یون  $Y^-$  در شکل نشان داده شده است). در محلول اسید HZ از هر ۱۰ مولکول ۲ مولکول یونیده شده اند، و ۸ مولکول یونیده نشده باقی مانده اند. با این اطلاعات، درصد یونش در محلول هر اسید عبارت است از:  
 برای محلول اسید HX  $\alpha = 10\%$ ، برای محلول اسید HX  $\alpha = 80\%$ ، برای محلول اسید HX  $\alpha = 20\%$ ،

### بررسی جمله های داده شده

- بر اساس مقادیر درصد یونش اسیدها HX ضعیف ترین اسید است. (درست)
- درصد یونش هیچ یک از اسیدها کامل (۱۰۰٪) نیست و هر سه اسید به صورت تعادلی در محلول آبی یونیده می شوند. (درست)
- اتانویک اسید ( $C_2H_5COOH$ )، یک اسید آلی ضعیف است. (تمام اسیدهای آلی، اسیدهای ضعیف هستند). بنابراین این قدرت اسیدی آن از HY با ۸۰٪ یونش کمتر می باشد. (درست)
- (درست)
- طبق جدول داده شده در کتاب درسی شیمی سال دوازدهم، قدرت اسیدی محلول آبی HF از محلول آبی HCN بیشتر است. بر اساس شکل نیز قدرت اسیدی محلول HZ از محلول آبی HX بزرگتر است، که نشان دهنده قدرت اسیدی بیشتر HZ می باشد. (درست)

ثابت یونش اسید ضعیف HA به ازای هر ۱۰ درجه سلسیوس افزایش دما، ۱۲/۵ درصد به صورت خطی افزایش می یابد. اگر ثابت یونش این اسید در  $45^\circ C$  برابر  $2 \times 10^{-4}$  و غلظت HA در  $25^\circ C$  پس از یونش برابر ۶ مولار باشد، نسبت شمار یون های هیدروکسید به شمار یون های هیدرونیوم در محلول آن با دمای  $25^\circ C$  به تقریب کدام است و در کدام دما (با یکای  $^\circ C$ ) نسبت شمار یون های هیدروکسید به شمار یون های هیدرونیوم کمتر است؟ **کنکور تجربی خارج کشور ۹۹**

۱)  $20, 1/1 \times 10^{-11}$  ۲)  $30, 6 \times 10^{-12}$  ۳)  $20, 6 \times 10^{-12}$  ۴)  $30, 1/1 \times 10^{-11}$  **پاسخ گزینه ۴**

**راهکار** با توجه به کاهش دما از  $45^\circ C$  به  $25^\circ C$ ، و مشخص بودن کاهش ۱۲/۵ درصدی  $K_a$  به ازای هر  $10^\circ C$  کاهش دما، ثابت یونش اسید HA را در دمای  $25^\circ C$  حساب می کنیم. سپس با استفاده از معادله ثابت یونش اسیدی، غلظت یون های  $H^+$  در محلول به دست می آید. در ادامه با استفاده از رابطه  $[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$  غلظت یون های هیدروکسید  $OH^-$  را به دست آورده و نسبت  $\frac{[OH^-]}{[H^+]}$  تعیین خواهد شد.

**راه حل** محاسبه  $K_a$  اسید در دمای  $25^\circ C$   
 با هر  $10^\circ C$  کاهش دما،  $K_a$  به اندازه ۱۲/۵٪ کاهش می یابد. کاهش تقریبی  $K_a$  به صورت زیر محاسبه می شود.

$$2 \times 0.125 = 0.25 \times 10^{-4}$$

مقدار  $K_a$  در دمای  $25^\circ C$  برابر  $1/5 \times 10^{-4} = 0.2 \times 10^{-4} - 0.25 \times 10^{-4}$  می باشد.

محاسبه غلظت یون های  $H^+$  در محلول در دمای  $25^\circ C$

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{C_M - [H^+]} \rightarrow 1/5 \times 10^{-4} = \frac{[H^+]^2}{6} \rightarrow [H^+] = 3 \times 10^{-2}$$

محاسبه غلظت یون های  $OH^-$  در محلول در دمای  $25^\circ C$

$$[H_2O^+] \times [OH^-] = 10^{-14} \rightarrow 3 \times 10^{-2} \times [OH^-] = 10^{-14} \rightarrow [OH^-] = 3/3 \times 10^{-13}$$

محاسبه نسبت  $\frac{[OH^-]}{[H^+]}$  در محلول در دمای  $25^\circ C$

	$\frac{[OH^-]}{[H^+]} = \frac{3.3 \times 10^{-13}}{3 \times 10^{-2}} = 3/3 \times 10^{-11}$ <p>در قسمت دوم سوال برای تعیین دمایی که در آن غلظت یون های هیدروکسید کمتر شود، در سوال گفته شده که با افزایش دما، ثابت یونش <math>K_a</math> بزرگتر می شود. بنابر این با افزایش دما میزان یونش اسید HA افزایش یافته و غلظت یون های <math>H^+</math> در محلول بیشتر خواهد شد، که منجر به کاهش غلظت یون های <math>OH^-</math> می شود. در نتیجه دما باید از <math>25^\circ C</math> بیشتر باشد.</p>
<p>۶</p>	<p>اگر غلظت یون هیدرونیوم در محلولی از یک نوع اسید (HA) با غلظت ۰/۰۵ مولار در دمای معین، برابر <math>5 \times 10^{-4}</math> مول بر لیتر باشد، ثابت تعادل یونش این اسید، به تقریب کدام است؟ <b>کنکور تجربی خارج کشور ۹۸</b></p> <p>پاسخ گزینه ۲</p> <p>(۱) <math>2/5 \times 10^{-5}</math> (۲) <math>5 \times 10^{-6}</math> (۳) <math>2/5 \times 10^{-6}</math> (۴) <math>5 \times 10^{-5}</math></p> <p><b>راهکار</b> معادله یونش اسید HA را می نویسیم. بر اساس واکنش یونش که در زیر نشان داده شده <math>[H^+] = [A^-] = 5 \times 10^{-4}</math>. رابطه ثابت یونش را برای HA می نویسیم، و مقادیر داده شده را در آن جای گذاری می کنیم.</p> $HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq)$ <p style="text-align: center;">۱mol <math>H^+</math>      ۱mol <math>A^-</math></p> <p><b>راه حل</b> غلظت یون <math>[H^+]</math>، در مقابل غلظت مولار محلول بسیار ناچیز است. به همین دلیل، برای ساده شدن محاسبات، در رابطه ثابت یونش اسیدی از <math>[H^+]</math>، در مقابل مولاریته اسید <math>[HA] = C_M</math> صرف نظر می کنیم.</p> $K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA] - [H^+]} \rightarrow K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{(5 \times 10^{-4})^2}{5 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^{-6}$
<p>۷</p>	<p>اگر غلظت یون هیدرونیوم و مولکول یونیده نشده یک اسید در محلولی از آن در دمای معین، به ترتیب برابر با <math>5/5 \times 10^{-4}</math> و <math>2/5 \times 10^{-2}</math> مول بر لیتر باشد، ثابت تعادل یونش این اسید، کدام است؟ <b>کنکور تجربی ۹۸</b></p> <p>پاسخ گزینه ۳</p> <p>(۱) <math>2/12 \times 10^{-4}</math> (۲) <math>2/21 \times 10^{-4}</math> (۳) <math>1/21 \times 10^{-5}</math> (۴) <math>1/12 \times 10^{-5}</math></p> <p><b>راهکار</b> از رابطه ثابت یونش اسیدی <math>K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}</math> استفاده می کنیم. چون در اثر یونش اسید در محلول به ازای ۱ مول یون <math>[H^+]</math>، مقدار ۱ مول یون <math>[A^-]</math> تولید می شود، <math>[H^+] = [A^-]</math> می باشد و در صورت معادله غلظت یون <math>[A^-]</math> معلوم است.</p> <p><b>راه حل</b></p> $HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq) \rightarrow [H^+] = [A^-] = 5/5 \times 10^{-4}$ $K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{(5.5 \times 10^{-4})^2}{2.5 \times 10^{-2}} = 1/21 \times 10^{-5}$
<b>غلظت یون ها در محلول های اسید و باز، pH محلول ها</b>	
<p>۱</p>	<p>اگر به محلول ۰/۰۲ مولار یک اسید قوی تک پروتون دار ۹ برابر حجم آن آب مقطر اضافه شود، pH آن چند واحد تغییر می کند و درصد یونش محلول ۰/۰۱ مولار اسید ضعیف HA باید کدام عدد باشد تا pH آن با pH نهایی اسید قوی برابر شود؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید). <b>کنکور تجربی دی ماه ۱۴۰۱</b></p> <p>پاسخ قسمت نخست</p> <p>پاسخ قسمت دوم</p> <p>پاسخ گزینه ۱</p> <p>(۱) ۲۰، ۱ (۲) ۲۰، ۱/۵ (۳) ۴، ۱ (۴) ۴، ۱/۵</p> <p>اگر به محلول ۰/۰۲ مولار یک اسید قوی تک پروتون دار ۹ برابر حجم آن آب مقطر اضافه شود، pH آن چند واحد تغییر می کند و درصد یونش محلول ۰/۰۱ مولار اسید ضعیف HA باید کدام عدد باشد تا pH آن با pH نهایی اسید قوی برابر شود؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید). <b>کنکور تجربی دی ماه ۱۴۰۱</b></p> <p>پاسخ قسمت نخست هنگامی که به محلول اسید قوی ۹ برابر آن آب مقطر افزوده شود، محلول ۱۰ بار رقیق شده و pH آن ۱ واحد افزایش می یابد.</p> <p>پاسخ قسمت دوم pH محلول اسید قوی را قبل از افزودن آب حساب کرده و ۱ واحد به آن اضافه می کنیم تا pH محلول</p>

رقیق به دست آید. به دلیل برابر بودن pH محلول اسید قوی با pH محلول اسید ضعیف  $[H^+]$  در آن ها برابر است. غلظت  $H^+$  را در محلول اسید قوی رقیق شده تعیین می کنیم که با غلظت  $H^+$  در محلول اسید ضعیف برابر می شود. با داشتن غلظت  $H^+$  و مولاریته محلول اسید ضعیف، درصد یونش آن از رابطه  $[H^+] = C_M \times \alpha$  به دست می آید.

### راه حل قسمت دوم

$$pH = -\log [H^+] \rightarrow pH = -\log 0.002 = -\log 2 \times 10^{-3} \rightarrow pH = 2.7$$

محلول ۱۰ بار رقیق شده و pH آن ۱ واحد افزایش یافته به ۳/۷ می رسد.

غلظت  $H^+$  در محلول اسید قوی رقیق شده (محلول نهایی اسید قوی)، را محاسبه می کنیم.

$$[H^+] = 10^{-pH} \rightarrow [H^+] = 10^{-3.7} \rightarrow [H^+] = 10^{+0.3} \times 10^{-4} \rightarrow [H^+] = 2 \times 10^{-4}$$

با تعیین غلظت  $[H^+]$  و داشتن مولاریته محلول اسید ضعیف، درصد یونش آن را به دست می آوریم.

$$[H^+] = C_M \times \alpha \rightarrow \alpha = \frac{[H^+]}{C_M} \rightarrow \alpha = \frac{2 \times 10^{-4}}{10^{-3}} = 0.2 = 20\%$$

۲ اگر pH محلول یک باز قوی (دارای یون هیدروکسید) برابر ۱۰ و pH محلول یک اسید قوی (تک پروتون دار) برابر ۴ باشد، نسبت جرم نیتریک اسید به جرم سدیم هیدروکسید که به ترتیب باید به ۱۰۰ لیتر از آنها اضافه شود تا هر یک را به  $pH = 7$  برساند، کدام است؟ ( $H=1, N=14, O=16, Na=23 \text{ g.mol}^{-1}$ ) **کنکور ریاضی دی ماه ۱۴۰۱**

### پاسخ گزینه ۱

$$1/575 \quad (1) \quad 1/575 \times 10^{-1} \quad (2) \quad 1/575 \times 10^{-2} \quad (3) \quad 1/575 \times 10^{-3} \quad (4)$$

**راهکار** برای محلول باز قوی می خواهیم pH محلول را از ۱۰ به ۷ برسانیم. بنابراین:  $\Delta pH = 10 - 7 = 3$

با تعیین  $\Delta pH$ ، می توانیم  $\Delta[H^+]$  را به دست آورده و از روی آن جرم نیتریک اسید مورد نیاز را حساب کنیم.

برای محلول اسید قوی می خواهیم pH را از ۴ به ۷ برسانیم. بنابراین:  $\Delta pH = 7 - 4 = 3$

به دلیل این که در این مرحله برای خنثی کردن اسید از محلول سدیم هیدروکسید NaOH استفاده می کنیم، با تعیین

$\Delta pH$ ، می توانیم  $\Delta[OH^-]$  را به دست آوریم و در ادامه جرم سدیم هیدروکسید مورد نیاز را حساب کنیم.

### راه حل

برای محلول باز قوی

$$\Delta pH = 10 - 7 = 3 \rightarrow \Delta[H^+] = 10^{-3} \text{ mol HNO}_3$$

$$10^{-3} \text{ mol} \times 63 = 6/3 \times 10^{-2} \text{ g HNO}_3 \quad (\text{HNO}_3 = 63 \text{ g.mol}^{-1})$$

برای محلول اسید قوی

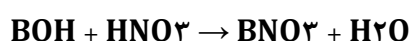
$$\Delta pH = 10 - 7 = 3 \rightarrow \Delta[H^+] = \Delta[OH^-] = 10^{-3} \text{ mol NaOH} \quad (\text{NaOH} = 40 \text{ g.mol}^{-1})$$

$$10^{-3} \text{ mol} \times 40 = 4 \times 10^{-2} \text{ g NaOH} \quad (\text{HNO}_3 = 63 \text{ g.mol}^{-1})$$

$$\frac{6.3 \times 10^{-2}}{4 \times 10^{-2}} = 1/575$$

نسبت جرم نیتریک اسید به جرم سدیم هیدروکسید

**روش دوم** از استوکیومتری واکنش استفاده می کنیم.



برای محلول باز قوی

$$pH = 10 \rightarrow pOH = 4 \rightarrow [OH^-] = 10^{-4} \text{ مولار} \rightarrow C_M = 10^{-4} \text{ مولار (باز قوی یک ظرفیتی است)}$$

$$100 \text{ L محلول} \times \frac{10^{-4} \text{ مولار}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ mol BOH}} \times \frac{63 \text{ g HNO}_3}{1 \text{ mol HNO}_3} = 0.63 \text{ g HNO}_3$$

	<p style="text-align: center;"><math>\text{NaOH} + \text{HA} \rightarrow \text{NaA} + \text{H}_2\text{O}</math></p> <p style="text-align: right;">برای محلول اسید قوی</p> <p>(اسید قوی یک پروتونه است) مولار <math>C_M = 10^{-4}</math> → مولار <math>[H^+] = 10^{-4}</math> → <math>\text{pH} = 4</math></p> $100 \text{ L محلول} \times \frac{10^{-4} \text{ مولار}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol HA}} \times \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = 0.4 \text{ g NaOH}$ <p style="text-align: center;"><math>\frac{0.63 \text{ g}}{0.4 \text{ g}} = 1.575</math></p> <p style="text-align: right;">نسبت جرم نیتریک اسید به جرم سدیم هیدروکسید</p>
<p style="text-align: right;">۳</p> <p>در دمای یکسان، pH محلولی از اسید ضعیف HA با pH محلول ۰/۰۱ مولار نیتریک اسید برابر است. اگر Ka برای اسید ضعیف برابر <math>2 \times 10^{-4}</math> باشد، غلظت مولار محلول آن، به تقریب چند برابر غلظت مولار محلول نیتریک اسید است؟</p> <p style="text-align: center;">(۱) ۳/۵      (۲) ۴/۵      (۳) ۵      (۴) ۶      کنکور ریاضی دی ماه ۱۴۰۱</p> <p style="text-align: center;"><b>پاسخ گزینه ۳</b></p> <p><b>راهکار</b> نیتریک اسید <math>\text{HNO}_3</math> اسید قوی یک ظرفیتی است. بنابراین، <math>[H^+]</math> در آن با مولاریته اسید برابر است. pH محلول نیتریک اسید را به دست می آوریم که با pH محلول اسید ضعیف HA برابر می باشد. با تعیین pH اسید ضعیف، <math>[H^+]</math> آن تعیین می شود. با داشتن غلظت <math>H^+</math> و Ka اسید ضعیف HA، مولاریته آن را به دست می آوریم. در انتها مولاریته دو اسید را مقایسه می کنیم.</p> <p style="text-align: right;"><b>راه حل</b></p> <p>برای نیتریک اسید <math>[H^+] = 10^{-3}</math> → <math>\text{pH} = -\log [H^+] \rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-3} \rightarrow \text{pH} = 3</math></p> <p>برای اسید ضعیف HA <math>[H^+] = 10^{-\text{pH}} \rightarrow [H^+] = 10^{-3}</math></p> <p>به دلیل این که <math>Ka &lt; 10^{-3}</math> می باشد، از رابطه <math>Ka = \frac{[H^+]^2}{C_M}</math> برای محاسبات استفاده می کنیم.</p> $Ka = \frac{[H^+]^2}{C_M} \rightarrow 2 \times 10^{-4} = \frac{(10^{-3})^2}{C_M} \rightarrow C_M = 5 \times 10^{-3}$ <p style="text-align: center;"><math>\frac{5 \times 10^{-3}}{10^{-3}} = 5</math></p> <p>نسبت مولاریته اسید ضعیف HA به نیتریک اسید برابر است با ۵</p>	
<p style="text-align: right;">۴</p> <p>اگر غلظت مولار یک نمونه محلول استیک اسید (محلول I) و یک نمونه محلول نیتریک اسید (محلول II) با دمای یکسان برابر باشد، کدام مطلب درست است؟ <b>کنکور تجربی ۱۴۰۱</b></p> <p>(۱) غلظت یون ها و مولکول ها در محلول I بیشتر از غلظت آنها در محلول II است.</p> <p>(۲) با افزایش دمای دو محلول به یک اندازه، pH دو محلول نیز به یک اندازه تغییر می کند.</p> <p>(۳) اگر دمای دو محلول به یک اندازه بالا رود، تفاوت غلظت یون های موجود در دو محلول کاهش پیدا می کند.</p> <p>(۴) اگر غلظت اسید در یکی از محلول ها افزایش یابد، ثابت تعادل و درصد یونش دو محلول به یکدیگر نزدیک تر می شود.</p> <p style="text-align: center;"><b>پاسخ گزینه ۳</b></p> <p><b>راهکار</b> استیک اسید <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math>، یک اسید آلی ضعیف با <math>Ka = 1/8 \times 10^{-5}</math> است. اما، نیتریک اسید <math>\text{HNO}_3</math> یک اسید قوی می باشد که به دلیل بزرگ بودن ثابت یونش آن در محلول، به میزان بسیار زیاد یونیده می شود.</p> <p style="text-align: right;"><b>بررسی گزینه ها</b></p> <p>(۱) در محلول استیک اسید غلظت مولکول ها بیشتر است، اما غلظت یون ها بسیار کم است. <b>(نادرست)</b></p> <p>(۲) چون قدرت اسیدی این دو محلول یکسان نیست، با افزایش دما pH آن ها به یک اندازه تغییر نمی کند. <b>(نادرست)</b></p> <p>(۳) نیتریک اسید، یک اسید قوی است و در هر دمایی میزان یونش آن زیاد است. اما، استیک اسید، اسیدی ضعیف بوده و با افزایش دما میزان یونش آن تغییر زیادی خواهد کرد و به میزان یونش نیتریک اسید نزدیک خواهد شد. <b>(درست)</b></p>	

۴) درصد یونش محلول اسیدها با غلظت اسید وابستگی زیادی ندارد. (نادرست)

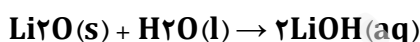
۵) بر پایه نظریه آرنیوس، خواص فراورده واکنش لیتیم اکسید با آب، مشابه فراورده واکنش کدام اکسید با آب است. و واکنش چند میلی گرم از لیتیم اکسید در آب مقطر در دمای اتاق، pH آب را نسبت به مقدار آغازی آن ۵۰ درصد تغییر می دهد؟ (حجم محلول پایانی ۲/۵ لیتر در نظر گرفته شود.  $\log 3 = 0.5$ ,  $\text{Li} = 7$ ,  $\text{O} = 16$  : g.mol<sup>-1</sup>) **کنکور ریاضی خارج کشور ۱۴۰۱**

۱)  $\text{CaO}$ ، ۱۱/۲۵، ۲)  $\text{CaO}$ ، ۱۱/۲۵، ۳)  $\text{K}_2\text{O}$ ، ۲۲/۵، ۴)  $\text{SO}_2$ ، ۲۲/۵ **پاسخ گزینه ۲**

**راهکار** بر پایه نظریه آرنیوس، محلول اکسیدهای فلزی در آب خاصیت بازی داشته و محلول اکسیدهای نافلز در آب خاصیت اسیدی نشان می دهند. بنابر این قسمت نخست سوال می تواند گزینه ۲ ( $\text{CaO}$ ) و یا گزینه ۳ ( $\text{K}_2\text{O}$ )، باشد. برای حل قسمت دوم سوال: pH آب مقطر در دمای اتاق ۷ است. لیتیم اکسید  $\text{Li}_2\text{O}$ ، اکسید بازی است و pH را به اندازه ۵۰٪ مقدار اولیه آن ( $7 \times \frac{50}{100} = 3/5$ ) واحد افزایش می دهد، و pH محلول به  $10/5 = 7 + 3/5$  می رسد. با داشتن pH محلول، غلظت یون  $\text{H}^+$  و از روی آن غلظت یون  $\text{OH}^-$  به دست می آید. در ادامه مسئله را می توان به دو روش حل کرد.

**روش نخست**

معادله موازنه شده واکنش را می نویسیم.



چون فراورده واکنش  $\text{LiOH}$ ، باز قوی یک ظرفیتی است. غلظت یون  $\text{OH}^-$  که در مرحله قبل به دست می آید، با مولاریته محلول  $\text{LiOH}$  برابر است. بر این اساس، می توان با استفاده از استوکیومتری واکنش جرم لیتیم اکسید  $\text{Li}_2\text{O}$  را به دست آورد.

**راه حل**

$$\text{pH} = 10/5 \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} \rightarrow \text{pH} = 10^{-10/5} \rightarrow [\text{H}^+] = 3 \times 10^{-11} \text{ مولار}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]} \rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{3 \times 10^{-11}} \rightarrow [\text{OH}^-] = 3/3 \times 10^{-4} \text{ مولار}$$

$$2/5 \text{ L محلول} \times \frac{3.3 \times 10^{-4} \text{ مولار}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Li}_2\text{O}}{2 \text{ mol LiOH}} \times \frac{30 \text{ g Li}_2\text{O}}{1 \text{ mol Li}_2\text{O}} = 12/5 \text{ mg Li}_2\text{O}$$

توضیح اگر برای سادگی در محاسبات، غلظت یون  $\text{OH}^-$  را به جای مولار  $3/3 \times 10^{-4}$ ، برابر با مولار  $3 \times 10^{-4}$  در نظر بگیریم. جرم  $\text{Li}_2\text{O}$  برابر ۱۱/۲۵ میلی گرم می شود که با گزینه ۳ همخوانی دارد.

**روش دوم**

$\text{Li}_2\text{O}$  با آرنیوس محسوب می شود و باز دو ظرفیتی است. با تعیین غلظت یون  $\text{OH}^-$  و حجم محلول می توان تعداد مول های  $\text{Li}_2\text{O}$  را به دست آورده و از روی آن، جرم لیتیم اکسید را حساب کرد.

**راه حل**

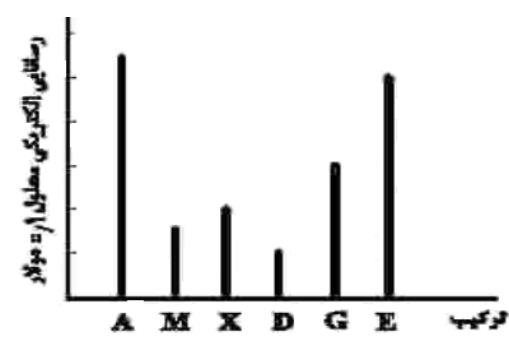
$$\text{pH} = 10/5 \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} \rightarrow \text{pH} = 10^{-10/5} \rightarrow [\text{H}^+] = 3 \times 10^{-11} \text{ مولار}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]} \rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{3 \times 10^{-11}} \rightarrow [\text{OH}^-] = 3/3 \times 10^{-4} \text{ مولار}$$

$\text{Li}_2\text{O}$  باز دو ظرفیتی است. بنابر این مولاریته محلول  $\text{Li}_2\text{O}$  از رابطه زیر محاسبه می شود.

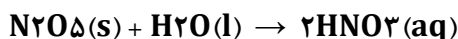
$$[\text{OH}^-] = C_M \times n$$

در این رابطه  $n = 2$ ، ظرفیت  $\text{Li}_2\text{O}$  می باشد.

$[\text{OH}^-] = C_M \times n \rightarrow C_M = \frac{[\text{OH}^-]}{n} \rightarrow C_M = \frac{3.3 \times 10^{-4}}{2} = 1/65 \times 10^{-4} \text{ مولار}$ $C_M = \frac{n \text{ مول حل شونده}}{V(L)} \rightarrow n = C_M \cdot V(L) \rightarrow n = 1/65 \times 10^{-4} \text{ مولار} \times 2/5 \text{ L} \rightarrow n = 4/125 \times 10^{-4} \text{ mol Li}_2\text{O}$ $4/125 \times 10^{-4} \text{ mol Li}_2\text{O} \times \frac{30 \text{ g Li}_2\text{O}}{1 \text{ mol Li}_2\text{O}} = 12/5 \text{ mg Li}_2\text{O}$	
 <p>ترکیب‌های A, M, X, D, G, E و کاغذ pH را به رنگ سرخ و ترکیب‌های D, G و E، آن را به رنگ آبی درمی‌آورد. با توجه به نمودار زیر، کدام مطلب درست است؟ (دما ثابت است).</p> <p>کنکور تجربی خارج کشور ۱۴۰۱</p> <p>(۱) اگر M و E، هر دو یک ظرفیتی باشند، حجم استفاده شده از آن‌ها در واکنش کامل با یکدیگر، برابر است.</p> <p>(۲) غلظت یون هیدرونیوم در محلول D، بیشتر از غلظت یون هیدروکسید در محلول X است.</p> <p>(۳) pH محلول A کمی کوچک‌تر از ۱ و pH محلول G کمی بزرگ‌تر از ۱۳ است.</p> <p>(۴) اگر M هیدروفلوئوریک اسید باشد، X هیدروسیانیک اسید است.</p> <p><b>سوال دو گزینه درست دارد! - گزینه های ۱ و ۲ هر دو درست اند.</b></p> <p><b>راهکار</b> ترکیب‌های A, M و X، که کاغذ pH را به رنگ سرخ در می‌آورند اسید و ترکیب‌های D, G و E، که کاغذ pH را به رنگ آبی درمی‌آورند، باز می‌باشند. هرچه میزان رسانایی الکتریکی محلول اسید یا باز بیشتر باشد، اسید یا باز قوی‌تر بوده و به میزان بیشتری در محلول آبی یونیده می‌شود.</p> <p><b>بررسی گزینه ها</b></p> <p>(۱) در واکنش خنثی شدن اسیدها و بازها، برای تعیین حجم یا مولاریته اسید یا باز، قوی یا ضعیف بودن آن‌ها مطرح نیست. بنابراین، وقتی اسید M و باز E هر دو یک ظرفیتی باشند و غلظت آن‌ها نیز با هم برابر باشد (۰/۱ مولار)، در حجم‌های مساوی یک دیگر را خنثی می‌کنند. (درست)</p> <p>(۲) رسانایی الکتریکی محلول اسید X از رسانایی الکتریکی محلول باز D بیشتر است، بنابراین، در محلول اسید قوی‌تر نسبت <math>\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]}</math> بزرگ‌تر است از نسبت <math>\frac{[\text{OH}^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}</math> در محلول باز ضعیف‌تر D (درست)</p> <p>(۳) اسید A، قوی بوده و pH محلول ۰/۱ مولار آن ۱ است. <math>(\text{pH} = -\log 0.1 = 1)</math>، اما با توجه به نمودار، باز G ضعیف است و برای تعیین pH آن به درجه یونش آن نیاز است. (نادرست)</p> <p>(۴) به دلیل بزرگ‌تر بودن Ka برای هیدروفلوئوریک اسید، قدرت اسیدی HF از قدرت اسیدی هیدروسیانیک اسید (HCN) بیشتر است. بنابراین با غلظت‌های برابر، محلول HF رسانایی الکتریکی بیشتری دارد. (نادرست)</p>	<p>۶</p>
<p>مقداری <math>\text{N}_2\text{O}_5(\text{s})</math> را در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر وارد کرده و حجم محلول اسیدی را به ۰/۵ لیتر می‌رسانیم. اگر pH محلول حاصل، برابر ۳/۱۵ باشد، مقدار <math>\text{N}_2\text{O}_5(\text{s})</math> چند میلی‌گرم بوده است؟ <math>(\text{N} = 14, \text{O} = 16 \text{ g.mol}^{-1})</math> تجربی خارج کشور ۱۴۰۱</p> <p><b>پاسخ گزینه ۳</b></p> <p>۱/۸۹ (۱)      ۳/۷۸ (۲)      ۱۸/۹ (۳)      ۲۷/۸ (۴)</p> <p><b>چه داده‌هایی در اختیار داریم؟</b></p> <p>حجم محلول اسیدی <math>\text{HNO}_3</math> (به ۱۰۰ mL اولیه آب مقطر افزوده شده و حجم نهایی محلول ۰/۵ L است.) &lt;</p> <p><math>\text{pH} = 3/15</math> محلول اسیدی <math>\text{HNO}_3</math> &lt;</p> <p><b>چه چیز را باید به دست آوریم؟</b></p>	<p>۷</p>

mg = ? جرم  $N_2O_5(s)$

**راهکار**  $N_2O_5(s)$  یک اکسید نافلز (اکسید اسیدی) است و از واکنش آن با آب طبق معادله زیر، محلول نیتریک اسید  $HNO_3$  تولید می شود.



از pH محلول، مولاریته محلول نیتریک اسید را محاسبه کرده و با داشتن مولاریته و حجم محلول تعداد مول های  $HNO_3$  را به دست می آوریم. سپس از استوکیومتری واکنش موازنه شده استفاده کرده و جرم  $N_2O_5$  را محاسبه می کنیم.

**راه حل**

$$pH = 3/15 \rightarrow [H^+] = 10^{-3/15} \rightarrow [HNO_3] = [H^+] = 7 \times 10^{-4} \text{ مولار}$$

$$C_M = \frac{n}{V(L)} \rightarrow n = C_M \cdot V(L) \rightarrow n = 7 \times 10^{-4} \text{ مولار} \times 0/5 \text{ L} \rightarrow n = 3/5 \times 10^{-4} \text{ mol } HNO_3$$

$$3/5 \times 10^{-4} \text{ mol } HNO_3 \times \frac{1 \text{ mol } N_2O_5}{2 \text{ mol } HNO_3} \times \frac{108 \text{ g } N_2O_5}{1 \text{ mol } N_2O_5} = 18/9 \text{ mg}$$

در دمای ثابت، اگر غلظت آغازی یک اسید تک پروتون دار ( $K_a = 2/5 \times 10^{-8}$ ) را در آب افزایش دهیم تا غلظت آن در حالت تعادل، ۲۵ برابر شود. تغییر درجه یونش اسید نسبت به حالت آغازی، به تقریب چند درصد بوده و pH محلول، چند واحد نسبت به محلول آغازی، تغییر می کند؟ **کنکور تجربی خارج کشور ۱۴۰۰**

**پاسخ گزینه ۴** (۱) ۰/۳، ۲۰ (۲) ۰/۷، ۲۰ (۳) ۰/۳، ۸۰ (۴) ۰/۷، ۸۰

**راهکار قسمت نخست سوال** با تغییر غلظت اسید، ثابت یونش ( $K_a$ ) آن تغییر نمی کند و همان مقدار ( $K_a = 2/5 \times 10^{-8}$ ) می باشد.

برای حل مسئله از رابطه بین  $K_a$  و  $\alpha$  استفاده می کنیم.

فرض می کنیم غلظت اولیه اسید ۰/۱ مولار باشد. با افزایش غلظت اسید به اندازه ۲۵ برابر، غلظت نهایی آن  $25 \times 0/1 = 2/5$  می شود. با داشتن  $K_a$  و غلظت مولار اسید، نسبت  $\alpha$  اسید اولیه به نهایی به دست می آید.

**راه حل قسمت نخست سوال**

$$K_a = C_M \cdot \alpha^2 \rightarrow 2/5 \times 10^{-8} = 0/1 \times \alpha^2 \rightarrow \alpha = 5 \times 10^{-4} \text{ برای اسید اولیه داریم}$$

$$K_a = C_M \cdot \alpha^2 \rightarrow 2/5 \times 10^{-8} = 2/5 \times \alpha^2 \rightarrow \alpha = 10^{-4} \text{ برای اسید نهایی داریم}$$

$$\frac{\alpha_{\text{(اسید اولیه)}}}{\alpha_{\text{(اسید نهایی)}}} = \frac{1}{5} = \frac{20}{100}$$

طبق محاسبات بالا درجه یونش اسید اولیه ۲۰ درصد درجه یونش اسید نهایی شده است. بنابراین، درجه یونش اسید ۸۰ درصد تغییر کرده است.

**روش دوم حل قسمت نخست سوال**

$$C_M \cdot \alpha^2_{\text{(اسید اولیه)}} = C_M \cdot \alpha^2_{\text{(اسید نهایی)}}$$

$$\frac{C_M \text{ اسید نهایی}}{C_M \text{ اسید اولیه}} = 25 \rightarrow \frac{C_M \text{ اسید نهایی}}{C_M \text{ اسید اولیه}} = \frac{\alpha^2_{\text{اسید اولیه}}}{\alpha^2_{\text{اسید نهایی}}} \rightarrow \frac{\alpha^2_{\text{اسید اولیه}}}{\alpha^2_{\text{اسید نهایی}}} = \sqrt{25}$$

$$\rightarrow \frac{\alpha_{\text{(اسید اولیه)}}}{\alpha_{\text{(اسید نهایی)}}} = 5 \rightarrow \alpha_{\text{(اسید نهایی)}} = \frac{1}{5} \times \alpha_{\text{(اسید اولیه)}}$$

درجه یونش،  $\frac{1}{5}$  (۲۰ درصد)، درجه یونش اسید نهایی شده است. بنابراین، درجه یونش اسید به میزان ۸۰ درصد تغییر کرده است.

**راهکار قسمت دوم سوال** برای تعیین تغییر pH محلول ها، نسبت غلظت یون  $H^+$  در دو محلول را مقایسه می کنیم. از

رابطه  $[H^+] = K_a \cdot C_M$  استفاده می کنیم.

**راه حل قسمت دوم سوال**

برای اسید اولیه (حالت آغازی)

$$[H^+] = K_a \cdot C_M \rightarrow [H^+] = 2/5 \times 10^{-4} \times 0/1 \rightarrow [H^+] = 5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

برای اسید نهایی

$$[H^+] = K_a \cdot C_M \rightarrow [H^+] = 2/5 \times 10^{-4} \times 2/5 \rightarrow [H^+] = 2/5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

تغییر غلظت  $[H^+]$  را حساب می کنیم.

$$\frac{[H^+]_{\text{اولیه}}}{[H^+]_{\text{نهایی}}} = \frac{5 \times 10^{-4}}{2.5 \times 10^{-4}} = 2$$

(۵) تغییر غلظت  $[H^+]$  برابر ۲ شده است. بنابراین، تغییر pH برابر با  $0/7 = \log 2$  می باشد.

۹ کدام مشاهده زیر را بر پایه مدل آرنیوس، در دمای معین، می توان توجیه کرد؟ **کنکور تجربی خارج کشور ۱۴۰۰**

(۱) غلظت مولی یون هیدرونیوم در محلول آبی  $CO_2$  از محلول آبی HF، کمتر است.

(۲) قدرت رسانایی الکتریکی محلول آبی  $Na_2O$  و محلول آبی  $N_2O_2$ ، متفاوت است.

(۳) رنگ کاغذ pH در محلول آبی  $NH_3$  و محلول آبی NaOH، کمی متفاوت است.

(۴) غلظت مولی یون هیدرونیوم در محلول آبی  $Rb_2O$  از محلول آبی HCN کمتر است. **پاسخ طبق کلید سازمان سنجش گزینه ۴**

**بررسی گزینه ها**

(۱) طبق متن کتاب درسی شیمی دوازدهم در صفحه ۱۵ که گفته شده: هر چه  $[H^+]$  در محلولی بیشتر باشد، آن محلول اسیدی تر است.

مواد و ترکیب هایی که با حل شدن در آب، غلظت یون های هیدرونیوم و هیدروکسید را افزایش می دهند به ترتیب اسید و باز آرنیوس هستند. در واقع رفتار اسید و باز آرنیوس را می توان براساس غلظت یون های  $H^+(aq)$  و  $OH^-(aq)$  توصیف کرد. بدیهی است هر چه  $[H^+]$  در محلولی بیشتر باشد، آن محلول اسیدی تر و هر چه  $[OH^-]$  در محلولی بیشتر باشد، آن محلول بازی تر است. با این توصیف اگر در یک سامانه غلظت یون های هیدرونیوم و هیدروکسید با هم برابر باشد، آن سامانه حالت خنثی دارد.

همچنین متن کتاب درسی شیمی دوازدهم در صفحه ۱۸ که در مقایسه میزان هدایت الکتریکی محلول آبی HCl و HF، بیان شده است.

کمتر بودن رسانایی الکتریکی هیدروفلوئوریک اسید نشان می دهد که در شرایط یکسان شمار یون های موجود در این محلول کمتر از محلول هیدروکلریک اسید است. به دیگر سخن غلظت آنیون ها و کاتیون ها (یون های هیدرونیوم) در  $HCl(aq)$  بیشتر است. با این توصیف شیمی دان ها به کمک مدل آرنیوس، هیدروکلریک اسید را یک اسید قوی<sup>۱</sup> و هیدروفلوئوریک اسید را یک اسید ضعیف<sup>۲</sup> می نامند.

**گزینه (۱) قابل قبول است.**



۲) بازهم طبق متن کتاب درسی که طبق مدل آرنیوس رسانایی الکتریکی محلول های اسید و باز را به شمار یون ها در آن ها نسبت می دهد، محلول  $\text{Na}_2\text{O}$  در آب رسانای قوی است، بنابراین، شمار یون ها در آن بیشتر است. و محلول  $\text{N}_2\text{O}_3$  که در آب  $\text{HNO}_2$  تولید می کند، به دلیل این که رسانای ضعیف است، شمار یون ها در آن کمتر می باشد. این گزینه نیز قابل قبول است.

۳) مبحث pH محلول ها در مدل آرنیوس گفته نشده است، اما در متن سوال داریم که، بتوان pH محلول را بر اساس مدل آرنیوس مقایسه کرد. pH محلول های اسید و باز، بیانی از غلظت یون های  $\text{H}^+$  و  $\text{OH}^-$  در محلول آن ها است. طبق متن های ارائه شده در کتاب درسی، در مدل آرنیوس به مقایسه شمار یون ها بر اساس هدایت الکتریکی اشاره شده است. و چون غلظت یون ها معیاری از شما یون ها در محلول است، این گزینه نیز قابل قبول است.

۴) طبق مدل آرنیوس  $\text{Rb}_2\text{O}$  در آب غلظت یون های  $\text{OH}^-$  را افزایش می دهد، و باز است. همچنین  $\text{HCN}$  در آب غلظت یون  $\text{H}^+$  را افزایش می دهد و اسید می باشد. این گزینه نیز درست است.

۱۰

کدام مطلب زیر نادرست است؟ **کنکور تجربی خارج کشور ۱۴۰۰**

۱) غلظت یون هیدروکسید در آب گازدار، از غلظت این یون در اسید معده بیشتر و از غلظت این یون در محلول آمونیاک کمتر است.

۲) اگر غلظت تعادلی  $\text{X}^-(\text{aq})$  و غلظت آغازی  $\text{HX}(\text{aq})$  به ترتیب برابر  $10^{-2} \times 1/6$  و  $1/8$  مول بر لیتر باشد، درصد یونش  $\text{HX}$  در محلول آن، برابر ۲ است.

۳) اگر غلظت تعادلی یون هیدرونیوم و  $\text{HY}(\text{aq})$  به ترتیب برابر  $1/1000$  و  $1/100$  مول بر لیتر باشد، ثابت یونش  $\text{HY}$  در محلول، برابر  $10^{-4} \times 5/4$  است.

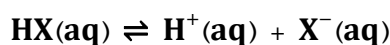
۴) در دمای اتاق، تفاوت pH محلول مولار آمونیاک و محلول مولار استیک اسید، کمتر از تفاوت pH محلول مولار سدیم هیدروکسید و محلول مولار هیدرویدیک اسید است.

**پاسخ گزینه ۳**

**بررسی گزینه ها**

۱) آب گاز دار محلول گاز کربن دی اکسید  $\text{CO}_2$  در آب است. از واکنش این گاز با آب کربنیک اسید  $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$  که یک اسید ضعیف است، تولید می شود. اسید معده، محلول هیدروکلریک اسید  $\text{HCl}(\text{aq})$  است که اسید قوی می باشد. در محلول اسید قوی  $\text{HCl}$  غلظت یون  $\text{H}^+$  بیشتر و غلظت یون  $\text{OH}^-$  کمتر می باشد. (درست)

۲) معادله یونش اسید ضعیف  $\text{HX}$  به صورت زیر است.

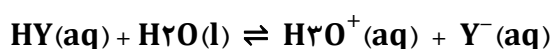


$$[\text{H}^+] = [\text{X}^-] = 1/6 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{طبق معادله یونش}$$

از رابطه  $[\text{H}^+] = C_M \times \alpha$  استفاده می کنیم.

$$[\text{H}^+] = C_M \times \alpha \rightarrow 1/6 \times 10^{-2} = 1/8 \times \alpha \rightarrow \alpha = 1/10 = 10\% \quad \text{(درست)}$$

۳) معادله یونش اسید ضعیف  $\text{HY}$  در محلول آبی به صورت زیر است.



برای معادله یونش بالا، رابطه قانون تعادل را به صورت زیر می نویسیم.

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{Y}^-]}{[\text{HY}]}$$

<p>چون <math>[Y^-] = [H_3O^+]</math> است، معادله به صورت زیر بازآرایی می شود.</p> $K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{[HY]}$ <p>مقادیر داده شده در سوال را در معادله جای گذاری می کنیم.</p> $K = \frac{(0.003)^2}{(0.02)} = 4/5 \times 10^{-4} \quad \text{(نادرست)}$ <p>۴) محلول مولار آمونیاک و محلول مولار استیک اسید، هر دو اسید ضعیف هستند و pH آن ها به هفت نزدیک است. اما، محلول مولار سدیم هیدروکسید باز قوی هست و pH آن ۱۴ می باشد. همچنین، محلول مولار هیدرویدیک اسید، اسید قوی است و pH آن صفر است. (درست)</p>	<p>۱۱) دربارهٔ محلول ۰/۱ مولار نیترواسید (محلول I) و محلول ۰/۱ مولار نیتریک اسید (محلول II) با حجم یک لیتر و دمای یکسان، کدام مطلب درست است؟ (<math>N = 14</math>، <math>O = 16</math> : <math>g \cdot mol^{-1}</math>) <b>کنکور ریاضی خارج کشور ۱۴۰۰</b></p> <p>۱) سرعت واکنش دو محلول با مقدار یکسانی از فلز منیزیم، برابر است. ۲) تفاوت جرم آنیون های حاصل از یونش دو اسید، از ۱/۶ گرم بیشتر است. ۳) شمار مولکول ها در محلول I، از شمار مولکول ها در محلول II، کمتر است. ۴) pH دو محلول برابر است، زیرا غلظت مولی و دمای دو محلول یکسان است.</p> <p><b>راهکار</b> نیترو اسید <math>HNO_2</math> با داشتن ثابت یونش کوچک اسید ضعیف و نیتریک اسید <math>HNO_3</math> با داشتن ثابت یونش بزرگ، یک اسید قوی است. در محلول آبی، در دمای یکسان، میزان یونش نیتریک اسید بسیار بیشتر از نیترو اسید است.</p> <p><b>بررسی گزینه ها</b></p> <p>۱) سرعت واکنش نیتریک اسید که یک اسید قوی است، بیشتر می باشد. (نادرست) ۲) معادله یونش هر یک از اسیدها را می نویسیم.</p> $HNO_2(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + NO_2^-(aq)$ $HNO_2(aq) + H_2O(l) \xrightarrow{100\%} H_3O^+(aq) + NO_3^-(aq)$ <p>آنیون حاصل از یونش نیترو اسید، آنیون نیتريت <math>NO_2^-(aq)</math> با جرم مولی <math>62 \text{ g} \cdot mol^{-1}</math> است، و آنیون حاصل از یونش نیتریک اسید، آنیون نترات <math>NO_3^-(aq)</math> با جرم مولی <math>62 \text{ g} \cdot mol^{-1}</math> می باشد. هر دو اسید یک پروتونه هستند، و از یونش محلول ۰/۱ مولار هر کدام، ۰/۱ مول آنیون تولید می شود. جرم آنیون های تولید شده برابر است با</p> <p>برای محلول <math>HNO_2</math> <math>62 \times 0/1 = 6/2 \text{ g}</math> برای محلول <math>HNO_3</math> <math>62 \times 0/1 = 6/2 \text{ g}</math></p> <p>اختلاف جرم برابر با <math>1/6 \text{ g}</math> است. (درست)</p> <p>۳) محلول (I) نیترو اسید، یک اسید ضعیف است و به طور کامل یونش پیدا نمی کند. اما، محلول (II) نیتریک اسید، اسید قوی بوده و به طور کامل یونیده می شود. بنابر این در محلول اسید ضعیف تعداد مولکول های اسید تفکیک نشده بیشتر است. (نادرست)</p> <p>۴) چون ثابت یونش برابر ندارند، غلظت یون هیدرونیوم در محلول آبی آن ها یکسان نیست و pH متفاوت دارند. (نادرست)</p>
<p>۱۲) اگر در دمای اتاق، pH محلول HA با درجه یونش <math>\alpha = 0/1</math> برابر ۲ و pH محلول HD با درجه یونش <math>\alpha = 0/2</math> برابر ۳ باشد، نسبت غلظت مولار اولیه HA به غلظت مولار اولیه HD کدام و در حالت تعادل، غلظت مولار یون هیدروکسید در محلول HA چند برابر غلظت مولار این یون در محلول HD است؟ <b>کنکور تجربی ۱۴۰۰</b></p> <p><b>پاسخ گزینه ۱</b></p> <p>۱۰ ، ۰/۰۵ (۴)      ۱۰ ، ۲۰ (۳)      ۰/۱ ، ۰/۰۵ (۲)      ۰/۱ ، ۲۰ (۱)</p>	

**راهکار قسمت نخست مسئله** برای هر دو محلول از روی مقدار pH، غلظت یون  $H^+$  را به دست می آوریم و با استفاده از رابطه  $[H^+] = C_M \times \alpha$  مولاریته هر یک از محلول ها را حساب می کنیم. در پایان نسبت غلظت مولار اولیه HD به HA محاسبه می شود.

**راه حل قسمت نخست**

برای اسید HA مولار  $[H^+] = 10^{-2} = 0/01$  →  $[H^+] = 10^{-pH}$

برای اسید HD مولار  $[H^+] = 10^{-3} = 0/001$  →  $[H^+] = 10^{-pH}$

اسید HA  $\left\{ \begin{array}{l} [H^+] = 0/01 \\ \alpha = 0/1 \end{array} \right. \rightarrow [H^+] = C_M \times \alpha \rightarrow C_M = \frac{[H^+]}{\alpha} \rightarrow C_M = \frac{0.01}{0.1} \rightarrow C_M = 0/1$  مولار

اسید HD  $\left\{ \begin{array}{l} [H^+] = 0/001 \\ \alpha = 0/2 \end{array} \right. \rightarrow [H^+] = C_M \times \alpha \rightarrow C_M = \frac{[H^+]}{\alpha} \rightarrow C_M = \frac{0.001}{0.2} \rightarrow C_M = 0/005$  مولار

**راهکار قسمت دوم مسئله** با استفاده از رابطه  $[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$ ، غلظت یون هیدروکسید را در هر یک از محلول ها به دست آورده و نسبت غلظت این یون را حساب می کنیم.

**راه حل قسمت دوم مسئله**

برای اسید HA  $[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14} \rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]} \rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[10^{-2}]} \rightarrow [OH^-] = 10^{-12}$

برای اسید HD  $[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14} \rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]} \rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[10^{-3}]} \rightarrow [OH^-] = 10^{-11}$

$\frac{[H^+]_{(HA)}}{[H^+]_{(HD)}} = \frac{10^{-12}}{10^{-11}} = 0/1$

۱۳

کدام مطلب نادرست است؟ (در همه گزینه ها، دما ثابت در نظر گرفته شود). **کنکور تجربی ۱۴۰۰**

(۱) درصد یونش اسید ضعیف HA، با افزایش غلظت آن در آب کاهش می یابد.

(۲)  $[OH^-]$  در محلول یک اسید ضعیف می تواند برابر  $[H_3O^+]$  در محلول یک باز ضعیف باشد.

(۳) اگر درصد یونش باز بسیار قوی YOH، دو برابر درصد یونش اسید HX باشد، pH محلول ۱ مولار اسید برابر ۳ است.

(۴) اگر برای محلول ۳ مولار یک اسید pH در گستره صفر تا ۷ قرار گیرد، آن اسید از هیدروبرومیک اسید، ضعیف تر است.

**پاسخ گزینه ۳**

**بررسی گزینه ها**

(۱) با افزایش غلظت محلول، درصد یونش آن کمتر می شود. **(درست)**

(۲) طبق رابطه  $[H_3O^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$  غلظت یون های هیدرونیوم و هیدروکسید در محلول های اسید و باز می توانند

برابر باشند. **(درست)**

(۳) برای باز بسیار قوی YOH، تفکیک یونی کامل است و  $\alpha = 100\%$  می باشد. بنابر این درصد یونش اسید ضعیف HX

برابر با  $\alpha = 50\%$  می باشد. مولاریته محلول نیز ۱ مولار ( $C_M = 1$ ) است. pH محلول را حساب می کنیم.

	<p><b>(نادرست)</b> <math>[H^+] = C_M \times \alpha \rightarrow [H^+] = 1 \times 0.5 = 0.5 \rightarrow pH = -\log 0.5 \rightarrow pH = 0.3</math></p> <p>۴) در محلول اسیدهای قوی اگر مولاریته محلول از ۱ مولار بیشتر باشد، مقدار pH عددی منفی به دست می آید. به دلیل این که برای محلول ۳ مولار اسید، pH در گستره صفر تا ۷ قرار گرفته است، یک اسید ضعیف است و قدرت اسیدی آن از هیدروبرومیک اسید HBr(aq) کمتر است. <b>(درست)</b></p>
<p>۱۴</p> <p>محلول اسیدهای ضعیف HA و HD، به ترتیب با درصد یونش ۱۲ و ۲/۵ و با pH برابر، در دو ظرف جداگانه موجود است. نسبت [HD] به [HA] پیش از یونش، کدام است، و اگر [HA] برابر <math>0.05 \text{ mol.L}^{-1}</math> باشد، pH محلول دو اسید، کدام است؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید). <b>کنکور ریاضی ۱۴۰۰</b></p> <p>۳/۲۲ ، ۴/۸ (۱) ۳/۹۱ ، ۴/۸ (۲) ۳/۲۲ ، ۵/۶ (۳) ۳/۹۱ ، ۵/۶ (۴)</p> <p><b>پاسخ گزینه ۱</b></p>	<p><b>راهکار</b> pH دو محلول مساوی است، بنابراین</p> $[H^+]_{(HA)} = [H^+]_{(HD)}$ <p>در قسمت نخست سوال، از رابطه <math>[H^+] = C_M \times \alpha</math> استفاده می کنیم. چون غلظت <math>[H^+]</math> در دو محلول برابر است، داریم</p> $C_M(HA) \times \alpha = C_M(HD) \times \alpha$ <p>با جای گذاری مقدار آلفا، نسبت غلظت اولیه HD به HA به دست می آید. برای قسمت دوم سوال، با قرار دادن مولاریته و آلفا در رابطه <math>[H^+] = C_M \times \alpha</math>، غلظت یون <math>H^+</math> تعیین شده و pH محلول را به دست می آوریم.</p> <p><b>راه حل قسمت نخست سوال</b></p> <p>برای دو اسید، مقدار <math>\alpha</math> را در رابطه <math>[H^+] = C_M \times \alpha</math> جای گذاری می کنیم.</p> $[H^+] = C_M(HA) \times \alpha \rightarrow [H^+] = C_M(HA) \times 0.12$ $[H^+] = C_M(HD) \times \alpha \rightarrow [H^+] = C_M(HD) \times 0.25$ <p>چون <math>[H^+]_{(HA)} = [H^+]_{(HD)}</math> داریم</p> $C_M(HA) \times 0.12 = C_M(HD) \times 0.25$ <p>نسبت غلظت اولیه HD به HA برابر است با</p> $\frac{C_M(HD)}{C_M(HA)} = \frac{0.12}{0.025} = 4/8$ <p><b>راه حل قسمت دوم سوال</b></p> <p>با داشتن مولاریته و درصد یونش، محلول اسید HA، غلظت یون <math>[H^+]</math> را محاسبه می کنیم.</p> $[H^+] = C_M(HD) \times \alpha \rightarrow [H^+] = C_M(HD) \times \alpha = 0.05 \times 0.12 \rightarrow [H^+] = 6 \times 10^{-4}$ <p>pH محلول محاسبه می شود.</p> $pH = -\log [H^+] \rightarrow pH = -\log (6 \times 10^{-4}) \rightarrow pH = 3.22$
<p>۱۵</p> <p>اگر در دمای اتاق، به ۱۲۵ میلی لیتر آب مقطر، ۰/۷ گرم پتاسیم هیدروکسید اضافه شود، چند مورد از مطالب زیر، درباره محلول حاصل، درست است؟ <math>(K = 39 \text{ g.mol}^{-1}, O = 16, H = 1)</math>، از تغییر حجم محلول بر اثر اضافه کردن ماده جامد به آن، چشم پوشی شود. <b>کنکور ریاضی ۱۴۰۰</b></p> <p>• ۲۵۰ میلی لیتر از آن، <math>2/5 \times 10^{-2}</math> مول HCl را به طور کامل خنثی می کند.</p>	

- غلظت مولار یون  $\text{OH}^-$  (aq) در آن،  $10^{-12}$  برابر غلظت مولار یون  $\text{H}^+$  (aq) است.
- در ۵۰ میلی لیتر از این محلول، در مجموع، ۰/۱ مول از کاتیون و آنیون وجود دارد.
- اگر به این محلول، ۱/۴ گرم پتاسیم هیدروکسید دیگر اضافه شود،  $[\text{OH}^-]$ ، ۳ برابر خواهد شد.

#### پاسخ گزینه ۴

۱ (۱)                      ۲ (۲)                      ۳ (۳)                      ۴ (۴)

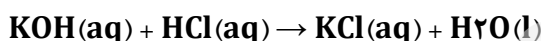
**راهکار** با داشتن جرم پتاسیم هیدروکسید KOH، و حجم محلول، مولاریته محلول را به دست می آوریم. سپس جمله های داده شده را بررسی می کنیم.

محاسبه مولاریته محلول KOH

$$125 \text{ mL محلول} \times \frac{C_M \text{ مولار}}{1000 \text{ mL محلول}} \times \frac{56 \text{ g KOH}}{1 \text{ mol KOH}} = 0.7 \text{ g KOH} \rightarrow C_M = 0.1 \text{ مولار}$$

بررسی گزینه های داده شده

- معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است.



محاسبات استوکیومتری را بین HCl و KOH انجام می دهیم.

$$(درست) \quad 250 \text{ mL محلول} \times \frac{0.1 \text{ mol KOH}}{1000 \text{ mL محلول}} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol KOH}} = 0.025 \text{ mol HCl}$$

$[\text{OH}^-] = C_M = 0.1 \text{ مولار}$                       • KOH باز قوی یک ظرفیتی است. بنابراین، در محلول آن

$$[\text{H}^+] \times [\text{OH}^-] = 10^{-14} \quad \text{در محلول KOH}$$

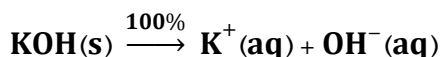
از رابطه بالا غلظت یون های  $\text{H}^+$  را به دست می آوریم.

$$[\text{H}^+] \times 0.1 = 10^{-14} \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-13} \text{ مولار}$$

نسبت غلظت  $\text{OH}^-$  به  $\text{H}^+$  برابر است با

$$(درست) \quad \frac{[\text{H}^+]}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-1}}{10^{-12}} = 10^{-12}$$

- KOH باز قوی است و در محلول آبی طبق معادله زیر ۱۰۰٪ یونیده می شود، و در محلول هر مول آن ۲ مول یون تولید می کند.



تعداد مول های KOH را در ۵۰ میلی لیتر محلول آن حساب می کنیم.

$$50 \text{ mL محلول} \times \frac{0.1 \text{ mol KOH}}{1000 \text{ mL محلول}} = 0.005 \text{ mol KOH}$$

چون هر مول KOH دو مول یون در محلول آبی تولید می کند، از یونش کامل ۰/۰۰۵ مول KOH،  $0.005 \times 2 = 0.01$  مول یون تولید می شود. (درست)

- با افزودن ۱/۴ گرم KOH به محلول، جرم KOH موجود در محلول به  $2/1 \text{ g} = 1/4 + 0.7$  می رسد. مولاریته محلول را در این حالت حساب می کنیم.

$$125 \text{ mL محلول} \times \frac{C_M \text{ مولار}}{1000 \text{ mL محلول}} \times \frac{56 \text{ g KOH}}{1 \text{ mol KOH}} = 2.1 \text{ g KOH} \rightarrow C_M = 0.3 \text{ مولار}$$

<p>نسبت غلظت <math>\text{OH}^-</math> در محلول جدید به غلظت همین یون در محلول اولیه را به دست می آوریم. <math>\frac{0.3}{0.1} = 3</math> (درست)</p>	
<p>۱۶ دربارهٔ محلول هیدروکلریک اسید (محلول I) و محلول هیدروفلوئوریک اسید (محلول II) با حجم، دما و pH یکسان، چند مورد از مطالب زیر، درست است؟ <b>کنکور ریاضی ۱۴۰۰</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• شمار مول‌های آغازی دو اسید، برای تشکیل دو محلول، نابرابر است.</li> <li>• شمار مولکول‌ها در محلول II، از شمار مولکول‌ها در محلول I بیشتر است.</li> <li>• شمار آنیون‌های حاصل از یونش دو اسید و رسانایی الکتریکی دو محلول برابر است.</li> <li>• مجموع شمار گونه‌های موجود در محلول I، از مجموع شمار گونه‌های موجود در محلول II، کمتر است.</li> </ul> <p><b>پاسخ گزینه ۴</b> ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)</p> <p><b>راهکار</b> محلول هیدروکلریک اسید <math>\text{HCl(aq)}</math> اسید قوی است و تقریباً ۱۰۰٪ یونیده می‌شود و محلول هیدروفلوئوریک اسید <math>\text{HF(aq)}</math> اسید ضعیف بوده و فقط تعداد کمی از مولکول‌های آن در محلول آبی یونیده می‌شوند. حجم محلول‌ها تاثیری بر غلظت آن‌ها ندارد. در دمای یکسان، میزان یونش محلول <math>\text{HCl}</math> بسیار بیشتر از یونش محلول <math>\text{HF}</math> است. وقتی pH دو محلول برابر باشد، به این معناست که، غلظت یون هیدرونیوم در دو محلول برابر است و ربطی به قدرت اسیدی آن‌ها ندارد.</p> <p><b>بررسی جمله‌های داده شده</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• قدرت اسیدی دو محلول متفاوت اما، pH دو محلول برابر است. برای تعیین غلظت یون هیدرونیوم در این دو محلول از رابطه‌های زیر استفاده می‌کنیم.</li> </ul> <p>برای محلول اسید قوی <math>\text{HCl}</math> (مولاریته محلول = <math>C_M</math>)</p> $[\text{H}^+] = C_M$ <p>برای محلول اسید ضعیف <math>\text{HF}</math></p> $[\text{H}^+] = C_M \times \alpha$ <p>وقتی pH دو محلول برابر باشد</p> $[\text{H}^+]_{(\text{HCl})} = [\text{H}^+]_{(\text{HF})} \rightarrow C_{M(\text{HCl})} = C_M \times \alpha_{(\text{HF})}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• با ثابت بودن دما، مقدار <math>\alpha</math> ثابت است، بنابراین برای مساوی بودن غلظت یون <math>[\text{H}^+]</math> در دو محلول باید، غلظت محلول اسید ضعیف <math>\text{HF}</math> بیشتر باشد. (درست)</li> <li>• در محلول اسید ضعیف <math>\text{HF}</math> میزان یونش مولکول‌ها نسبت به محلول اسید قوی <math>\text{HCl}</math> کمتر است. (درست)</li> </ul> <p>هنگامی که pH دو محلول برابر باشد، <math>[\text{H}^+]_{(\text{HCl})} = [\text{H}^+]_{(\text{HF})}</math>. با برابر بودن غلظت یون‌های <math>[\text{H}^+]</math> غلظت آنیون‌های <math>\text{Cl}^-(\text{aq})</math> حاصل از یونش هیدروکلریک اسید، با یون‌های <math>\text{F}^-(\text{aq})</math> حاصل از یونش محلول هیدروفلوئوریک اسید برابرند. (درست)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• در محلول اسید قوی <math>\text{HCl}</math>، تقریباً تمام مولکول‌ها یونیده شده و در محلول فقط یون‌های <math>\text{H}^+(\text{aq})</math> و <math>\text{Cl}^-(\text{aq})</math> وجود دارد، اما در محلول اسید ضعیف <math>\text{HF}</math>، فقط تعدادی از مولکول‌ها یونیده می‌شوند و در محلول به جز یون‌های <math>\text{H}^+(\text{aq})</math> و <math>\text{F}^-(\text{aq})</math>، تعدادی مولکول‌های <math>\text{HF}</math> یونیده نشده نیز وجود دارد. (درست)</li> </ul>	
<p>۱۷ چند مورد از مطالب زیر درست است؟ <b>کنکور تجربی خارج کشور ۹۹</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• بیشتر اسیدها و بازهای شناخته شده ضعیف‌اند.</li> <li>• در محلول ۰/۱ مولار <math>\text{HCN}</math> در دمای اتاق، <math>[\text{CN}^-] = 0/1</math> است.</li> <li>• pH محلول ۰/۰۲ مولار فرمیک اسید از pH محلول ۰/۰۲ مولار استیک اسید کوچکتر است.</li> </ul>	

<p>• آمونیاک با تشکیل پیوند هیدروژنی به خوبی در آب حل می شود و محلول الکترولیت قوی تولید می کند.</p> <p><b>پاسخ گزینه ۲</b></p>	<p>۴ (۴)</p>	<p>۳ (۳)</p>	<p>۲ (۲)</p> <p>۱ (۱)</p> <p>بررسی عبارت های داده شده</p> <p>• (درست)</p> <p>• (نادرست) HCN اسید ضعیف است و غلظت یون <math>CN^-</math> در محلول ۰/۱ مولار آن کمتر از ۰/۱ مولار است.</p> <p>• (درست) فرمیک اسید، اسیدی قویتر از استیک اسید است. بنابر این به میزان بیشتری یونیده می شود و با مولاریته و دمای یکسان، pH کوچکتری دارد.</p> <p>• (نادرست) محلول آمونیاک در آب یک الکترولیت ضعیف است و در محلول آبی مولکول های آن به میزان بسیار کمی یونش می یابد.</p>
<p>در ۲۵۰ میلی لیتر از محلول باز قوی MOH در دمای اتاق <math>10^{-10} \times 2/5</math> مول یون <math>H_3O^+(aq)</math> وجود دارد. محلول این باز چند مولار است و غلظت یون <math>OH^-</math> در آن با غلظت این یون در محلول چند مولار باریم هیدروکسید برابر است؟</p> <p><b>کنکور ریاضی خارج کشور ۹۹</b></p> <p><b>پاسخ گزینه ۴</b></p>	<p>۵ × ۱۰<sup>-۱۰</sup> ، ۱ × ۱۰<sup>-۹</sup> (۲)</p> <p>۵ × ۱۰<sup>-۶</sup> ، ۱ × ۱۰<sup>-۵</sup> (۴)</p>	<p>۲/۵ × ۱۰<sup>-۱۰</sup> ، ۱ × ۱۰<sup>-۹</sup> (۱)</p> <p>۲ × ۱۰<sup>-۶</sup> ، ۱ × ۱۰<sup>-۵</sup> (۳)</p>	<p>۱۸</p> <p><b>راهکار قسمت نخست</b> چون محلول باز است. برای تعیین مولاریته آن باید از غلظت یون <math>OH^-</math> استفاده کرد. با استفاده از رابطه <math>[H_3O^+][OH^-] = 1/0 \times 10^{-14}</math> غلظت یون را در محلول به دست می آوریم. سپس با داشتن غلظت یون <math>OH^-</math> و حجم محلول، مولاریته محلول محاسبه می شود.</p> <p><b>راه حل قسمت نخست</b></p> <p>محاسبه غلظت یون هیدروکسید در ۲۵۰ mL محلول</p> $[H_3O^+][OH^-] = 1/0 \times 10^{-14} \rightarrow [OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{[H_3O^+]} \rightarrow [OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{2.5 \times 10^{-10}} \rightarrow [OH^-] = 4 \times 10^{-5}$ <p>محاسبه مولاریته محلول</p> <p>طبق معادله زیر:</p> $1 \text{ mol MoH} \rightarrow 1 \text{ mol } M^+ + 1 \text{ mol } OH^- \rightarrow [MOH] = [OH^-]$ <p>چون محلول باز قوی یک ظرفیتی است:</p> $[MOH] = C_M$ <p>مولار <math>[OH^-]_1 \cdot V_1 = [OH^-]_2 \cdot V_2 \rightarrow 4 \times 10^{-5} \times 250 = [OH^-]_2 \times 1000 \rightarrow [OH^-]_2 = C_M = 1 \times 10^{-5}</math></p> <p><b>راهکار قسمت دوم</b> باریم هیدروکسید <math>Ba(OH)_2</math> باز قوی دو ظرفیتی (<math>n = 2</math>) است. از رابطه <math>[OH^-] = C_M \cdot n</math> استفاده می کنیم و با داشتن غلظت یون هیدروکسید از قسمت نخست، مولاریته محلول باریم هیدروکسید را به دست می آوریم.</p> <p><b>راه حل قسمت دوم</b></p> $[OH^-] = C_M \cdot n \rightarrow 1 \times 10^{-5} = C_M \times 2 \rightarrow C_M = 5 \times 10^{-6}$
<p>ثابت یونش اسید HA در محلول ۰/۲ مولار آن برابر ۰/۱ است. pH این محلول کدام و با pH محلول چند گرم بر لیتر نیتریک اسید برابر است؟ (گزینه ها را از چپ به راست بخوانید، <math>(H = 1, N = 14, O = 16; g.mol^{-1})</math>)</p> <p><b>کنکور ریاضی خارج کشور ۹۹</b></p> <p><b>پاسخ گزینه ۴</b></p>	<p>۶/۳ ، ۱ (۴)</p>	<p>۳/۶ ، ۱ (۳)</p>	<p>۳/۶ ، ۲ (۲)</p> <p>۶/۳ ، ۲ (۱)</p> <p><b>راهکار قسمت نخست</b> با داشتن مولاریته محلول و ثابت یونش اسیدی آن، غلظت یون <math>H^+</math> به دست می آید و pH محاسبه</p>



می شود. معادله یونش اسید HA به این صورت است.

راه حل قسمت نخست

ثابت یونش اسید (Ka)، بزرگتر از ۰/۰۰۱ (۱۰<sup>-۳</sup>) است. بنابراین در معادله زیر نمی توان در مخرج کسر از [H<sup>+</sup>] در مقابل C<sub>M</sub> = [HA] صرف نظر کرد و باید غلظت یون H<sup>+</sup> از فرمول زیر محاسبه شود.

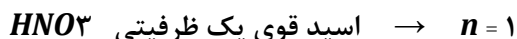
$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA] - [H^+]}$$

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA] - [H^+]} \rightarrow 0.1 = \frac{[H^+]^2}{0.2 - 0.1} \rightarrow [H^+]^2 = 0.1 \rightarrow [H^+] = 0.1 \text{ مولار}$$

محاسبه pH محلول

$$[H^+] = 0.1 \rightarrow pH = -\log [H^+] \rightarrow pH = -\log 0.1 \rightarrow pH = 1$$

راهکار قسمت دوم بر اساس پاسخ قسمت نخست سوال pH محلول نیترویم اسید (HNO<sub>3</sub>) برابر ۱ است. از روی pH غلظت یون H<sup>+</sup> محاسبه می شود، سپس با استفاده از رابطه [H<sup>+</sup>] = C<sub>M</sub> · n، مولاریته محلول و در پایان با استفاده از رابطه C = C<sub>M</sub> · M، غلظت گرم بر لیتر (C) محلول به دست می آید.



$$[H^+] = C_M \cdot n \rightarrow 0.1 = C_M \times 1 \rightarrow C_M = 0.1 \text{ مولار}$$

$$C = C_M \cdot M \rightarrow C = 0.1 \times 63 \rightarrow C = 6.3 \text{ g.L}^{-1}$$

۲۰ HX و HY دو اسید ضعیف اند. اگر ۱۸ گرم از اولی و ۱۰ گرم از دومی را در دو ظرف جداگانه دارای دو لیتر آب حل کنیم، pH دو محلول برابر می شود. چند مورد از مطالب زیر در باره آن ها درست است؟ (HX = ۶۰ ، HY = ۵۰ : g.mol<sup>-1</sup>)

- شمار یون های موجود در دو محلول، برابر است.
- شمار گونه های موجود در دو محلول، نابرابر است.
- Ka اسید HX بزرگ تر از Ka اسید HY است.
- درجه یونش اسید HY ۱/۴ برابر درجه یونش اسید HX است.
- درجه یونش اسید HX، به تقریب نصف درجه یونش اسید HY است. **کنکور تجربی ۹۹**

پاسخ گزینه ۲

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

راهکار pH دو محلول برابر است، در نتیجه [H<sup>+</sup>] در دو محلول برابر می باشد. با داشتن جرم و جرم مولی دو اسید، همچنین، حجم هر محلول، با استفاده از رابطه  $C_M = \frac{n}{V(L)}$ ، مولاریته هر یک از اسیدهای HX و HY را حساب می کنیم. سپس، با توجه به برابر بودن غلظت یون [H<sup>+</sup>] در دو محلول، مقادیر α را مقایسه می کنیم.

راه حل

$$C_M = \frac{n}{V(L)} = \frac{18 \text{ mol HX}}{0.2 \text{ L محلول}} = 0.9 \text{ مولار} \quad \text{برای اسید HX}$$

$$C_M = \frac{n}{V(L)} = \frac{10 \text{ mol HY}}{0.2 \text{ L محلول}} = 0.5 \text{ مولار} \quad \text{برای اسید HY}$$

PH دو محلول برابر است، بنابراین:



$$pH_{(HX)} = pH_{(HY)} \rightarrow [H^+]_{(HX)} = [H^+]_{(HY)} \rightarrow (C_M \alpha)_{(HX)} = (C_M \alpha)_{(HY)} \rightarrow \frac{\alpha_{(HY)}}{\alpha_{(HX)}} = \frac{1.5}{1}$$

بررسی عبارت ها

- (درست) چون غلظت یون های  $H^+$  در دو محلول برابر است، با توجه به این که ضریب استوکیومتری  $[H^+] = [A^-]$  با هم برابر است، غلظت یون های  $A^-$  نیز برابر می باشد.
- (درست) مولاریته دو محلول برابر نیست، به همین دلیل، تعداد مولکول های یونیده نشده با هم برابر نخواهد بود.
- (نادرست) طبق رابطه  $Ka = C_M \alpha^2$ ، ثابت یونش اسیدی ( $Ka$ ) با درجه یونش اسید ( $\alpha$ ) رابطه مستقیم دارند. بنابراین این  $Ka$  برای اسید  $HY$  بزرگتر خواهد بود.
- (نادرست) طبق محاسبات بالا  $1/5$  برابر است.
- (نادرست) طبق محاسبات بالا  $1/1.5 = 0.66$  برابر است.

۲۱ اگر از انحلال ۰/۲۵۸ گرم از اسید آلی (HA) در ۱۰۰ میلی لیتر آب، محلولی با  $pH = 2$  به دست آید، جرم مولی این اسید چند گرم است؟ (از تغییر حجم محلول چشم پوشی شود.  $Ka = 10^{-2}$ ) **کنکور تجربی ۹۹**

پاسخ گزینه ۲

۱۷۲ (۱)      ۱۲۹ (۲)      ۹۶ (۳)      ۶۴ (۴)

**راهکار** با داشتن  $pH$  محلول غلظت یون  $H^+$  را به دست می آوریم. سپس از رابطه ثابت یونش اسیدی استفاده کرده و مولاریته اسید HA را تعیین می کنیم. با تعیین مولاریته محلول اسید، تعداد مول های اسید HA حل شده و از روی تعداد مول های اسید، جرم مولی اسید HA را به دست می آوریم.

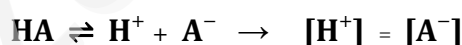
**راه حل**

تعیین غلظت یون  $H^+$  در محلول

$$pH = 2 \rightarrow [H^+] = 10^{-pH} \rightarrow [H^+] = 0.01$$

تعیین مولاریته محلول از رابطه ثابت یونش اسید HA

طبق معادله یونش اسید HA، به ازای یک مول یون  $[H^+]$  یک مول یون  $[A^-]$  تولید می شود. بنابراین



$$Ka = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{[H^+]^2}{C_M - [H^+]} = \frac{(0.01) \times (0.01)}{C_M - 0.01} \rightarrow C_M = 0.02 \text{ مولار}$$

محاسبه تعداد مول های اسید HA در محلول

$$C_M = \frac{n}{V_{(L)}} \rightarrow n = C_M \cdot V_{(L)} \rightarrow n = 0.02 \times 0.01 = 0.002 \text{ mol HA}$$

محاسبه جرم مولی اسید HA

$$1 \text{ mol HA} \times \frac{0.258 \text{ g HA}}{0.002 \text{ mol HA}} = 129 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

۲۲ در باره HF، HCl و HBr، چند مورد از مطالب زیر، درست اند؟ **کنکور ریاضی خارج کشور ۹۸**

- مولکول هر سه آن ها، قطبی است.
- $pH$  محلول یک مولار هر سه آن ها در آب، یکسان است.
- نقطه جوش HF در مقایسه با دو ترکیب دیگر، بالاتر است.
- مولکول های هر سه، می توانند پیوند هیدروژنی تشکیل دهند.

پاسخ گزینه ۲	۴ (۴)	۳ (۳)	۲ (۲)	۱ (۱)
<p><b>بررسی گزینه ها</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>هر سه مولکول HF، HCl و HBr قطبی اند. (مولکول های دو اتمی ناجور هسته قطبی اند). (درست)</li> <li>HF اسید ضعیف و HCl و HBr، اسید قوی هستند و pH آن ها با هم برابر نیست. (نادرست)</li> <li>بین مولکول های HF پیوند هیدروژنی و بین مولکول های HCl و HBr، جاذبه های واندروالس برقرار است، که موجب می شود، نقطه جوش HF بالاتر باشد. (درست)</li> <li>مولکول های HCl و HBr، پیوند هیدروژنی نمی دهند. (نادرست)</li> </ul>				
<p><b>۲۳</b> pH یک نمونه محلول ۰/۲ گرم بر لیتر اسید ضعیف HA با جرم مولی ۲۰ گرم بر مول برابر با ۴/۲۲ است. ثابت یونش اسیدی آن در دمای آزمایش به تقریب کدام است و چند درصد آن یونیده شده است؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید).</p> <p style="text-align: right;">(۰/۶ = <math>\frac{1}{10^{0.22}}</math>) <b>کنکور ریاضی ۹۹</b></p> <p>(۱) <math>۰/۶, ۳/۶ \times ۱۰^{-۷}</math> (۲) <math>۰/۴, ۳/۶ \times ۱۰^{-۷}</math> (۳) <math>۰/۷, ۴/۹ \times ۱۰^{-۷}</math> (۴) <math>۰/۵, ۴/۹ \times ۱۰^{-۷}</math> <b>پاسخ گزینه ۱</b></p> <p><b>راهکار قسمت نخست سوال</b> برای اسید ضعیف HA رابطه ثابت یونش به صورت <math>K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}</math> نوشته می شود. با داشتن pH محلول، <math>[H^+]</math> به دست می آید، و چون در معادله یونش اسید HA ضریب استوکیومتری <math>[H^+] = [A^-]</math> است، غلظت یون <math>A^-</math> نیز مشخص می شود.</p> <p style="text-align: center;"><math>[HA] \rightleftharpoons [H^+] + [A^-]</math></p> <p>با داشتن غلظت گرم بر لیتر محلول (C) و استفاده از فرمول <math>C_M = \frac{\text{غلظت گرم بر لیتر}}{\text{جرم مولی}}</math>، مولاریته محلول به دست می آید، و [HA] با مولاریته محلول <math>C_M</math> برابر است.</p> <p style="text-align: right;"><b>راه حل قسمت نخست سوال</b> محاسبه مولاریته محلول اسید HA</p> <p style="text-align: center;"><math>C = ۰/۲ \text{ گرم بر لیتر} \rightarrow C_M = \frac{C}{M} = \frac{0.2}{20} \rightarrow C_M = ۰/۰۱ \text{ مولار}</math></p> <p style="text-align: right;"><b>محاسبه <math>[H^+]</math> و <math>[A^-]</math></b></p> <p style="text-align: center;"><math>[H^+] = ۱۰^{-۴/۲۲} = ۱۰^{-۰.۴} \times ۱۰^{۰/۲۲} \rightarrow [H^+] = ۶ \times ۱۰^{-۵} \rightarrow [H^+] = [A^-] = ۶ \times ۱۰^{-۵}</math></p> <p style="text-align: right;"><b>محاسبه ثابت یونش اسیدی <math>K_a</math></b></p> <p style="text-align: center;"><math>K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{(6 \times 10^{-5})(6 \times 10^{-5})}{0.01} \rightarrow K_a = ۳/۶ \times ۱۰^{-۷}</math></p> <p><b>راهکار قسمت دوم سوال</b> از رابطه درصد یونش (<math>\alpha</math>٪) استفاده کرده و محاسبات را انجام می دهیم.</p> <p style="text-align: right;"><b>راه حل قسمت دوم سوال</b></p> <p style="text-align: center;"><math>\text{درصد یونش محلول} = \frac{\text{مولهای یونیده شده}}{\text{مولهای حل شده}} \times ۱۰۰ \rightarrow \text{درصد یونش محلول} = \frac{(6 \times 10^{-5})}{0.01} \times ۱۰۰ = ۰/۶\%</math></p>				
<p><b>۲۴</b> pH یک نمونه محلول آمونیاک برابر ۱۰/۷ است. غلظت یون هیدروکسید در آن برابر چند مول بر لیتر و چند برابر غلظت مولار یون هیدرونیوم در آن است؟ (<math>۰/۲ = ۱۰^{-۰/۷}</math>) <b>کنکور تجربی خارج کشور ۹۸</b></p> <p>(۱) <math>۴ \times ۱۰^{-۶}, ۵ \times ۱۰^{-۴}</math> (۲) <math>۴ \times ۱۰^{-۶}, ۲ \times ۱۰^{-۴}</math> (۳) <math>۲/۵ \times ۱۰^{-۷}, ۲ \times ۱۰^{-۴}</math> (۴) <math>۲/۵ \times ۱۰^{-۷}, ۵ \times ۱۰^{-۴}</math> <b>پاسخ گزینه ۴</b></p> <p><b>راهکار</b> محلول آمونیاک، باز است. با داشتن pH، غلظت یون های هیدرونیوم و هیدروکسید را به دست می آوریم و نسبت</p>				

	<p>آن ها را تعیین می کنیم.  <b>راه حل</b>                      محاسبه غلظت یون هیدرونیوم در محلول  <math display="block">pH = 10/7 \rightarrow [H^+] = 10^{-10/7} \rightarrow [H^+] = 10^{-11} \times 10^{+3} = 10^{-11} \times 2 \rightarrow [H^+] = 2 \times 10^{-11}</math>                     محاسبه غلظت یون هیدروکسید در محلول  <math display="block">[OH^-] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{[H^+]} \rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-9}} \rightarrow [OH^-] = 5 \times 10^{-4}</math>                     محاسبه نسبت غلظت یون هیدروکسید به یون هیدرونیوم  <math display="block">\frac{[OH^-]}{[H^+]} = \frac{5 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-11}} = 2/5 \times 10^7</math></p>
<p>۲۵</p> <p>حل شوند، نسبت pH محلول HY به HX، به تقریب کدام است؟ (از تغییر حجم چشم پوشی شود، <math>\log 2 = 0/3</math>)</p> <p><b>پاسخ گزینه ۲</b></p> <p>۲/۳ (۱)      ۲/۷ (۲)      ۳/۳ (۳)      ۳/۷ (۴)      <b>کنکور ریاضی خارج کشور ۹۸</b></p> <p><b>راهکار</b> محاسبات pH را برای هر دو اسید انجام می دهیم. سپس نسبت <math>\frac{pH \text{ ضعیف}}{pH \text{ قوی}}</math> اسید ضعیف را محاسبه می کنیم.</p> <p>اسید قوی HX  <math display="block">C_M = \frac{n}{V(L)} = \frac{0.01 \text{ mol}}{0.1 L} = 0/1 \rightarrow pH = -\log 0/1 \rightarrow pH = 1</math></p> <p>اسید ضعیف HY  <math display="block">C_M = \frac{n}{V(L)} = \frac{0.01 \text{ mol}}{0.1 L} = 0/1</math></p> <p><math display="block">[H^+] = C_M \cdot \alpha = 0/1 \times 0/2 = (2 \times 10^{-3}) \quad pH = -\log (2 \times 10^{-3}) \rightarrow pH = 2/7</math></p> <p><math display="block">\frac{pH \text{ ضعیف}}{pH \text{ قوی}} = \frac{2.7}{1} = 2/7</math></p>	<p>25                      HX و HY به ترتیب اسید قوی و ضعیف (α = ۲٪) هستند. اگر ۰/۱ مول از هر یک، در دو ظرف دارای ۱۰۰ mL آب مقطر حل شوند، نسبت pH محلول HY به HX، به تقریب کدام است؟ (از تغییر حجم چشم پوشی شود، <math>\log 2 = 0/3</math>)</p> <p><b>پاسخ گزینه ۲</b></p> <p>۲/۳ (۱)      ۲/۷ (۲)      ۳/۳ (۳)      ۳/۷ (۴)      <b>کنکور ریاضی خارج کشور ۹۸</b></p> <p><b>راهکار</b> محاسبات pH را برای هر دو اسید انجام می دهیم. سپس نسبت <math>\frac{pH \text{ ضعیف}}{pH \text{ قوی}}</math> اسید ضعیف را محاسبه می کنیم.</p> <p>اسید قوی HX  <math display="block">C_M = \frac{n}{V(L)} = \frac{0.01 \text{ mol}}{0.1 L} = 0/1 \rightarrow pH = -\log 0/1 \rightarrow pH = 1</math></p> <p>اسید ضعیف HY  <math display="block">C_M = \frac{n}{V(L)} = \frac{0.01 \text{ mol}}{0.1 L} = 0/1</math></p> <p><math display="block">[H^+] = C_M \cdot \alpha = 0/1 \times 0/2 = (2 \times 10^{-3}) \quad pH = -\log (2 \times 10^{-3}) \rightarrow pH = 2/7</math></p> <p><math display="block">\frac{pH \text{ ضعیف}}{pH \text{ قوی}} = \frac{2.7}{1} = 2/7</math></p>
<p>۲۶</p> <p>فعالیت، به تقریب چند برابر حالت استراحت است؟ (<math>10^{-0/7} \approx 0/2</math> ، <math>10^{-0/4} \approx 0/4</math>) <b>کنکور ریاضی خارج کشور ۹۸</b></p> <p><b>پاسخ گزینه ۱</b></p> <p>۲۰۰ (۱)      ۱۵۰ (۲)      ۱۰۰ (۳)      ۵۰ (۴)</p> <p><b>راهکار</b> با داشتن pH معده در دو حالت گفته شده، غلظت مولار اسید معده (HCl) را در هر یک از دو حالت محاسبه می کنیم. سپس نسبت <math>\frac{pH \text{ فعالیت}}{pH \text{ استراحت}}</math> را به دست می آوریم.</p> <p><b>راه حل</b></p> <p>در حالت استراحت  <math display="block">[H^+] = 10^{-3/7} = 10^{-4} + 10^{+3} \rightarrow [H^+] = 2 \times 10^{-4}</math></p> <p>در حال فعالیت  <math display="block">[H^+] = 10^{-1/4} = 10^{-2} + 10^{+6} \rightarrow [H^+] = 4 \times 10^{-2}</math></p> <p><math display="block">\frac{pH \text{ فعالیت}}{pH \text{ استراحت}} = \frac{4 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-4}} = 200</math></p>	<p>26                      pH معده فردی، در حالت استراحت برابر ۳/۷ و در حالت فعالیت آن، برابر ۱/۴ است. غلظت مولار اسید در آن در حال فعالیت، به تقریب چند برابر حالت استراحت است؟ (<math>10^{-0/7} \approx 0/2</math> ، <math>10^{-0/4} \approx 0/4</math>) <b>کنکور ریاضی خارج کشور ۹۸</b></p> <p><b>پاسخ گزینه ۱</b></p> <p>۲۰۰ (۱)      ۱۵۰ (۲)      ۱۰۰ (۳)      ۵۰ (۴)</p> <p><b>راهکار</b> با داشتن pH معده در دو حالت گفته شده، غلظت مولار اسید معده (HCl) را در هر یک از دو حالت محاسبه می کنیم. سپس نسبت <math>\frac{pH \text{ فعالیت}}{pH \text{ استراحت}}</math> را به دست می آوریم.</p> <p><b>راه حل</b></p> <p>در حالت استراحت  <math display="block">[H^+] = 10^{-3/7} = 10^{-4} + 10^{+3} \rightarrow [H^+] = 2 \times 10^{-4}</math></p> <p>در حال فعالیت  <math display="block">[H^+] = 10^{-1/4} = 10^{-2} + 10^{+6} \rightarrow [H^+] = 4 \times 10^{-2}</math></p> <p><math display="block">\frac{pH \text{ فعالیت}}{pH \text{ استراحت}} = \frac{4 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-4}} = 200</math></p>
<p>۲۷</p> <p>۴۴/۸ میلی لیتر HCl(g) در شرایط STP در نیم لیتر آب مقطر به طور کامل حل شده است. pH تقریبی محلول به دست آمده کدام است و در این محلول، غلظت مولار یون هیدرونیوم چند برابر غلظت مولار یون هیدروکسید است؟</p>	<p>27                      ۴۴/۸ میلی لیتر HCl(g) در شرایط STP در نیم لیتر آب مقطر به طور کامل حل شده است. pH تقریبی محلول به دست آمده کدام است و در این محلول، غلظت مولار یون هیدرونیوم چند برابر غلظت مولار یون هیدروکسید است؟</p>

(log 4 ≈ 0.6) کنکور تجربی ۹۸

پاسخ گزینه ۴  $1/6 \times 10^9$  ،  $2/4$  (۴)  $1/5 \times 10^9$  ،  $2/4$  (۳)  $1/6 \times 10^9$  ،  $2/6$  (۲)  $1/5 \times 10^9$  ،  $2/6$  (۱)

راهکار قسمت نخست برای تعیین pH محلول به  $[H_3O^+]$  نیاز داریم. HCl اسید قوی یک پروتونه است، بنابراین، در

محلول این اسید: (مولاریته محلول)  $[H_3O^+] = C_M$  با استفاده از رابطه  $\frac{\text{مول حل شونده } n}{\text{حجم محلول } V(L)} = C_M$  (مولاریته محلول)، مولاریته

محلول اسید را حساب می کنیم، تا  $[H_3O^+]$  به دست آید. سپس pH محلول را محاسبه می کنیم.

راه حل قسمت نخست

محاسبه مولاریته محلول اسید

$$44/8 \text{ mL HCl} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{22400 \text{ mL HCl}} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol HCl}$$

$$C_M \text{ (مولاریته محلول)} = \frac{\text{مول حل شونده } n}{\text{حجم محلول } V(L)} \rightarrow C_M = \frac{2 \times 10^{-3}}{0.5} = 4 \times 10^{-3}$$

محاسبه pH محلول اسید

$$[H_3O^+] = -\log 4 \times 10^{-3} \rightarrow \text{pH} = 2/4$$

راهکار قسمت دوم با داشتن غلظت یون هیدرونیوم و استفاده از رابطه  $[H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$ ، غلظت یون هیدروکسید

را به دست می آوریم و سپس نسبت  $\frac{[H_3O^+]}{[OH^-]}$  محاسبه می شود.

راه حل قسمت دوم

محاسبه غلظت یون هیدروکسید در محلول

$$[H_3O^+][OH^-] = 10^{-14} \rightarrow [OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{4 \times 10^{-3}} = 2/5 \times 10^{-12}$$

تعیین نسبت  $\frac{[H_3O^+]}{[OH^-]}$  در محلول

$$\frac{[H_3O^+]}{[OH^-]} = \frac{4 \times 10^{-3}}{2.5 \times 10^{-12}} = 1/6 \times 10^9$$

اگر در محلول ۰/۱ مولار یک اسید ضعیف، غلظت یون هیدرونیوم برابر  $4 \times 10^{-3}$  مول بر لیتر باشد، درصد یونش اسید و pH

محلول، به تقریب کدام است؟ (log 4 ≈ 0.6) کنکور ریاضی ۹۸

پاسخ گزینه ۳  $2/6$  ،  $4$  (۴)  $2/4$  ،  $4$  (۳)  $2/6$  ،  $1/2$  (۲)  $2/4$  ،  $1/2$  (۱)

راهکار برای تعیین درصد یونش محلول با داشتن مولاریته و غلظت یون هیدرونیوم از رابطه  $[H_3O^+] = C_m \times \alpha$  استفاده

می کنیم. pH محلول نیز از غلظت یون هیدرونیوم به دست می آید.

$$C_m = 0/1 \text{ مولار} ، [H_3O^+] = 4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

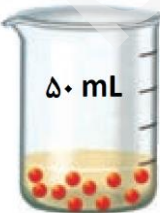
راه حل

محاسبه درصد یونش اسید در محلول

$$[H_3O^+] = C_m \times \alpha \rightarrow \alpha = \frac{[H^+]}{C_m} = \frac{4 \times 10^{-3}}{0.1} = 0/04 = 4\%$$

محاسبه pH محلول

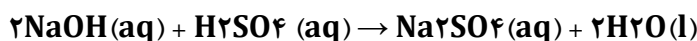
۲۸

	<p style="text-align: center;"><math>\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (4 \times 10^{-3}) = 0.6 - 3 \rightarrow \text{pH} = 2.4</math></p> <p style="text-align: center;"><b>واکنش های خنثی شدن اسید و باز</b></p> <p>در دمای اتاق، pH محلول ۰/۰۵ مولار اسید ضعیف HA، ۷/۳ واحد از pH محلول ۰/۰۱ مولار باریوم هیدروکسید (باز قوی) کوچک تر است. ثابت یونش این اسید در این دما به تقریب کدام است و ۱۰۰ میلی لیتر محلول اسید با چند گرم کلسیم کربنات واکنش کامل می دهد؟ (C=۱۲، O=۱۶، Ca=۴۰ g.mol<sup>-1</sup>) <b>تجربی دی ماه ۱۴۰۱</b></p> <p style="text-align: center;"><math>\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HA}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaA}_2(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})</math></p> <p style="text-align: center;"><b>پاسخ گزینه ۴</b>      ۰/۵۰، ۸×۱۰<sup>-۷</sup> (۲)      ۰/۵، ۲×۱۰<sup>-۷</sup> (۳)      ۰/۲۵، ۸×۱۰<sup>-۷</sup> (۴)      ۰/۲۵، ۲×۱۰<sup>-۷</sup> (۵)</p> <p><b>راهکار قسمت نخست</b>      باریوم هیدروکسید Ba(OH)<sub>2</sub> باز قوی دو ظرفیتی است. غلظت یون OH<sup>-</sup> را در آن حساب کرده و pH محلول را به دست می آوریم و آن را از ۷/۳ کم می کنیم تا pH محلول اسید ضعیف HA به دست آید.</p> <p style="text-align: right;"><b>راه حل قسمت نخست</b></p> <p style="text-align: center;"><math>[\text{OH}^-] = C_M \times n = 0.01 \times 2 \rightarrow [\text{OH}^-] = 2 \times 10^{-3}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 2 \times 10^{-3} \rightarrow \text{pOH} = 2.7</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\text{pH} + \text{pOH} = 14 \rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} \rightarrow \text{pH} = 14 - 2.7 = 11.3</math>      pH محلول باریوم هیدروکسید</p> <p style="text-align: center;"><math>11.3 - 7.3 = 4</math>      pH محلول اسید ضعیف HA</p> <p style="text-align: center;"><math>K_a = \frac{[\text{H}^+]^2}{C_M} \rightarrow K_a = \frac{(10^{-4})^2}{5 \times 10^{-2}} \rightarrow K_a = 2 \times 10^{-7}</math></p> <p><b>راهکار قسمت دوم</b>      بر اساس استوکیومتری واکنش محاسبات را انجام می دهیم.</p> <p style="text-align: right;"><b>راه حل قسمت دوم</b></p> <p style="text-align: center;"><math>\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HA}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaA}_2(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})</math></p> <p style="text-align: center;"><math>100 \text{ mL} \times \frac{0.05 \text{ mol HA}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{2 \text{ mol HA}} \times \frac{100 \text{ g CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 0.25 \text{ g CaCO}_3</math></p> <p><b>روش دوم</b>      اگر با استوکیومتری واکنش محلول ها مشکل دارید، ابتدا با استفاده از مولاریته و حجم محلول اسید HA، تعداد مول های آن را به دست آورید. سپس، محاسبات را بر اساس استوکیومتری مول - جرم انجام دهید.</p> <p style="text-align: right;"><b>راه حل دوم</b></p> <p style="text-align: center;"><math>C_M = \frac{n}{V(L)} \rightarrow n = C_M \cdot V(L) = 0.05 \times 0.1 = 0.005 \text{ mol HA}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>0.005 \text{ mol HA} \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{2 \text{ mol HA}} \times \frac{100 \text{ g CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 0.25 \text{ g CaCO}_3</math></p>
	<p>۲ با توجه به شکل زیر، اگر هر ذره، هم ارز ۰/۰۲ مول سدیم هیدروکسید (قبل از حل شدن) باشد، غلظت محلول حاصل چند مولار است و ۱۵ میلی لیتر از آن، چند گرم سولفوریک اسید را خنثی می کند؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید. (H=۱، O=۱۶، S=۳۲ g.mol<sup>-1</sup>)</p> <p style="text-align: center;">۵/۸۸، ۰/۲ (۴)      ۲/۹۴، ۰/۲ (۳)      ۵/۸۸، ۴ (۲)      ۲/۹۴، ۴ (۱)</p> <p style="text-align: right;"><b>پاسخ گزینه ۱</b></p> <p><b>راهکار قسمت نخست</b>      در ظرف ۱۰ ذره وجود دارد. بنابراین تعداد مول های سدیم هیدروکسید <math>10 \times 0.02 = 0.2 \text{ mol}</math> می باشد. حجم محلول نیز ۵۰ mL است. با داشتن مول های حل شونده و حجم محلول، مولاریته آن به دست می آید.</p> <p style="text-align: right;"><b>راه حل قسمت نخست</b></p>

$$C_{M(\text{مولار یته محلول})} = \frac{n \text{ مول حل شونده}}{V(L) \text{ حجم محلول}} \rightarrow C_M = \frac{0.2 \text{ mol NaOH}}{0.05 L \text{ محلول}} = 4 \text{ مولار}$$

**راهکار قسمت دوم** معادله واکنش خنثی شدن سدیم هیدروکسید را با سولفوریک اسید نوشته و با استفاده از استوکیومتری واکنش محاسبات را انجام می دهیم.

**راه حل قسمت دوم**



$$15 \text{ mL} \times \frac{4 \text{ مول}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol NaOH}} \times \frac{98 \text{ g H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} = 2.94 \text{ g سولفوریک اسید}$$

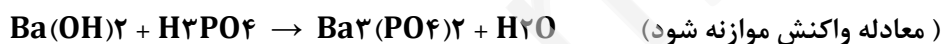
**روش دوم حل مسئله** می توان با استفاده از رابطه  $n = C_M \cdot V(L)$  ، تعداد مول های سدیم هیدروکسید را محاسبه کرده و با انجام محاسبات ساده تر پاسخ را به دست آوریم.

$$n = C_M \cdot V(L) \rightarrow n = 4 \text{ مولار} \times 0.015 \text{ L} = 0.06 \text{ mol NaOH}$$

$$0.06 \text{ mol NaOH} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol NaOH}} \times \frac{98 \text{ g H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} = 2.94 \text{ g سولفوریک اسید}$$

در دمای اتاق، ۲۵۰ میلی لیتر محلول باریم هیدروکسید، دارای ۴۲۷/۵ میلی گرم از آن است. PH این محلول کدام است و ۱۵۰ میلی لیتر از آن در واکنش کامل با فسفریک اسید، چند میلی گرم فراورده نامحلول در آب تشکیل می دهد؟

$$(H = 1, O = 16, P = 31, Ca = 40, Ba = 137; \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}) \text{ کنکور ریاضی ۱۴۰۱}$$



**پاسخ گزینه ۲** ۳۰۰/۵ ، ۱۲ (۱) ۳۰۰/۵ ، ۱۲ (۲) ۲۰۰/۵ ، ۱۲ (۳) ۲۰۰/۵ ، ۱۲ (۴)

**راهکار قسمت نخست سوال** جرم باریم هیدروکسید را به مول تبدیل کرده و با داشتن حجم محلول، با استفاده از رابطه

$C_M = \frac{n}{V(L)}$  ، مولاریته محلول را به دست می آوریم. باریم هیدروکسید  $(\text{Ba}(\text{OH})_2)$ ، با قوی دو ظرفیتی است، و در چون در

آب به طور کامل تفکیک یونی می شود، با استفاده از رابطه  $[\text{OH}^-] = C_M \times n$  ، غلظت یون هیدروکسید در محلول تعیین می شود، و با داشتن  $[\text{OH}^-]$  ، می توان pH محلول را محاسبه کرد.

**راه حل قسمت نخست سوال**

**تعیین مولاریته محلول باریم هیدروکسید**

$$\text{Ba}(\text{OH})_2 \text{ g } 427.5 \times 10^{-3} \times \frac{1 \text{ mol Ba}(\text{OH})_2}{171 \text{ g Ba}(\text{OH})_2} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol Ba}(\text{OH})_2$$

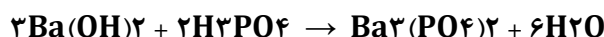
$$C_{M(\text{مولار یته محلول})} = \frac{n \text{ مول حل شونده}}{V(L) \text{ حجم محلول}} \rightarrow C_M = \frac{2.5 \times 10^{-3} \text{ mol Ba}(\text{OH})_2}{0.25 L \text{ محلول}} = 0.01 \text{ مولاریته}$$

**محاسبه pH محلول باریم هیدروکسید**

$$[\text{OH}^-] = C_M \times n \rightarrow [\text{OH}^-] = 0.01 \times 2 \rightarrow [\text{OH}^-] = 0.02 \text{ مولار}$$

$$\text{pOH} = \log 2 \times 10^{-2} \rightarrow \text{pOH} = 1.7 \rightarrow \text{pH} = 12.3$$

**راهکار قسمت دوم سوال** معادله واکنش را موازنه کرده و با استفاده از استوکیومتری واکنش، محاسبات را انجام می دهیم.



**راه حل قسمت دوم سوال**

$150 \text{ mL محلول} \times \frac{0.01 \text{ مولار}}{1000 \text{ mL محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Ba}_3(\text{PO}_4)_2}{3 \text{ mol Ba}(\text{OH})_2} \times \frac{601 \text{ g Ba}_3(\text{PO}_4)_2}{1 \text{ mol Ba}_3(\text{PO}_4)_2} = 300/5 \text{ mg Ba}_3(\text{PO}_4)_2$	
<p>۴ ۵۰ میلی لیتر از یک شربت ضد اسید، دارای ۱/۱۶ میلی گرم منیزیم هیدروکسید و ۳/۹ میلی گرم آلومینیوم هیدروکسید است. این ضد اسید، چند میلی لیتر شیره معده با <math>\text{pH} = 1/7</math> را خنثی می کند؟ (<math>\text{H} = 1</math>، <math>\text{O} = 16</math>، <math>\text{Mg} = 24</math>، <math>\text{Al} = 27 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}</math>)</p> <p><b>واکنش ها موازنه شوند.</b></p> <p><math>\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})</math>  <math>\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{AlCl}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})</math></p> <p><b>پاسخ گزینه ۲</b></p> <p style="text-align: center;">۱۷/۵ (۴)                      ۱۴ (۳)                      ۹/۵ (۲)                      ۷ (۱)</p> <p style="text-align: right;"><b>روش نخست برای حل مسئله</b></p> <p><b>راهکار</b> با استفاده از معادله موازنه شده واکنش ها و استوکیومتری واکنش، مقدار مول های <math>\text{HCl}</math> مصرف شده در هر واکنش را به دست می آوریم. از جمع مول های به دست آمده، مقدار مول کل <math>\text{HCl}</math> مصرف شده در واکنش خنثی شدن مشخص می شود. به دلیل این که <math>\text{HCl}</math> اسید یک پروتونه (یک ظرفیتی) است:</p> <p>تعداد مول های <math>\text{H}^+</math> مصرف شده در واکنش خنثی شدن (<math>n</math>) = تعداد مول های <math>\text{HCl}</math> مصرف شده در واکنش خنثی شدن</p> <p><math>\text{pH}</math> محلول اسید (شیره معده) داده شده است. از رابطه <math>[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}</math> استفاده می کنیم و <math>[\text{H}^+]</math> را در محلول اسید به دست می آوریم.</p> <p>با داشتن تعداد مول های <math>\text{H}^+</math> مصرف شده در واکنش (<math>n</math>) و غلظت یون های <math>\text{H}^+</math> که از <math>\text{pH}</math> محلول به دست آمده، حجم محلول اسید را از رابطه زیر محاسبه می کنیم.</p>	
<p style="text-align: right;"><b>راه حل</b></p> <p>معادله واکنش های داده شده را موازنه می کنیم.</p> <p><math>\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})</math>  <math>\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s}) + 3\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{AlCl}_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})</math></p> <p>محاسبه مقدار مول های <math>\text{HCl}</math> مصرف شده در واکنش <math>\text{Mg}(\text{OH})_2</math> با محلول <math>\text{HCl}</math></p> $1/16 \times 10^{-3} \text{ g Mg}(\text{OH})_2 \times \frac{1 \text{ mol Mg}(\text{OH})_2}{58 \text{ g Mg}(\text{OH})_2} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Mg}(\text{OH})_2} = 4 \times 10^{-5} \text{ mol HCl}$ <p>محاسبه مقدار مول های <math>\text{HCl}</math> مصرف شده در واکنش <math>\text{Al}(\text{OH})_3</math> با محلول <math>\text{HCl}</math></p> $3/9 \times 10^{-3} \text{ g Al}(\text{OH})_3 \times \frac{1 \text{ mol Al}(\text{OH})_3}{78 \text{ g Al}(\text{OH})_3} \times \frac{3 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Al}(\text{OH})_3} = 1/5 \times 10^{-4} \text{ mol HCl}$ <p>مقدار <math>\text{HCl}</math> کل مصرف شده در دو واکنش برابر است با:</p> $4 \times 10^{-5} + 1/5 \times 10^{-4} = 1/9 \times 10^{-4} \text{ mol HCl} \rightarrow n = 1/9 \times 10^{-4} \text{ mol HCl}$ <p>از روی مقدار <math>\text{pH}</math> محلول اسید (شیره معده)، غلظت یون های <math>\text{H}^+</math> در اسید را به دست می آوریم.</p> $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-1/7} \rightarrow [\text{H}^+] = 2 \times 10^{-2} \text{ مولار}$	

از رابطه  $C_M = \frac{n}{V(L)}$ ، استفاده می کنیم و حجم محلول را به دست می آوریم.

$$[H^+] = C_M = \frac{n}{V(L)} \rightarrow 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} = \frac{1.9 \times 10^{-4} \text{ mol HCl}}{V(L) \text{ محلول}} \rightarrow V = 10^{-3} \text{ L} = 9/5 \text{ mL}$$

### روش دوم برای حل مسئله

**راهکار** مسئله را از روش شروع با آخرین فرمول مورد استفاده در حل مسئله حل می کنیم. مسئله از نوع خنثی شدن اسید و باز می باشد. برای خنثی شدن اسید و باز از رابطه زیر می توان استفاده کرد.

$$C_{M1} V_1 = C_{M2} V_2$$

( $C_{M2}$  و  $C_{M1}$  به ترتیب مولاریته اسید و باز و یا  $[H^+]$  و  $[OH^-]$  می باشند).

شیره معده دارای هیدروکلریک اسید (HCl) است، که یک اسید یک ظرفیتی می باشد. pH محلول اسید داده شده است ( $pH = 1/7$ ). با داشتن pH شیره معده، از رابطه  $[H^+] = 10^{-pH}$  استفاده کرده و  $[H^+]$  را به دست می آوریم.

$$(V_1 = ? , C_{M1} = [H^+])$$

شربت ضد اسید مخلوطی از باز دو ظرفیتی  $Mg(OH)_2$  و باز سه ظرفیتی  $Al(OH)_3$  است. با داشتن جرم هر یک از این دو باز  $Mg(OH)_2$  (۱/۱۶ mg) و  $Al(OH)_3$  (۳/۹ mg)، و حجم محلول (۵۰ mL)، می توانیم با استفاده از رابطه زیر:

$$C_M (\text{مولاریته محلول}) = \frac{\text{مول حل شونده } n}{\text{حجم محلول } V(L)}$$

مولاریته هر باز را به دست آورده و پس از آن از رابطه  $[OH^-] = C_M \times n$  استفاده کرده و  $[OH^-]$  را در شربت ضد اسید حساب کنیم.

$$(V_2 = 50 \text{ mL} , C_{M2} = [OH^-])$$

### راه حل

محاسبه  $[H^+]$  در شیره معده با داشتن pH

$$[H^+] = 10^{-pH} \rightarrow [H^+] = 10^{-1/7} \rightarrow [H^+] = 2 \times 10^{-2} \text{ مولار}$$

محاسبه  $[OH^-]$  در شربت ضد اسید

برای محاسبه  $[OH^-]$  در شربت ضد اسید، ابتدا باید با داشتن جرم هر یک از بازهای  $Mg(OH)_2$  و  $Al(OH)_3$  و حجم محلول (۵۰ mL)، با استفاده از نقشه مفهومی زیر  $[OH^-]$  را برای هر باز موجود در محلول محاسبه کنیم.

$$\text{جرم مولی حل شونده} \times \frac{1 \text{ mol حل شونده}}{\text{جرم مولی حل شونده}} = n (\text{مول حل شونده}) \rightarrow C_M = \frac{n}{V(L)} \rightarrow [OH^-] = C_M \times n \rightarrow [OH^-] (\text{باز})$$

در رابطه:  $[OH^-] = C_M \times n$ ، ظرفیت باز با n مشخص می شود. برای  $Mg(OH)_2$  که باز دو ظرفیتی است، ( $n = 2$ ) و برای  $Al(OH)_3$  که باز سه ظرفیتی است، ( $n = 3$ ) می باشد.

**محاسبه  $[OH^-]$  مربوط به تفکیک یونی  $Mg(OH)_2$  در شربت ضد اسید**

$$1/16 \times 10^{-3} \text{ g } Mg(OH)_2 \times \frac{1 \text{ mol } Mg(OH)_2}{58 \text{ g } Mg(OH)_2} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol } Mg(OH)_2$$



$$C_M(\text{مولارینه محلول}) = \frac{n \text{ مول حل شونده}}{V(L) \text{ حجم محلول}} \rightarrow C_M = \frac{2 \times 10^{-5}}{0.05 L} = 4 \times 10^{-4} \text{ مولار}$$

$$[\text{OH}^-] = C_M \times n \rightarrow [\text{OH}^-] = 4 \times 10^{-4} \times 2 = 8 \times 10^{-4} \text{ مولار}$$

**محاسبه  $[\text{OH}^-]$  مربوط به تفکیک یونی  $\text{Al}(\text{OH})_3$  در شربت ضد اسید**

$$3/9 \times 10^{-3} \text{ g Al}(\text{OH})_3 \times \frac{1 \text{ mol Al}(\text{OH})_3}{78 \text{ g Al}(\text{OH})_3} = 5 \times 10^{-5} \text{ mol Al}(\text{OH})_3$$

$$C_M(\text{مولارینه محلول}) = \frac{n \text{ مول حل شونده}}{V(L) \text{ حجم محلول}} \rightarrow C_M = \frac{5 \times 10^{-5}}{0.05 L} = 10^{-2} \text{ مولار}$$

$$[\text{OH}^-] = C_M \times n \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2} \times 3 = 3 \times 10^{-2} \text{ مولار}$$

غلظت کل یون های  $[\text{OH}^-]$  در شربت ضد اسید را به دست می آوریم.

$$8 \times 10^{-4} + 3 \times 10^{-2} = 3/8 \times 10^{-3} \text{ مولار}$$

آخرین رابطه مورد استفاده برای پاسخ به این سوال  $C_{M1} V_1 = C_{M2} V_2$  است. مقادیر به دست آمده از مراحل قبل را در این رابطه جای گذاری کرده و پاسخ سوال را به دست می آوریم.

$$C_{M1} V_1 = C_{M2} V_2 \rightarrow 50 \times 3/8 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-2} \times V_2 \rightarrow V_2 = 9/5 \text{ mL}$$

( $C_{M1}$  و  $C_{M2}$  به ترتیب،  $[\text{H}^+]$  و  $[\text{OH}^-]$  می باشند.)

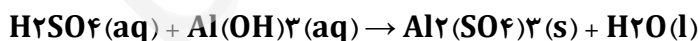
**روش سوم برای حل مسئله - راه حل تستی**

$$C_M = \frac{1.16 \times 10^{-3}}{0.05} = 0/4 \times 10^{-3} \text{ مولارینه Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow [\text{OH}^-] = 2 \times 0/4 \times 10^{-3} = 0/8 \times 10^{-3} \text{ مولار}$$

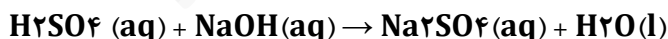
$$C_M = \frac{3.9 \times 10^{-3}}{0.05} = 10^{-3} \text{ مولارینه Al}(\text{OH})_3 \rightarrow [\text{OH}^-] = 3 \times 10^{-3} \text{ مولار}$$

$$C_{M1} V_1 = C_{M2} V_2 \rightarrow 3/8 \times 10^{-3} \times 50 = 0/2 \times V_2 \rightarrow V_2 = 9/5 \text{ mL}$$

۵ برای واکنش کامل سولفوریک اسید با کدام یک از دو نمونه محلول زیر، حجم بیشتری از محلول ۰/۱ مولار این اسید مصرف می شود و این حجم برابر چند میلی لیتر است؟ **کنکور ریاضی خارج کشور ۱۴۰۱**  
الف) ۰/۳ مول آلومینیم هیدروکسید  
ب) ۳۰۰ میلی لیتر محلول  $0/2 \text{ mol.L}^{-1}$  سدیم هیدروکسید



معادله واکنش ها موازنه شود



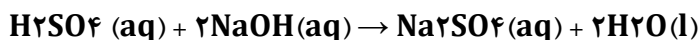
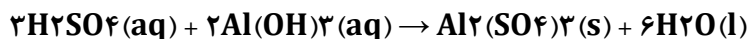
۱ الف، ۴۵۰      ۲ ب، ۴۵۰      ۳ الف، ۵۰۰      ۴ ب، ۵۰۰

**پاسخ گزینه ۱**

**راهکار الف)** برای محلول سولفوریک اسید، غلظت مولار آن داده شده است. و برای آلومینیم هیدروکسید، تعداد مول های آن داده شده. می توان محاسبات را بر اساس استوکیومتری واکنش موازنه شده انجام داد.  
ب) برای محلول سدیم هیدروکسید، حجم و مولارینه آن داده شده است. می توانیم از رابطه زیر محاسبات را انجام دهیم.

$$C_{M1} n_1 V_1 = C_{M2} n_2 V_2$$

در این رابطه  $n_1$  و  $n_2$ ، به ترتیب ظرفیت اسید و باز را نشان می دهند، و  $V_1$  و  $V_2$  نیز به ترتیب حجم اسید و باز را مشخص می کنند. (در استفاده از این رابطه، لازم نیست یکاهای حجم لیتر (L)، باشد و فقط باید یکاهای حجم در دو سمت معادله مشابه باشد.)



### راه حل

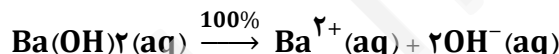
$$V \text{ mL محلول} \times \frac{0.1 \text{ مولار}}{1000 \text{ mL محلول}} \times \frac{2 \text{ mol } Al(OH)_3}{3 \text{ mol } H_2SO_4} = 0.03 \text{ mol } Al(OH)_3 \rightarrow V = 450 \text{ mL} \quad (\text{الف})$$

$$C_{M_1} n_1 V_1 = C_{M_2} n_2 V_2 \rightarrow 0.1 \times 2 \times V_1 = 0.2 \times 1 \times 300 \rightarrow V_1 = 300 \text{ mL} \quad (\text{ب})$$

۶ بر پایه واکنش: (معادله واکنش موازنه شود).  $HBr(aq) + Ba(OH)_2(aq) \rightleftharpoons BaBr_2(aq) + H_2O(l)$ . اگر  $5/4$  گرم هیدروبرمیک اسید خالص، به  $150$  میلی لیتر محلول  $Ba(OH)_2$  اضافه شود تا واکنش خنثی شدن کامل شود، به ترتیب از راست به چپ، مقدار تقریبی یون  $Ba^{2+}(aq)$  در محلول آغازی چند گرم و غلظت  $BaBr_2$  در محلول پایانی، چند مول بر لیتر است؟ (حجم محلول ثابت در نظر گرفته شود). ( $H = 1$ ,  $Br = 80$ ,  $Ba = 137$ :  $g \cdot mol^{-1}$ ) **کنکور ریاضی خارج کشور ۱۴۰۰**

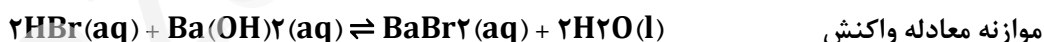
پاسخ گزینه ۴  $0.22, 5/28$  (۱)  $0.34, 4/56$  (۲)  $0.34, 5/28$  (۳)  $0.22, 4/56$  (۴)

**راهکار قسمت نخست سوال** معادله واکنش را موازنه کرده و با استفاده از محاسبات استوکیومتری، مولاریته محلول باریم هیدروکسید را به دست می آوریم. معادله یونش محلول آبی  $Ba(OH)_2$ ، به صورت زیر است.



بر اساس معادله یونش، به ازای یک مول  $Ba(OH)_2$ ، یک مول یون  $Ba^{2+}$  تولید می شود. بنابر این، مولاریته یون باریم با مولاریته محلول باریم هیدروکسید برابر است. با تعیین مولاریته یون  $Ba^{2+}$  در محلول، با استفاده از محاسبات استوکیومتری مقدار یون باریم بر حسب گرم را محاسبه می کنیم.

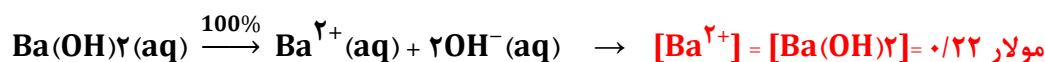
### راه حل قسمت نخست سوال



تعیین مولاریته محلول باریم هیدروکسید حجم محلول  $Ba(OH)_2$  ( $150 \text{ mL}$ ) و جرم اسید خالص  $HBr$  ( $5/4 \text{ g}$ ) را داریم. محاسبات استوکیومتری بر پایه معادله موازنه شده واکنش و داده های مسئله انجام می گیرد.

$$150 \text{ mL محلول} \times \frac{X \text{ مولار}}{1000 \text{ mL محلول}} \times \frac{2 \text{ mol } HBr}{1 \text{ mol } Ba(OH)_2} \times \frac{81 \text{ g } HBr}{1 \text{ mol } HBr} = 5/4 \text{ g } HBr \rightarrow X = 0.22 \text{ مولار}$$

تعیین مولاریته یون  $Ba^{2+}$  در محلول طبق معادله یونش، به ازای یک مول  $Ba(OH)_2$ ، یک مول یون  $Ba^{2+}$  تولید می شود. بنابر این:



محاسبه جرم یون  $Ba^{2+}$  در محلول آغازی

$$150 \text{ mL محلول} \times \frac{0.22 \text{ مولار}}{1000 \text{ mL محلول}} \times \frac{1 \text{ mol } Ba^{2+}}{1 \text{ mol } Ba(OH)_2} \times \frac{137 \text{ g } Ba^{2+}}{1 \text{ mol } Ba^{2+}} = 4/52 \text{ g } Ba^{2+}$$

### راه حل قسمت نخست سوال

	<p>بر اساس معادله موازنه شده واکنش</p> $2\text{HBr}(\text{aq}) + \text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{BaBr}_2(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ <p>به ازای مصرف ۱ مول <math>\text{Ba}(\text{OH})_2</math>، یک مول <math>\text{BaBr}_2</math> تولید می شود. بنابر این غلظت <math>\text{BaBr}_2</math> در پایان واکنش با غلظت آغازی <math>\text{Ba}(\text{OH})_2</math>، مساوی و برابر با <math>0.22</math> مولار است.</p>
<p>۷</p>	<p><math>\text{pH}</math> محلول <math>0.1</math> مولار هیدروفلوئوریک اسید برابر <math>2.7</math> است. درصد یونش تقریبی آن کدام است و <math>200</math> میلی لیتر از این محلول در واکنش با مقدار کافی کلسیم هیدروکسید، چند میلی گرم رسوب کلسیم فلئورید تشکیل می دهد؟ (<math>F = 19</math>، <math>\text{Ca} = 40</math>: <math>\text{g.mol}^{-1}</math>) <b>کنکور تجربی خارج کشور ۹۹</b></p> <p>(معادله واکنش موازنه شود.)</p> $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{HF}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaF}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ <p><b>پاسخ گزینه ۲</b>      ۶۸۰ ، ۲/۴ (۴)      ۵۹۰ ، ۲/۴ (۳)      ۷۸۰ ، ۲ (۲)      ۳۹۵ ، ۲ (۱)</p> <p><b>راهکار قسمت نخست</b> با داشتن <math>\text{pH}</math> محلول، غلظت یون <math>\text{H}^+</math> را به دست می آوریم. سپس از رابطه <math>[\text{H}^+] = C_M \times \alpha</math> مقدار درجه یونش و در ادامه درصد یونش محاسبه می شود.</p> <p><b>راه حل قسمت نخست</b></p> $\text{pH} = 2.7 \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-2.7} \rightarrow [\text{H}^+] = 2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ $[\text{H}^+] = C_M \times \alpha \rightarrow 2 \times 10^{-3} = 0.1 \times \alpha \rightarrow \alpha = 0.02 \times 100 = 2\%$ <p><b>راهکار قسمت دوم</b> معادله موازنه شده واکنش را نوشته و محاسبات استوکیومتری را بر اساس آن انجام می دهیم.</p> <p><b>راه حل قسمت دوم</b></p> <p>معادله موازنه شده واکنش</p> $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{HF}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaF}_2(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ <p>محاسبه جرم <math>\text{CaF}_2</math> تولید شده</p> $200 \text{ mL محلول} \times \frac{0.1 \text{ mol HF}}{1000 \text{ mL محلول}} \times \frac{1 \text{ mol CaF}_2}{2 \text{ mol HF}} \times \frac{78 \text{ g CaF}_2}{1 \text{ mol CaF}_2} \times \frac{10^3 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 780 \text{ mg}$
<p>۸</p>	<p><math>4/8</math> میلی لیتر محلول <math>50\%</math> جرمی <math>\text{NaOH}</math> در دمای اتاق با آب تا حجم <math>750</math> میلی لیتر رقیق می شود. غلظت یون <math>\text{Na}^+(\text{aq})</math> با یکای <math>\text{ppm}</math> کدام است و اگر برای خنثی کردن کامل این محلول <math>7/3</math> گرم <math>\text{HCl}</math> ناخالص مصرف شده باشد، درصد خلوص اسید کدام است؟ (هر میلی لیتر محلول آغازی و رقیق شده <math>\text{NaOH}</math> به ترتیب <math>1/5</math> و <math>1</math> گرم جرم دارد.) (<math>\text{Cl} = 35/5</math>، <math>\text{H} = 1</math>، <math>\text{C} = 12</math>، <math>\text{Na} = 23</math>، <math>\text{O} = 16</math>: <math>\text{g.mol}^{-1}</math>) <b>کنکور ریاضی خارج کشور ۹۹</b></p> <p><b>پاسخ گزینه ۳</b>      ۵۵ ، ۲۷۶۰ (۴)      ۴۵ ، ۲۷۶۰ (۳)      ۴۵ ، ۱۸۴۰ (۲)      ۵۵ ، ۱۸۴۰ (۱)</p> <p><b>راهکار قسمت نخست</b> در قسمت نخست سوال، باید از رابطه <math>10^6 \times \frac{\text{جرم حل شونده (g)}}{\text{جرم محلول (g)}} = \text{غلظت ppm}</math> غلظت یون <math>\text{Na}^+</math> را در محلول تعیین کنیم. حجم نهایی محلول <math>750 \text{ mL}</math> و چگالی آن <math>1 \text{ g.mL}^{-1}</math> می باشد. با این داده ها جرم محلول در رابطه بالا مشخص می شود. برای تعیین جرم حل شونده (یون <math>\text{Na}^+</math>)، از رابطه درصد جرمی استفاده کرده و در محلول اولیه، جرم <math>\text{NaOH}</math> را حساب می کنیم، سپس با از استوکیومتری فرمولی <math>\text{NaOH}</math>، جرم یون های سدیم (<math>\text{Na}^+</math>) را در محلول حساب به دست می آوریم. در انتها با جای گذاری مقادیر تعیین شده، غلظت <math>\text{ppm}</math> یون های سدیم در محلول پیدا می شود.</p> <p><b>راه حل قسمت نخست</b></p> <p>محاسبه جرم محلول رقیق شده</p> <p>از فرمول چگالی محلول استفاده می کنیم</p> $d = \frac{m}{V} \rightarrow m = d.V \rightarrow m = 1 \times 750 = 750 \text{ g}$

<p>محاسبه جرم <math>NaOH</math> در محلول اولیه از چگالی محلول اولیه، جرم آن به دست می آید</p> $d = \frac{m}{V} \rightarrow m = d \cdot V \rightarrow m = 1/5 \times 4/8 = 7/2 \text{ g}$ <p>جرم حل شونده = درصد جرمی محلول <math>\times</math> جرم محلول</p> $3/6 \text{ g NaOH} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{7.2 \text{ g}} \times 100 \rightarrow \frac{50}{100} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{7.2 \text{ g}}$ <p>محاسبه جرم یون های <math>Na^+</math> در محلول اولیه</p> $3/6 \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol Na}^+}{1 \text{ mol NaOH}} \times \frac{23 \text{ g Na}^+}{1 \text{ mol Na}^+} = 2/07 \text{ g Na}^+$ <p>محاسبه غلظت <math>ppm</math> یون های <math>Na^+</math> در محلول نهایی</p> $ppm = \frac{2.07 \text{ g Na}^+}{750 \text{ g محلول}} \times 10^6 = 2760$ <p>راهکار قسمت دوم از معادله موازنه شده واکنش استفاده کرده و محاسبات استوکیومتری را انجام می دهیم. چون هر دو مقدار داده شده در سوال مربوط به واکنش دهنده ها می باشند، مقدار <math>HCl</math> با درصد خلوص آن در سمت دوم تساوی قرار می گیرند.</p> <p>راه حل قسمت دوم</p> <p>معادله واکنش (موازنه است)</p> $NaOH(aq) + HCl(aq) \rightleftharpoons NaCl(aq) + H_2O(aq)$ $3/6 \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol NaOH}} \times \frac{36.5 \text{ g HCl}}{1 \text{ mol HCl}} = 7/3 \text{ g HCl} \times \frac{X}{100} \rightarrow X = 45\%$	
<p>اگر <math>pH</math> محلول اسید <math>HA</math> (<math>\alpha = 0/2</math>) برابر <math>1/4</math> باشد، در <math>200</math> میلی لیتر از آن چند مول اسید وجود دارد و این محلول با چند گرم سدیم هیدروژن کربنات با خلوص <math>80</math> درصد واکنش می دهد؟ <b>کنکور تجربی ۹۹</b></p> $NaHCO_3(s) + HA(aq) \rightarrow NaA(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$ <p>(<math>H = 1, C = 12, Na = 23, O = 16 : g \cdot mol^{-1}</math>)</p> <p><b>پاسخ گزینه ۴</b> <math>4/20, 0/04 (4) \quad 3/36, 0/02 (3) \quad 4/20, 0/02 (2) \quad 3/36, 0/04 (1)</math></p> <p>راهکار قسمت نخست برای تعیین مول های اسید <math>HA</math>، پس از تعیین <math>[H^+]</math>، از روی <math>pH</math> محلول، در رابطه <math>[H^+] = C_M \cdot \alpha</math>، مولاریته محلول (<math>C_M</math>) را حساب می کنیم، سپس، تعداد مول های اسید را در <math>200</math> میلی لیتر محلول آن به دست می آوریم.</p> <p>راه حل قسمت نخست</p> $pH = 1/4 \rightarrow [H^+] = 10^{-pH} \rightarrow [H^+] = 10^{-1/4} = 10^{-2} + 10^{-6} = 4 \times 10^{-2}$ $[H^+] = C_M \cdot \alpha \rightarrow C_M = \frac{[H^+]}{\alpha} = \frac{4 \times 10^{-2}}{0.2} = 0/2 \text{ مولار}$ $200 \text{ mL محلول} \times \frac{0.2 \text{ mol HA}}{1000 \text{ mL محلول}} = 0/04 \text{ mol HA}$ <p>راهکار قسمت دوم محاسبات استوکیومتری را بین اسید <math>HA</math> و سدیم هیدروژن کربنات انجام می دهیم.</p> <p>راه حل قسمت دوم</p> $0/04 \text{ mol HA} \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{1 \text{ mol HA}} \times \frac{84 \text{ g NaHCO}_3}{1 \text{ mol NaHCO}_3} = X \text{ g NaHCO}_3 \times \frac{80}{100} \rightarrow X = 4/2$	<p>۹</p>