

مقدمه:

اگر شما هم مجموعه کنکورهای ۵ سال اخیر در درس شیمی را بررسی کنید در خواهید یافت که بسیاری از سوالها تکراری (از نظر مفهوم) است، و می توان بر راحتی آنها را در کمترین زمان جواب داد.

در مجموعه زیرمباحث مربوط به یک سری از سوال های پر تکرار کنکور های سراسری داخل و خارج کشور ریاضی و تجربی همراه با مثال هایی از آنه مطرح شده است، امیدواریم که این مجموعه الگویی باشد برای حل دیگر سوال های کنکور و به شما بیاموزد که فقط به مفاهیم مهم کتاب درسی بپردازید، و از تمرکز بر مفاهیم پیچیده و بی فایده بسیاری از کتاب های کمک درسی و آزمون های آزمایشی بپرهیزید.

مطالب این مجموعه شامل ۲ قسمت ترکیبات یونی و مسایل pH می باشد.

مبحث اول: سوال های مربوط به ترکیب های یونی

به طور کلی ۲ تست مستقیم از بخش ترکیب های یونی (شیمی سال دوم) مطرح می شود:

۱- سوال مفهومی از ترکیب های یونی (مثل تعریف شبکه بلور، مقایسه انرژی شبکه بلور و....)

۲- سوال دوم معمولاً دو نوع است: الف) فرمول نویسی ب) تعیین خصلت پیوند (از روی اختلاف الکترونگاتیوی)

مشابه مثالی که در ادامه می آید در ۵ سال گذشته بیش از ۵ بار در کنکورهای تجربی و ریاضی تکرار شده است

مثال: با توجه به داده های جدول زیر ، کدام پیوند در مرز بین پیوند های قطبی و نا قطبی قرار دارد؟

F	O	N	C	P	Sn	Li	نماد عنصر
۴	۳.۵	۳	۲.۵	۲.۱	۱.۸	۱	الکترونگاتیوی

Li-N(۳)

Sn-O(۲)

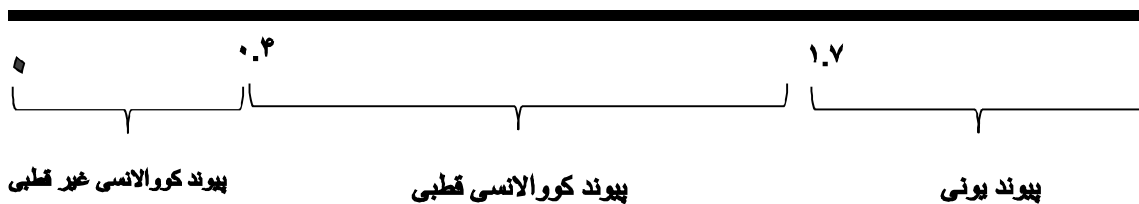
P-C(۱)

Sn-F(۴)

با توجه به بازه ای که در کتاب درسی سال دوم آمده است:

حل تشریحی:

حاصل اختلاف الکترونگاتیوی



با توجه به بازه بالا اختلاف الکترونگاتیوی P و C ۰.۴ می شود که در آستانه پیوندهای قطبی و غیر قطبی قرار می گیرد.

حل تستی: همانطور که می دانیم Li و Sn فلز هستند و F و O و N نافلز هستند پس پیوند بین Li و Sn با هر یک از اتم های F و O و N قطعا یونی است ، پس گزینه های ۲ و ۳ و ۴ پیوندهای یونی هستند ، و سوال از ما پیوند کووالانسی را خواسته پس بدون محاسبه وقت گیر تنها گزینه ۱ درست خواهد بود.

در بسیاری از سؤالات مشابه همین کار را می توان انجام داد به طوری که قبل از محاسبه به گزینه ها نگاهی بیاندازید و نوع پیوند گزینه ها را از نظر یونی و کووالانسی تشخیص دهید.

به طور کلی نافلزها دارای تعدادی محدود در جدول تناوبی هستند:

هالوژن ها: F ,Cl, Br, I, At و گازهای نجیب

کربن از گروه ۱۴ (C) - نیتروژن و فسفر از گروه ۱۵ (N,P) - اکسیژن و گوگرد و سلنیم از گروه ۱۶ (O,S,Se)

در ادامه به پر تکرار ترین سوال کنکور مبحث ترکیب های یونی می پردازیم ، قبل از آن بهتر

است آنیون ها و کاتیون ها و بار آنها را به خاطر بسپاریم .

آنیون ها :

آنیون ها با بار منفی ۱ ... سیا پر کهن (بخوانید: sia pare kohan) (برای راحت تر حفظ شدن بار

آنیون ها این واژه را به خاطر بسپارید):

سیا : مربوط به سیانید (CN^-) و تیو سیانید (SCN^-)

پر: مربوط به پر منگنات (MNO_4^-) و پر کلرات (ClO_4^-) (هر آنیونی که پر داشته باشد به جز

پر اکسید)

ک : مربوط به کلر ، یعنی هر آنیونی که در آن کلر داشته باشد : ClO_4^- (پرکلرات)

و ClO_3^- (کلرات) ClO_2^- (کلریت) ClO^- (هیپو کلریت) ، کلرید (Cl^-)

ه : مربوط به هر آنیونی که در آن هیدروژن داشته باشد : HSO_4^- (هیدروژن سولفات)،

HSO_3^- (هیدروژن سولفیت) ، HCO_3^- (هیدروژن کربنات) ، H^- (هیدرید)، OH^-

(هیدروکسید)، $H_2PO_4^-$ (دی هیدروژن فسفات)

ن : مربوط به هر آنیونی که در آن نیتروژن داشته باشد ، NO_3^- ، NO_2^-

آنیون ها با بار منفی ۲ منکر کسیف (بخوانید: **monkere kasif**) + اکسیژن (O^{2-}) و پر

اکسید (O_2^{2-})

من : اول من گنات MNO_4^{2-}

کر: مربوط به کروم ، به این معنی که هر آنیونی که کروم داشته باشد ، $Cr_2O_7^{2-}$ (دی

کرومات) ، CrO_4^{2-} (کرومات)

ک (دوم) : مربوط به کربن به این معنا که هر آنیونی که کربن داشته باشد ، CO_3^{2-} (کربنات)

، $C_2O_4^{2-}$ (اکسالات)

س: مربوط به سولفور ، به این معنا که هر آنیونی که سولفور داشته باشد ، SO_3^{2-} (سوافیت) ،

SO_4^{2-} (سولفات)

S^{2-} (سولفید)

یف : مربوط به هیدروژن فسفات (HPO_4^{2-}) (ی از هیدروژن و ف از فسفات)

آنیون ها با بار منفی ۳ - فن (بخوانید FAN)

ف: مربوط به PO_4^{3-} (فسفات) و P^{3-} (فسفید) .

ن : مربوط به نیتروژن N^{3-} (نیتريد)

کاتیون ها :

کاتیونها ی یک بار مثبت- قلیان (بخوانید GHELYAN)

قلی : مربوط به فلزهای قلیایی (کاتیون فلز های گروه اول : Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+) و (الف در قلیان) مربوط به آمونیوم (NH_4^+) و ن (حرف ن قلیان) مربوط به نقره Ag^+

کاتیونها ی دو بار مثبت:

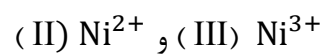
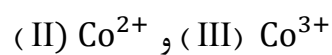
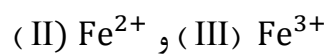
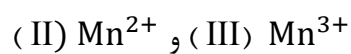
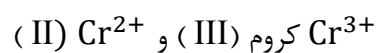
(کاتیون فلز های گروه دوم : Zn^{2+} و Be^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+})

کاتیونها ی سه بار مثبت :

Sc^{3+} و Al^{3+}

علاوه بر موارد فوق کاتیون های ۲ بار مثبت و ۳ بار مثبت و ۱ بار مثبت از فلزهای واسطه هم داریم ، ولی چون اعداد یونانی را همراه آنها مطرح می کند نیازی به حفظ کردن ندارد.

کروم و آهن و کبالت و نیکل و منگنز دارای یون های ۲ بار مثبت و ۳ بار مثبت می باشند :

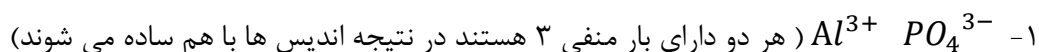


مس دارای کاتیون های ۱ بار مثبت و ۲ بار مثبت می باشد : Cu^{2+} مس (II) و Cu^{+} مس (I)

فرمول نویسی

همان طور که می دانید در فرمول نویسی ابتدا کاتیون سپس آنیون را می نویسیم به طوری که بار کاتیون را اندیس آنیون و بار آنیون را اندیس کاتیون می دهیم :

به عنوان مثال : آلومینیوم فسفات :



در ادامه مثالی از مثال های کنکور را می آوریم که جدیداً مطرح شده است، ولی مثال هایی که از شما فرمول درست ترکیب را بخواهد بیشتر مطرح می شود که بسیار راحت تر است.

تذکر مهم: برای حل سوالات فرمول نویسی بهتر است بار یون ها را با کلماتی که گفتیم به خاطر بسپارید.

مثال) نسبت شمار آنیون ها به شمار کاتیون ها در ترکیب ردیف ۰۰۰۰۰۰۰۰۰ از ستون (II) با نسبت شمار کاتیون ها به شمار آنیون ها در ترکیب ردیف ۰۰۰۰۰۰۰۰ از ستون (I) جدول روبرو ، برابر است. (سراسری ۸۶ داخل کشور تجربی)

I	II	ستون ردیف
سزیم فسفات	کلسیم هیدروژن فسفات	۱
روی پرکلرات	لیتیم دی کرومات	۲
سدیم هیدروژن سولفات	پتاسیم پر منگنات	۳
منیزیم هیپو کلریت	آلومنیوم کلرات	۴

نکته: به جای نوشتن نسبت شمار آنیون ها به شمار کاتیون ها می توان نسبت بار کاتیون را به آنیون نوشت: (زیرا در فرمول نویسی بعد از کنار هم نوشتن آنیون و کاتیون بار کاتیون را اندیس آنیون و بار آنیون را اندیس کاتیون قرار می دهیم ، به این ترتیب می توان به جای نسبت تعداد کاتیون به آنیون ، نسبت بار آنیون به کاتیون را نوشت)

ردیف ۱ و ستون (II) : کلسیم بار $2+$ ، هیدروژن فسفات بار منفی ۲ در نتیجه نسبت آنیون ها به کاتیون ها ۲ به ۲ یا ۱ است.

ردیف ۲ و ستون (II) : لیتیم بار $1+$ ، دی کرومات بار منفی ۲ در نتیجه نسبت آنیون ها به کاتیون ها ۱ به ۲ یا ۲ است.

ردیف ۳ و ستون (II) : پتاسیم بار $1+$ ، پر منگنات بار منفی ۱ در نتیجه نسبت آنیون ها به کاتیون ها ۱ به ۱ است.

ردیف ۴ و ستون (II) : آلومنیوم بار $3+$ ، کلرات بار منفی ۱ در نتیجه نسبت آنیون ها به کاتیون ها ۳ به ۱ یا ۳ است.

به جای نوشتن نسبت شمار کاتیون ها به شمار آنیون ها می توان نسبت بار آنیون را به کاتیون نوشت:

ردیف ۱ و ستون (I) : سزیم بار $1+$ ، فسفات بار منفی ۳ در نتیجه نسبت کاتیون ها به آنیون ها ۳ به ۱ است.

ردیف ۲ و ستون (I) : روی بار $2+$ ، پر کلرات بار منفی ۱ در نتیجه نسبت کاتیون ها به آنیون ها ۱ به ۲ یا $\frac{1}{2}$ است.

ردیف ۳ و ستون (I) : سدیم بار $1+$ ، هیدروژن سولفات بار منفی ۱ در نتیجه نسبت کاتیون ها به آنیون ها ۱ به ۱ یا ۱ است.

ردیف ۴ و ستون (I) : منیزیم بار $2+$ ، هیپو کلریت بار منفی ۱ در نتیجه نسبت کاتیون ها به آنیون ها ۱ به ۲ یا $\frac{1}{2}$ است.

پس جواب گزینه ۴ خواهد بود.

برای حل سوالات فرمول نویسی چند نکته را در نظر بگیرید:

۱- ترکیبات ScN , AlN , ScPO_4 , AlPO_4 را به خاطر بسپارید.

۲- آنیون هایی با بار منفی ۲ ، هیچ گاه اندیس ندارند مگر در ترکیب با Al^{3+} و Sc^{3+}

۳- کاتیون ها با بار مثبت ۲ (کاتیون فلز های گروه دوم : Be^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} ,

Ba^{2+} و Zn^{2+} هیچ گاه اندیس نخواهند داشت مگر در ترکیب با PO_4^{3-} (فسفات) و

P^{3-} (فسفید) و نیتروژن N^{3-} (نترید)

مبحث دوم

مسایل pH

همواره در سوال های کنکور مربوط فصل اسید و باز یکی از سوالها مربوط به مسایل pH می باشد، که ما این مسایل را به ۳ دسته کلی دسته بندی می کنیم که ۲ دسته از آنها را در این مجموعه برای شما آورده ایم.

دسته اول:

تغییرات pH به ازای تغییرات حجم محلول

تغییرات pH به ازای تغییرات حجم محلول

الف) اگر در یک محلول بازی، حجم را n مرتبه زیاد کنیم (یا رقیق

کنیم) $\left(\begin{array}{l} pOH \text{ به اندازه } \log n \text{ افزایش} \\ pH \text{ به اندازه } \log n \text{ کاهش} \end{array} \right)$ می یابد

ب) اگر در یک محلول اسیدی، حجم را n مرتبه زیاد کنیم (یا رقیق

کنیم) $\left(\begin{array}{l} pH \text{ به اندازه } \log n \text{ افزایش} \\ pOH \text{ به اندازه } \log n \text{ کاهش} \end{array} \right)$ می یابد

مثال ۱) اگر محلول ۰/۰۰۱ مولار پتاسیم هیدروکسید را با آب مقطر ۱۰ مرتبه رقیق کنیم ، pH آن به کدام صورت تغییر خواهد کرد؟ (تجربی ۷۶)

۱) ۳ واحد زیاد می شود (۲) ۳ واحد کم می شود (۳) یک واحد کم می شود (۴) یک واحد زیاد می شود

راه حل معمول :
محلول اولیه

$$\left. \begin{array}{l} pH = 14 - pOH \\ pOH = -\log[OH^-] \\ [OH^-] = M \times (\text{تعداد } OH) \times (\text{غلظت مولار باز}) \end{array} \right\} \begin{array}{l} [OH^-] = 0/001M \\ pOH = -\log[0/001] = -\log 10^{-3} = 3 \\ pH = 14 - 3 = 11 \end{array}$$

محلول ثانویه

$$\left. \begin{array}{l} pH = 14 - pOH \\ pOH = -\log[OH^-] \\ [OH^-] = M \times (\text{تعداد } OH) \times (\text{غلظت مولار باز}) \end{array} \right\} \begin{array}{l} [OH^-] = 0/0001M \\ pOH = -\log[0/0001] = -\log 10^{-4} = 4 \\ pH = 14 - 4 = 10 \end{array}$$

از آنجائیکه حجم محلول ۱۰ برابر شده است غلظت OH^- ، 0/1 برابر خواهد شد.
در نتیجه pH ، ۱ درجه کم می شود. گزینه ۳ درست است.

راه حل تستی :

با توجه به حالت الف ، چون محلول ۱۰ مرتبه رقیق شده ، pH محلول بازی به اندازه $\log 10 = 1$ ، کاهش خواهد یافت.
پس گزینه ۳ صحیح است

مثال ۲) اگر به حجم معینی از محلول ۰/۲ مولار سدیم هیدروکسید همان حجم آب مقطر اضافه شود، pH آن از به می رسد که برابر pH محلول مولار آن است. (سراسری ریاضی ۸۹)

- (۱) ۱۳/۷ - ۱۲/۷ - ۰/۰۱ (۲) ۱۳/۷ - ۱۲/۷ - ۰/۱ (۳) ۱۳/۳ - ۱۲/۳ - ۰/۰۱ (۴) ۱۳/۳ - ۰/۱ - ۱۳

محلول اولیه

$$[OH^-] = M \text{ (غلظت مولار باز)}$$

$$[OH^-] = 0/2$$

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log 0/2 = -[\log 2 - \log 10] = -[0/3 - 1] = 0/7$$

$$pOH + pH = 14 \text{ (در دمای } 25^\circ C) \Rightarrow pH = 13/3$$

از آنجاییکه حجم محلول دو برابر شده ولی به دلیل اینکه تعداد مول های سدیم هیدروکسید ثابت مانده است در نتیجه غلظت محلول دوم نصف می شود

$$\frac{M_2}{M_1} = \frac{\frac{\text{مول محلول ثانویه}}{V_2}}{\frac{\text{مول محلول اولیه}}{V_1}} \rightarrow \frac{M_2}{M_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{2}$$

$$[OH^-]_2 = 0/1 \rightarrow pOH = 1 \rightarrow pH = 13$$

گزینه ۴ صحیح است.

راه حل تستی: با توجه به اینکه به اندازه حجم محلول، به حجم محلول اضافه شده است یعنی حجم ۲ برابر شده است، در محلول بازی حجم ۲ برابر شده است (n برابر) پس pH به اندازه $(\log 2 = 0/3)$ کاهش

می یابد که این کاهش فقط در گزینه ۴ یافت می شود.

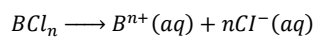
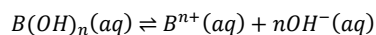
دسته دوم مسایل مربوط به محاسبه pH محلول های بافر

محلول های بافر

محلول هایی هستند که در برابر تغییرات pH از خود مقاومت نشان می دهند ، به این معنا که اگر به این محلول ها مقدار کمی اسید یا باز اضافه شود تغییر pH آن ها بسیار کم خواهد بود.

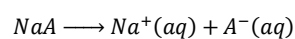
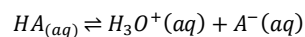
بافر بازی

مخلوطی از یک باز ضعیف و نمک آن



بافر اسیدی

مخلوطی از یک اسید ضعیف و نمک آن



$$K_b = \frac{[OH^-]^n[B^{n+}]}{[B(OH)_n]}$$

از دو طرف -log می گیریم

$$-logK_b = -n \log[OH^-]$$

$$- \log \frac{[B^{n+}]}{[B(OH)_n]}$$

به جای -log p، می گذاریم

$$npOH = pK_b + \log \frac{[B^{n+}]}{[B(OH)_n]}$$

اگر $n = 1$ باشد: (باز یک ظرفیتی)

$$pOH = pK_b + \log \frac{[B^+]}{[BOH]}$$

چون در دمای $25^\circ C$: رابطه زیر برقرار است:

$$pOH + pH = 14$$

$$\rightarrow pH = 14 - pK_b - \log \frac{[B^+]}{[BOH]}$$

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

از دو طرف -log می گیریم

$$-logK_a = -\log[H_3O^+] - \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

به جای -log ، p می گذاریم

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

غلظت آنیون = غلظت نمک

نکته مهم: اگر $[HA] = [A^-]$ ، یعنی غلظت

نمک اسید ، با غلظت اسید برابر باشد

$$pH = pK_a$$

نکته مهم: اگر $[BOH] = [B^+]$ ، یعنی غلظت نمک باز ، با غلظت باز برابر باشد $pH = 14 - pK_b$ یا $pOH = pK_b$ خواهد بود.

نکته مهم: در محلول های بافری $pK_a - 1 < pH < pK_a + 1$ ولی در سوالات کنکور به نظر می رسد که همواره $pH < pK_a$ مد نظر بوده است.

$$\begin{aligned} \text{اگر } [A^-] < [HA] &\rightarrow pH < pK_a \text{ معمولاً } pH = pK_a - (0/3 \text{ یا } 0/4 \text{ یا } 0/5 \text{ یا } 0/7) \\ \text{اگر } [A^-] > [HA] &\rightarrow pH > pK_a \text{ معمولاً } pH = pK_a + (0/3 \text{ یا } 0/4 \text{ یا } 0/5 \text{ یا } 0/7) \end{aligned}$$

مثال (۱) یک سامانه بافری شامل اسید فلوئوریدریک (HF) با غلظت $0/1 M$ و نمک سدیم فلوئورید با غلظت $0/02 M$ را بدست آورید. $pK_a = 4$ و درجه تفکیک HF، $0/1$ می باشد)

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

اندیس یون در نمک \times غلظت مولار نمک $+\alpha \times$ غلظت مولار اسید

$$[F^-] = 0/1 \times 0/1 + 0/02 \times 1 = 0/03$$

$$[HA] = \text{غلظت مولار اسید} \Rightarrow [HF] = 0/1 M$$

$$pH = 4 + \log \frac{0/03}{0/1} = 4 + (\log 0/3)$$

$$= 4 + (\log 3 - \log 10)$$

$$= 4 + 0/5 - 1 = 3/5$$

مثال (۲) اگر یک محلول بافر شامل $0/1$ مول بر لیتر پروپانوئیک اسید و $0/02$ مول بر لیتر، سدیم پروپانوآت باشد، pH آن کدام است؟ (تجربی سراسری ۸۶)

(pK_a پروپانوئیک اسید برابر $4/87$ است)

$$5/47 \text{ (۴)} \quad 5/16 \text{ (۳)} \quad 4/86 \text{ (۲)} \quad 4/17 \text{ (۱)}$$

راه حل: در مسئله صحبتی از درجه تفکیک اسید نشده است در نتیجه:

$$\left. \begin{aligned} pH &= pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]} \\ [A^-] &= [\text{پروپانوآت}] = 0/02 M \\ [HA] &= [\text{پروپانوئیک اسید}] = 0/01 M \end{aligned} \right\} \begin{aligned} pH &= 4/87 + \log \frac{0/02}{0/01} = 4/87 + \log 0/2 \\ &= 4/87 + (\log 2 - \log 10) \\ &= 4/87 + 0/3 - 1 = 4/17 \end{aligned}$$

گزینه ۱ صحیح است.

مثال ۳) اگر در یک محلول بافر شامل اسید ضعیف HA و نمک سدیم آن (NaA) ، مولاریته اسید برابر با 0.2 mol/lit و مولاریته نمک برابر 0.4 mol/lit باشد، pH آن کدام است؟ ($pK_a = 4/4$) (تجربی)

سراسری ۸۷)

- ۳/۴ (۱) ۳/۷ (۲) ۴/۱ (۳) ۵/۱ (۴)

راه حل :

$$\left. \begin{array}{l} pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]} \\ [A^-] = \text{غلظت نمک} \times \text{اندیس یون} = 0.04M \\ [HA] = 0.2M \end{array} \right\} \begin{array}{l} pH = 4/4 + \log \frac{0.04}{0.2} \\ = 4/4 + \log(0.2) \\ = 4/4 + 0.3 - 1 = 3/7 \end{array}$$

گزینه ۱ صحیح است

تذکر: محاسبه pH محلولهای بافر در ۵ سال گذشته هر سال در کنکور سراسری تجربی آمده است .

مبحث سوم تلفیقی از مباحث استوکیومتری و pH

کاربرد pH در مسائل سنجش حجمی (خنثی شدن)

رابطه کلی

$$M_1 \times V_1 \times n_1 = M_2 \times V_2 \times n_2$$

M: مولاریته

V: حجم محلول

n: ظرفیت اسید یا باز

* ظرفیت باز → تعداد OH^- در فرمول

* ظرفیت اسید → تعداد H^+ در فرمول

در هر دو طرف رابطه حجم باید دارای یکای یکسانی باشد، یعنی یا هر دو لیتر یا هر دو میلی لیتر است.

مثال (در سنجش حجمی هیدروکلریک اسید یا سدیم هیدروکسید، در نقطه ی هم ارزی ، pH محلول برابر است و اگر در این سنجش مقدار ۲۰ میلی لیتر محلول ۰/۳ مولار اسید انتخاب شود ، برای رسیدن به نقطه ی هم ارزی میلی لیتر محلول ۰/۲ مولار سدیم هیدروکسید مصرف می شود و مولاریته محلول نمک تشکیل شده ، برابر با $mol.l^{-1}$ است. (سراسری ۸۸ تجربی)

$$\begin{aligned} (۱) \quad & ۰/۰۱۲ - ۳۰ - ۷ \\ (۲) \quad & ۰/۱۲ - ۳۰ - ۷ \\ (۳) \quad & ۰/۰۶ - ۲۵ - ۸ \\ (۴) \quad & ۰/۰۰۶ - ۲۵ - ۸ \end{aligned}$$

حل:

$$M_1 \times V_1 \times n_1 = M_2 \times V_2 \times n_2$$

$$n_1 \text{ و } n_2 = 1$$

$$0/3(mol/lit) \times 20(mlit) = 0/2(mol/lit) \times x \Rightarrow x = 30mlit$$

$$(lit) \text{ حجم کل محلول } \times \left(\frac{mol}{lit}\right) \text{ غلظت مولار نمک حاصل از سنجش حجمی} =$$

$$\left[(lit) \text{ حجم باز } \times (mol/lit) \text{ غلظت مولار باز} \right] \text{ یا } \left[(lit) \text{ حجم اسید } \times (mol/lit) \text{ غلظت مولار اسید} \right]$$

$$x \times (20 + 30)mlit = 0/3(mol/lit) \times 20mlit \rightarrow x = 0/12(mol/lit)$$

گزینه ۲ صحیح است.

تذکر: سوال فوق در ۵ سال گذشته تقریباً هر سال در کنکورهای تجربی و ریاضی مطرح شده است.