به نام پروردگار مهربان

مسائل شیمی کنکور

دهم | یازدهم | دوازدهم

محمد حسین انوشه

مهروماه | لقمه طلایی

تقدیم به فرزندان مهربان و دلبندم:
امیر، آرش و الناز
و عروس مهربان و نازنینم: زهرا
به پاس حمایت بی دریغشان از من و قلمم

سخن نخست

بیا تا گل برافشانیم و می در ساغر اندازیم
فلک را سقف بشکافیم و طرحی نو دراندازیم

«حضرت حافظ»

دانش‌آموزان عزیز! فرزندان دلبندم!

انتشارات مهروماه وارد مرحلهٔ جدیدی از فعالیت‌های آموزشی خود شده است. هم‌زمان با تحول اساسی در سیستم آموزش کشور و ایجاد تغییرات بنیادین در کتاب‌های درسی، جمعی از بهترین اساتید و مؤلفین توانمند کشور در «مهروماه» گرد هم آمده‌اند تا برای شما کتاب‌هایی را بنویسند که از خواندن آن‌ها لذت برده و دوستشان داشته باشید. کتاب‌هایی که در شکوفایی توانمندی‌های شما عزیزان دلبندم، جداً اثرگذار باشند.

برای این‌که کتاب‌های مهروماه در این دورهٔ جدید، بیشترین کارایی آموزشی را در جهت موفقیت شما داشته باشند، تدابیر فراوانی اندیشیدیم، شورای تألیف تشکیل دادیم، کارآمدترین مدیران آموزشی و مؤلفان برجسته را گردهم آوردیم، کتاب‌ها براساس شیوه‌نامه‌هایی متکی بر چند دهه تجربهٔ موفق نگاشتیم، چندین لایهٔ ویراستار (از دانشجویان فرهیخته و نابغه گرفته تا اساتید

بنام کشــور) به کار گرفتیم تا از غلط‌های تایپی، ســهوی و ... اثری باقی نماند.
گروه‌هــای تولید و هنــری مهروماه نیز با هدایت مســتقیم مدیر فرزانهٔ مهروماه، جناب آقای احمد اختیاری، سنگ تمام گذاشتند تا کتاب‌هایی تولید شوند همچون ماه! کتاب‌هایی که برازندهٔ نام وزین «مهروماه»اند.
شاید مناسب باشد که تعدادی از مهم‌ترین انواع کتاب‌های کمک آموزشی مهروماه را برای شما معرفی کنم:

کتاب‌های لقمه:

- نــوع چیدمــان مطالــب و قطع کوچــک آن، امکان استفاده از کتاب را در هر شرایطی فراهم می‌کند.
- بسیار جذاب و با نمک‌اند و از مطالعه آن‌ها خسته نمی‌شوید.

کتاب‌های جامع (دهم تا دوازدهم)

- تست‌های جامع و پاسخ‌های تشریحی جامع.
- مجموعه‌ای از نکات تستی و آزمون‌های مفید و جامع

کتاب‌های «پاورتست» (برای هر پایهٔ معین از دبیرستان)

- درسنامه‌های کامل و در عین حال، مختصر و مفید
- مجموعه تست‌هایی که شما را در پایه موردنظر، قدرتمند می‌کند.

کتاب‌های آموزش فضایی

- درسنامه‌های جامع همراه با مثال‌های آموزشی
- استفاده از کاراکترهای دانش‌آموزی جذاب
- مجموعه‌ای از آموزشی‌ترین تست‌ها

کتاب‌های کار

کتاب‌های امتحانوفن (شب امتحانی)

کتاب‌هـای ویژهٔ امتحان نهایی و بـه زودی، کتاب‌های ویژهٔ جمع بنـدی کنکـور و مجموعـه کتاب‌های منحصـر به فـرد دیگر که هرکدام، بخشـی از موفقیت آموزشی شما دانش‌آموزان عزیز را تضمین می‌کنند.

اطلاعات لازم در مورد این کتاب‌های آکنده از «مهر» و مثل «ماه» را می‌توانید در سـایت وزین مهروماه بـه آدرس mehromah.ir ملاحظه کنید.

با آرزوی توفیق روز افزون همهٔ فرزندان میهنم
مدیر شورای تألیف مهروماه
محمد حسین انوشه

مقدمه

سلام و درود!

تعداد مسائل در کنکورهای چند سال اخیر به ۱۴ تا ۱۹ مورد یعنی ۴۰ تا ۵۵ درصد رسید و از طرفی هم، جنبه‌های خلاقیت‌آمیز و ابتکاری در مسائل، افزایش چشمگیری داشته به‌طوری‌که بیش از نیمی از مسائل ارائه‌شده در کنکور را این‌گونه مسائل تشکیل داده‌اند.

مشکل دانش‌آموزان در حل مسائل ارائه‌شده در کنکور دوتاست:

۱ حل مسائل به ویژه مسائلی که از جنبه‌های نو و ابتکاری برخوردارند.

۲ انجام محاسباتی که در انتهای حل مسئله، با آن مواجه می‌شوید.

با توجه به وقت کم داوطلبان کنکور، مشکل دوم، جدّی‌تر است و حتی بعضی از دبیرها و دانش‌آموزان، آن را لاعلاج تصور می‌کنند.

خُب! این‌طور نیست! نگارندهٔ این سطور، روش خطی تستی در حل مسائل را به‌گونه‌ای تنظیم کرده که با اتکا به آن، با قدرت می‌توان خود را به انتهای حل مسئله رساند و از طرفی هم، ترفندهای ریاضی بی‌نظیری مثل رنداسیون، دوبلاسیون، تخمین و تقریب را ابداع کرده تا به کمک آن‌ها، محاسبات را به طرز دلنشینی دور بزنید تا با مشکل کمبود وقت هم مواجه نشوید.

ساختار و ویژگی‌های کتاب:

- در این کتاب، مسائل ارائه‌شده در کل دورهٔ دوم دبیرستان (دهم تا دوازدهم) و کنکور، به طور کامل پوشش داده شده است.
- نه تنها مسائل هر یک از فصول کتاب‌های درسی شیمی به طور

جداگانه ارائه‌شده است، بلکه هر فصل به دو یا چند قسمت متمایز تقسیم‌بندی شده و هر قسمت، درسنامهٔ مختصر و مفید و بسیار کاربردی دارد و به دنبال درسنامه، تست از کنکورهای قبل یا تألیفی ارائه شده است.

- فقط در مباحثی تست تألیفی قرار داده‌ام که جدید بوده و در کنکورهای قبلی، مسئله‌ای از آن ارائه نشده است.
- بسیاری از مسائل استوکیومتری واکنش‌ها، از دو روش حل‌شده است:

۱ روش خطی تستی

۲ روش کسرهای پیش‌ساخته

- در بسیاری از مسائل، در حل مسئله به روش خطی تستی، ترفندهای ریاضی هم مورد استفاده قرار گرفته است. با این ترفند، چه بسا که محاسباتی را که قبلاً در ۲ یا ۳ دقیقه می‌تونستید انجام بدید، بتونین در ۳۰ ثانیه ناک اوت (!) کنید.
- هر مسئله و پاسخ آن، در یک یا دو صفحه از کتاب ارائه شده است.
- در ابتدای کتاب، به عنوان پیش درآمدی بر انجام محاسبات در حل مسائل شیمی، یک قسمت ارزشمند ارائه شده است:

آموزش فشردهٔ ترفندهای ریاضی در انجام محاسبات انتهای مسائل شیمی. اگر تعارف را کنار بذاریم، برخی از این ترفندها مثل رنداسیون و دوبلاسیون، برای اولین بار در کرهٔ خاکی توسط اینجانب ابداع و مورد استفاده قرار گرفته است.

- در انتهای کتاب، ضمیمهٔ بسیار ارزشمندی ارائه‌شده است که چهل فرمول طلایی و کاربردی برای حل مسائل شیمی را در بر دارد.

محمدحسین انوشه

فهرست

پیش درآمد

آشنایی با ترفندهای محاسباتی ۱۲

شیمی ۱ (دهم)

فصل ۱ کیهان، زادگاه الفبای هستی

قسمت ۱ - جرم اتمی میانگین ۲۲

قسمت ۲ - رابطهٔ جرم و انرژی در واکنش‌های هسته‌ای ۲۷

فصل ۲ ردِّ پای گازها در زندگی

قسمت ۳ - استوکیومتری واکنش‌ها ۲۹

قسمت ۴ - قوانین گازها ۴۷

فصل ۳ آب، آهنگ زندگی

قسمت ۵ - استوکیومتری فرمولی ۵۴

قسمت ۶ - انواع غلظت + انحلال‌پذیری ۶۰

قسمت ۷ - انحلال‌پذیری ۷۵

قسمت ۸ - استوکیومتری واکنش‌ها در حالت محلول ۸۲

شیمی ۲ (یازدهم)

فصل ۱ قدر هدایای زمینی را بدانیم

قسمت ۹ - استوکیومتری واکنش‌ها- درصد خلوص ۱۱۰

قسمت ۱۰ - استوکیومتری واکنش‌ها- بازده درصدی ۱۲۲

فصل ۲ در پی غذای سالم

قسمت ۱۱ - ظرفیت گرمایی ۱۳۹

قسمت ۱۲ - محاسبهٔ باتوجه به داده‌های تجربی ۱۴۵

قسمت ۱۳ - محاسبهٔ با استفاده از قانون هس ۱۵۹

قسمت ۱۴ - محاسبهٔ با استفاده از آنتالپی پیوندها ۱۶۶

قسمت ۱۵ - سرعت واکنش ۱۷۰

فصل ۳ پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر

قسمت ۱۶ - استوکیومتری- شیمی آلی ۱۸۲

شیمی ۳ (دوازدهم)

فصل ۱ مولکول‌های در خدمت تندرستی

قسمت ۱۷ - استوکیومتری- چربی و صابون ۱۹۰

قسمت ۱۸ - درجهٔ یونش - رابطهٔ غلظت مولی محلول یک اسید یا باز با غلظت هر یک از گونه‌های حل‌شده ۱۹۴

قسمت ۱۹ - ثابت یونش اسید و باز ۲۰۲

قسمت ۲۰ - pH محلول اسید ۲۱۰

قسمت ۲۱ - pH محلول باز ۲۲۶

قسمت ۲۲ - تغییر pH محلول در اثر رقیق‌شدن آن ۲۳۰
قسمت ۲۳ - تعیین pH محلول حاصل از مخلوط شدن چند محلول ۲۳۴
قسمت ۲۴ - استوکیومتری - ثابت یونش ۲۴۳
قسمت ۲۵ - $[H^+].[OH^-] = ۱۰^{-۱۴}$ ۲۵۷

فصل ۲ آسایش و رفاه در سایهٔ شیمی

قسمت ۲۶ - اکسایش- کاهش و تعداد الکترون مبادله شده ۲۶۲
قسمت ۲۷ - استوکیومتری - سلول گالوانی ۲۶۵
قسمت ۲۸ - استوکیومتری- سلول الکترولیتی ۲۷۰
قسمت ۲۹ - خوردگی آهن ۲۷۳
قسمت ۳۰ - استوکیومتری- تیغهٔ یک فلز در محلول نمک فلز دیگر ۲۷۷

فصل ۴ شیمی راهی به سوی آیندهٔ روشن‌تر

قسمت ۳۱ - ثابت تعادل ۲۸۰
قسمت ۳۲ - ثابت تعادل و جابه‌جایی تعادل ۲۹۸

پیوست

پیوست - چهل فرمول طلایی شیمی ۳۰۸

مسأله ۶۶ (سراسری تجربی ۹۴)

چند میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک‌اسید با غلظت $0/15\,mol.L^{-1}$ برای واکنش کامل با ۱/۷۵ گرم آهن با خلوص ۹۶ درصد لازم است؟ (ناخالصی با اسید واکنش نمی‌دهد، $Fe = 56g.mol^{-1}$)

۱) ۸۰۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۲۰۰

پاسخ گزینهٔ ۳:

$$\underset{\substack{1/75g \\ \text{خلوص } 96\%}}{Fe} + \underset{\substack{?mL \\ 0/15\,mol.L^{-1}}}{2HCl} \longrightarrow FeCl_2 + H_2$$

روش خطی تستی

$$\text{(محلول اسید)}\,mL = \frac{1/75 \times 0/96}{\underbrace{56}_{mol\,Fe}} \times \underbrace{\frac{2}{1}}_{mol\,HCl} \times \underbrace{\frac{100}{15}}_{L\,HCl} \times 1000 = 400\,mL$$

ترفند ریاضی: با توجه به اختلاف زیاد میان گزینه‌ها، می‌توان از ترفند رنداسیون استفاده کرد و از انجام ضرب و تقسیم‌های طولانی اجتناب کرد. البته قبل از رنداسیون، دو فقره دوبلاسیون حالمونو حسابی جا می‌اره!

$$\frac{175 \times 96 \times 20}{56 \times 15} \xrightarrow{\text{دوبلاسیون}} \frac{35 \times 96 \times 20}{56 \times 3} \xrightarrow{\text{دوبلاسیون}}$$

(۱۷۵: ضرب در ۲ — ۱۵: ضرب در ۲ — ۳۵: ۳۵۰ ÷ ۱۰ — ۳: ۳۰ ÷ ۱۰)

$$\frac{۷۰\times۹۶\times۲۰}{۵۶\times۶}=\frac{۷\times۹۶\times۲۰۰}{۵۶\times۶}\Rightarrow\frac{۹۶\times۲۰۰}{۴۸}=۴۰۰$$

(۲ روی ۹۶ و ۲۰۰، ۸ روی ۵۶ و ۶)

بدون استفاده از رنداسیون!

خُب! اولش معلوم نبود که همهٔ عددها با هم ساده می‌شن. از دوبلاسیون که استفاده کردیم، آشکار شد که همهٔ عددها با هم ساده می‌شن. امّا حیف شد که از لذت استفاده از رنداسیون برخوردار نشدیم! خُب! بیایید یه بارم مسیر محاسبات را با استفاده از رنداسیون طی کنیم:

$$\frac{\boxed{۱۷۵}\times\boxed{۹۶}\times۲۰}{\boxed{۵۶}\times۱۵}\xrightarrow{\text{سوپر رنداسیون!}}\frac{۱۸۰\times۱۰۰\times۲۰}{۶۰\times۱۵}=\frac{۱۸۰\times۲۰۰}{۹۰۰}=۴۰۰$$

(۱۸۰ و ۱۰۰ روی ۱۷۵ و ۹۶، ۶۰ روی ۵۶، ۱۰ روی ۱۰۰ و ۶ روی ۶۰، ۲ روی ۱۸۰ و ۲۰۰)

توضیح: ۹۶ و ۱۷۵ هر دو از ۵۶ بزرگ‌ترند. بنابراین با توجه به اصول رنداسیون، در ازای ۴ واحد افزایش ۵۶ در مخرج کسر، ۵ واحد به ۱۷۵ و ۴ واحد هم به ۹۶ اضافه کردیم.

روش کسرهای پیش‌ساخته

$$\frac{x\times۱۰^{-۳}\times۰/۱۵}{۲}=\frac{۱/۷۵\times۰/۹۶}{۱\times۵۶}\Rightarrow x=۴۰۰$$

مسأله ۸۰ (سراسری خارج تجربی ۹۶)

با انجام یک آزمایش در یک گرماسنج دارای ۹۰۰ گرم آب، دمای آب به اندازهٔ $2^\circ C$ بالاتر می‌رود. اگر در شرایط یکسان، از ۴۶۰ گرم اتانول با دمای $20^\circ C$ به جای آب استفاده شود، دمای پایانی گرماسنج به چند درجهٔ سلسیوس می‌رسد؟ $(c_{H_2O} = 4/2 \ , \ c_{\text{اتانول}} = 2/4 \ J.g^{-1}.^\circ C^{-1} \ , \ H=1, C=12 \ , O=16 \ g.mol^{-1})$

۱) ۲۴/۲ ۲) ۲۶/۸ ۳) ۲۸/۶ ۴) ۳۳/۶

پاسخ گزینهٔ ۲: با تغییر آب به اتانول درگرماسنج، گرمای واکنش تغییر نخواهد کرد. اما به دلیل تفاوت ظرفیت گرمایی ویژهٔ اتانول با آب، ΔT تغییر خواهد کرد:

$$q_{(\text{آب})} = q_{(\text{اتانول})}$$

$$mc\Delta T_{(\text{آب})} = mc\Delta T_{(\text{اتانول})}$$

اگر ΔT اتانول را با x نشان دهیم:

$$\frac{90}{900} \times \frac{42}{4/2} \times 2 = \frac{46}{460} \times \frac{24}{2/4} \times x$$

$$\Rightarrow x = \frac{900 \times 42 \times 2}{460 \times 24} = \frac{900 \times 21}{23 \times 12} = \frac{45 \times 7}{46} = 7 \times \frac{45}{46}$$

$$\frac{23}{46} \quad \frac{12}{24} \quad \frac{4}{2}$$

ترفند تخمین: آشکار است که پاسخ اندکی کم‌تر از ۷ است. از آن‌جا که دمای اولیهٔ اتانول، $20^\circ C$ بوده است، تخمین می‌زنیم که پاسخ تست، اندکی کم‌تر از $27^\circ C$ خواهد بود: گزینهٔ۲ یعنی $26/8^\circ C$.

تجربهٔ طولانی نگارندهٔ این سطور (مدیر شورای تألیف انتشارات مهروماه) در زمینه‌های تألیف و نیز تدریس، نشان می‌دهد که یکی از مشکلات جدی داوطلبان کنکور در درس شیمی، مواجه‌شدن با عددهای ناجور و وحشتناکی است که در اکثر مسائل، حل مسأله به چنین عددهایی منجر می‌شود. خب! ماشین حساب هم که در جلسهٔ کنکور در دسترس دانش‌آموزان نیست. پس تنها راه حل منطقی این مشکل، آموختن یکسری ترفندهای ریاضی است تا ما را سریع به جواب برسانند.

در این ضمیمه پس از توضیح این ترفندها، ۱۰ مسأله از کنکورهای گذشته را که در انجام محاسبات آن‌ها از این ترفندها استفاده می‌شود، حل می‌کنیم.

روش اول ساده کردن

همهٔ شماها قطعاً «ساده کردن» رو بلدید و حتماً هم تا حالا، صدها بار از عملیات ساده کردن عددها ضمن حل مسائل ریاضی، فیزیک و شیمی بهره گرفته‌اید. ولی خیلی وقتا حواستون نیست که می‌شه از عملیات ساده کردن، استفاده کرد. مثل کسر زیر:

$$\frac{۹\times۱۲/۲۵\times۰/۶۶\times۳۴}{۹۸\times۵۱}=\frac{۹\times۱۲/۲۵\times\frac{۲}{۳}\times۲\times۱۷}{۹۸\times۳\times۱۷}$$

$$=\frac{۱۲/۲۵\times۲\times۲}{۹۸}=\frac{۴۹}{۹۸}=\frac{۱}{۲}$$

می‌بینید که بدون استفاده از هر گونه تقریب، تخمین و ... صرفاً با تکیه بر عملیات ساده کردن، کسری با آن درجه از زمختی، برابر $\frac{۱}{۲}$ شد.

مثال: به کسر زیر توجه کنید:

$$\frac{۱۲۷/۶۸\times ۳۳۶}{۲۲/۴\times ۴/۵۶} - \frac{۱۲۷۶۸\times ۳}{۰/۲\times ۴/۵۶} - \frac{۱۲۷۶۸}{۰/۲\times ۱۵۲} - \frac{۶۳۸۴۰}{۱۵۲}$$

۱۱۲×۳ ، ۱۲۷۶۸۰ ، ۳۱۹۲۰

$۱۱۲\times ۰/۲$ ، ۱۵۲ ، ۲ ، ۷۶

$$۳۱۹۲ \mid \overline{۷۶}$$

۳۰۴ ۴۲۰

۱۵۲

۱۵۲

۰۰۰

تذکر: هرچه بیشتر از ماشین حساب دوری کرده و سعی در استفاده از عملیات ساده کردن داشته باشید، در فرایند ساده کردن خبره‌تر می‌شوید.

تذکر: هرگاه گزینه‌ها اختلاف نسبی اندکی داشته باشند، به احتمال ۹۹/۹٪ عددهای ظاهراً ناجوری که در انتهای حل مسأله با آن‌ها مواجه می‌شوید، با یکدیگر ساده می‌شوند. وقتی بدانید عددها با هم ساده می‌شوند، راه ساده کردن را هم پیدا می‌کنید.

شک دارم که بعضی‌هاتون فهمیده باشین که این «اختلاف نسبی» که گفتیم، یعنی چه؟ (به قول آقای مهران مدیری)

ببینیم، اختلاف نسبی ۸۰۰ و ۹۰۰ بیشتره یا ۰/۰۱ و ۰/۰۲؟

نسبت ۹۰۰ به ۸۰۰ برابر $\frac{۹}{۸}$ و نسبت ۰/۰۲ به ۰/۰۱ برابر $\frac{۲}{۱}$ است.

پس اختلاف نسبی ۰/۰۲ و ۰/۰۱ به مراتب بیشتر از اختلاف نسبی ۹۰۰ و ۸۰۰ هستش.

تذکر: یکی از ترفندهای ریاضی که در قسمت بعدی بهتون معرفی خواهم کرد و من نام «دوبلاسیون» را روی آن گذشته‌ام، زمینه‌ساز ساده‌تر شدن فرایند «ساده کردن عددها با یکدیگر» است. دوبلاسیون را که یاد گرفتید، استفاده بیشتر و آسان‌تری از فرایند ساده کردن خواهید کرد.

روش دوم دوبلاسیون!

اگر دو عدد در یکدیگر ضرب شده‌اند، می‌توان یکی را در ۲ ضرب و دیگری را به ۲ تقسیم کرد و در صورتی‌که دو عدد به یکدیگر تقسیم شده‌اند، می‌توان هر دو را در ۲ ضرب کرد. این عملیات را دوبلاسیون نام نهاده‌ایم.

خُب! خیر دوبلاسیون برای ما چیه؟

دوبلاسیون اگر در جای مناسب مورد استفاده قرار بگیره، موجب کاهش تعداد رقم در عملیات ضرب یا تقسیم عدد شده و محاسبه را آسان‌تر می‌کند.

مسأله

۳

سراسری خارج ریاضی ۹۵

با توجه به داده‌های جدول زیر، جرم مولکولی ترکیب A_2X_3، چند **amu** است؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی با یکای **amu** در نظر بگیرید.)

ایزوتوپ	^{45}A	^{47}A	^{35}X	^{37}X
درصد فراوانی	۱۰	۹۰	۲۰	۸۰

۱) ۲۱۳/۶ ۲) ۲۰۳/۴ ۳) ۱۹۸/۵ ۴) ۱۸۸/۷

پاسخ گزینهٔ ۲:

ابتدا باید جرم اتمی میانگین A و X را حساب کنیم:

$$\text{جرم اتمی میانگین } A = \frac{(۴۵\times۱۰)+(۴۷\times۹۰)}{۱۰۰} = ۴۶/۸$$

$$\text{جرم اتمی میانگین } X = \frac{(۳۵\times۲۰)+(۳۷\times۸۰)}{۱۰۰} = ۳۶/۶$$

$$\Rightarrow A_2X_3 = (۲\times۴۶/۸)+(۳\times۳۶/۶) = ۲۰۳/۴$$

محاسبه جرم اتمی میانگین A و X با استفاده از فرمول طلایی:

روش فرمول طلایی

$$M_A = ۴۵+\frac{۹۰}{۱۰۰}(۲) = ۴۶/۸$$

$$M_X = ۳۵+\frac{۸۰}{۱۰۰}(۲) = ۳۶/۶$$

مسأله ۱۵۷ (سراسری خارج ریاضی ۹۰)

اگر در ۲۰۰mL از محلول سدیم‌هیدروکسید، ۸۰ میلی‌گرم از آن به صورت حل‌شده وجود داشته باشد، pH این محلول برابر با ....., $[OH^-]$ در آن، ..... برابر $[H^+]$ است و ۱۰mL آن می تواند ..... mL محلول $0/002\ mol.L^{-1}$ هیدروکلریک‌اسید را خنثی کند.

$(H = 1, O = 16, Na = 23\ g.mol^{-1})$

۱) ۱۲، 10^{-8}، ۵۰

۲) ۱۰، 10^{-8}، ۱۰۰

۳) ۱۲، 10^{-10}، ۵۰

۴) ۱۰، 10^{-10}، ۱۰۰

پاسخ گزینهٔ ۳:

$$NaOH: M = \frac{\frac{80}{40}\ mmol}{200\ mL} = 0/01\ mol.L^{-1}$$

$$pOH = -\log(\alpha.M) = -\log(1 \times 0/01) = 2$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 2 = \boxed{12}$$

$$\frac{[OH^-]}{[H^+]} = \frac{10^{-2}}{10^{-12}} = \boxed{10^{10}}$$

تا همین‌جا هم درستی گزینهٔ ۳ قطعی شده است، یعنی دانش‌آموزانی که در کنکور رشته‌ی ریاضی سال ۹۰، قسمت آخر این مسئله را (که نسبت به دو قسمت قبلی، وقت بیشتری لازم دارد) نیز حل کرده‌اند، بیخود وقت خود را حرام کرده‌اند!

در هر حال، ما در این‌جا قسمت آخر مسئله را نیز حل می‌کنیم:

$$\underset{\text{۰/۰۱mol.L}^{-1}}{\underset{\text{۱۰m}}{\underline{\text{۱NaOH}}}} \sim \underset{\text{۰/۰۰۲mol.L}^{-1}}{\underset{\text{?mL}}{\underline{\text{۱HCl}}}}$$

روش خطی

$$\underbrace{\overbrace{\text{۱۰}\times\text{۰/۰۱}}^{\text{mol باز}}\times\frac{\text{۱}}{\text{۱}}}_{\text{mol اسید}}\times\boxed{\frac{\text{۱۰۰۰}}{\text{۲}}}=\text{۵۰mL (محلول HCl)}$$

تقسیم کردن بر غلظت مولی اسید (یا ضرب در عکس آن)

روش کسرهای پیش‌ساخته

$$\frac{\text{۱۰}\times\text{۰/۰۱}}{\text{۱}\times\text{۱۰۰۰}}=\frac{\text{x}\times\text{۰/۰۰۲}}{\text{۱}\times\text{۱۰۰۰}}\Rightarrow \text{x}=\text{۵۰mL (محلول HCl)}$$

⚠ **توجه:** در این روش، همین‌که تعداد مول ماده‌ی موجود در محلول مشخص گردید، تعداد مول حاصل را بر غلظت مولی محلول نسبت به آن ماده تقسیم می‌کنیم تا حجم محلول به‌دست آید:

$$\cdots\cdots\text{mol}\div\cdots\cdots\frac{\text{mol}}{\text{L}}=\cdots\cdots\text{L}$$

$$\cdots\cdots\text{m mol}\div\cdots\cdots\frac{\text{mol}}{\text{L}}=\cdots\cdots\text{mL}$$

.....

.....

.....

پایهٔ دوازدهم

فرمول‌های مهم در حل مسائل شیمی

۱ تبدیل ماده به انرژی در واکنش‌های هسته‌ای (شیمی دهم فصل ۱)

$$E = m \cdot C^{۲}$$

E: انرژی برحسب J

m: جرم برحسب kg

C: سرعت نور $= ۳ \times ۱۰^{۸}\ m.s^{-۱}$

۲ محاسبهٔ جرم اتمی میانگین (M) عنصری با دو ایزوتوپ دارای عدد جرمی به ترتیب $M_۱$ و $M_۲$ و فراوانی به ترتیب $F_۱$٪ و $F_۲$٪: (شیمی دهم فصل ۱)

$$M = M_۱ + \frac{F_۲}{۱۰۰}(M_۲ - M_۱)$$

۳ محاسبه جرم اتمی میانگین (M) عنصر با سه ایزوتوپ: (شیمی دهم فصل ۱)

$$M = M_۱ + \frac{F_۲}{۱۰۰}(M_۲ - M_۱) + \frac{F_۳}{۱۰۰}(M_۳ - M_۱)$$

۴ رابطهٔ حجم گاز با دما و فشار آن (برای یک نمونه گازی معین): (شیمی دهم فصل ۲)

$$\frac{P_۱.V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲.V_۲}{T_۲}$$

P: فشار گاز

V: حجم گاز

T: دمای گاز بر حسب کلوین

۲۵ رابطهٔ ثابت یونش اسید HA با غلظت مولار و درجهٔ یونش:

$$K_a = \frac{\alpha^2 . M}{1 - \alpha}$$

(شیمی یازدهم فصل ۱)

توجه: اگر اسید به قدری ضعیف باشد که مقدار α در حد چند صدم باشد، می‌توان از رابطهٔ تقریبی زیر استفاده کرد:

$$K_a \simeq \alpha^2 . M$$

۲۶ رابطهٔ بین غلظت مولی باز یک ظرفیتی با درجهٔ یونش و غلظت یون OH^-: (شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{M} \quad \text{یا} \quad [OH^-] = \alpha . M$$

۲۷ ثابت یونش باز یک ظرفیتی: (شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$K_b = \frac{\alpha^2 . M}{1 - \alpha}$$

توجه: اگر مقدار α باز خیلی کم باشد (در حد چند صدم)، می‌توان از رابطهٔ تقریبی زیر استفاده کرد: $K_b \simeq \alpha^2 . M$

۲۸ فرمول مربوط به pH محلول آبی (یا آب خالص):

(شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$[H^+] = 10^{-pH} \quad \text{یا} \quad pH = -\log[H^+]$$

۲۹ فرمول مربوط به pH محلول اسید HA:

$$pH = -\log[H^+] = -\log(\alpha . M)$$

$$\alpha . M = 10^{-pH}$$

۳۶ اگر محلول باز قوی BOH (با $\alpha = ۱$) با افزودن آب، رقیق‌تر شده و حجم آن به n برابر حجم اولیه برسد، pH محلول به اندازهٔ $\log n$ کاهش می‌یابد: (شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$n \text{ مرتبه رقیق‌تر} \Rightarrow pH_{\text{جدید}} = pH_{\text{اولیه}} - \log n$$

۳۷ تعیین pH محلول حاصل از مخلوط‌شدن $V_۱$ لیتر محلول $M_۱$ مولار اسید قوی HX و $V_۲$ لیتر محلول $M_۲$ مولار اسید قوی HY: (شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$[H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{M_۱V_۱ + M_۲V_۲}{V_۱ + V_۲} \text{ , } pH_{\text{نهایی}}$$

$$= -\log[H^+]_{\text{نهایی}}$$

۳۸ تعیین pH محلول حاصل از مخلوط‌شدن $V_۱$ لیتر محلول $M_۱$ مولار باز قوی BOH و $V_۲$ لیتر محلول $M_۲$ مولار باز قوی DOH: (شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$[OH^-]_{\text{نهایی}} = \frac{M_۱V_۱ + M_۲V_۲}{V_۱ + V_۲}$$

$$pH_{\text{نهایی}} = ۱۴ + \log[OH^-]_{\text{نهایی}}$$

۳۹ تعیین pH محلول حاصل از مخلوط‌شدن $V_۱$ لیتر محلول $M_۱$ مولار اسید قوی HX و $V_۲$ لیتر محلول $M_۲$ مولار باز قوی BOH: (شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$[H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{M_۱V_۱ - M_۲V_۲}{V_۱ + V_۲} \text{ : اگر محلول نهایی اسیدی باشد}$$

$$\text{, } pH_{\text{نهایی}} = -\log[H^+]_{\text{نهایی}}$$

مسأله ۱۵ (سراسری خارج ریاضی ۸۸)

براساس واکنش زیر، اگر هر لیتر هوا، دارای ۰/۸۸ گرم CO_2 باشد، ۳۱/۲ گرم سدیم‌پراکسید برای جذب گاز CO_2 موجود در چند لیتر هوا، لازم است؟

$(C=12, O=16, Na=23\ g.mol^{-1})$

$$2NaO_2(s) + 2CO_2(g) \longrightarrow 2Na_2CO_3(s) + O_2(g)$$

۱) ۱۸۰ ۲) ۱۹۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۰۵

پاسخ گزینهٔ ۳: به گزینه‌ها دقت کنید: اختلاف نسبی خیلی کمی دارند. پس هرگونه تقریب ممنوع!

نتیجهٔ اخلاقی: لابد عددها با هم ساده می‌شوند. لابد! چون اگه ساده نشن، تقریب هم که نمی‌شه کرد و مجبوریم ضرب و تقسیم انجام بدیم. مطمئن باشید هیچ طراحی در کنکور ما را به چنین اجباری وادار نکرده و نخواهد کرد.

روش خطی (کسرهای هم‌ارزی)

$$1Na_2O_2 \sim 1CO_2$$

$$31/2\,g\,Na_2O_2 \times \frac{1\,mol\,Na_2O_2}{78\,g\,Na_2O_2} \times \frac{1\,mol\,CO_2}{1\,mol\,Na_2O_2} \Rightarrow$$

$$\times \frac{44\,g\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} \times \frac{1\,L\,(هوا)}{0/088\,g\,CO_2} = 200\,L\ (هوا)$$

روش خطی تستی

$$\frac{\overbrace{31/2}^{\text{جرم } Na_2O_2}}{\underbrace{78}_{\text{تعداد مول } Na_2O_2}} \times \underbrace{\frac{1}{1}}_{\frac{\text{تعداد مول } Na_2O_2}{\text{تعداد مول } CO_2}} \times \underbrace{44}_{\text{جرم } CO_2 \text{ (گرم)}} \times \frac{1}{0/088} = 200\ L(هوا)$$

توجه: اول ساده کنید، بعد ضرب و تقسیم!

$$\frac{۳۱/۲\times۴۴}{۷۸\times۰/۰۸۸}\longrightarrow\frac{\overset{۱۵۶}{\cancel{۳۱۲}\times\cancel{۴۴}\times۱۰۰}}{۷۸\times\cancel{۸۸}}=\frac{\overset{۲}{۱۵۶\times۱۰۰}}{\cancel{۷۸}}$$

$$=۲\times۱۰۰=۲۰۰$$

روش کسرهای پیش‌ساخته

$$\frac{۳۱/۲}{۷۸\times۱}=\frac{x}{۴۴\times۱}\Rightarrow x=\frac{۴۴\times۳۱/۲}{۷۸}=\frac{۲۲\times۳۱/۲}{۳۹}=$$

$$\Rightarrow ۲۲\times۰/۸=۱۷/۶$$

$$\begin{array}{cc}\text{هوا} & CO_۲\\ ۱L & ۰/۰۸۸g\\ x & ۱۷/۶g\end{array}\Rightarrow x=\frac{۱۷/۶}{۰/۰۸۸}=\frac{۱۷۶}{۸۸}\times۱۰۰=۲۰۰$$

توجه: مطابق این روش، حل مسأله در یک مرحله ممکن نیست. به ناچار، ابتدا جرم $CO_۲$ مورد نظر را محاسبه می‌کنیم و آن‌گاه، با تشکیل یک تناسب، حجم هوا را حساب می‌کنیم. به این ترتیب، از ساده کردن ۴۴ با ۰/۰۸۸ که در دو روش اول، استفاده کردیم، محروم می‌شویم و محاسبات طولانی‌تر می‌شود.

قسمت ۶ انواع غلظت

- غلظت مولی یک ماده در محلول آن:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{تعداد مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول (لیتر)}}$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{تعداد مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول (میلی‌لیتر)}} \times ۱۰۰۰$$

- درصد جرمی یک ماده در محلول آن:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده (g)}}{\text{جرم محلول (g)}} \times ۱۰۰$$

- غلظت ppm یک ماده در محلول آن:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده (g)}}{\text{جرم محلول (g)}} \times ۱۰^{۶}$$

- روابط میان انواع غلظت:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{۱۰ \times \boxed{a} \times \boxed{d}}{\text{جرم مولی حل‌شونده}}$$

درصد جرمی (بدون٪) ←

چگالی محلول (گرم بر میلی‌لیتر) →

$$\text{ppm} = ۱۰^{۴} \times \text{درصد جرمی}$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{ppm} \times d}{\text{جرم مولی حل‌شونده} \times ۱۰۰۰}$$

مسأله ۳۰
سراسری خارج ریاضی ۹۰

اگر ۲۸/۷۵ میلی‌لیتر اتانول خالص را با ۱/۵ مول آب مقطر مخلوط کنیم، درصد جرمی اتانول در این محلول کدام است؟ چگالی اتانول برابر $0/8 g.mL^{-1}$ است.

$(H=1, C=12, O=16 : g.mol^{-1})$

۱) ٪۴۴ ۲) ٪۴۵ ۳) ٪۴۶ ۴) ٪۴۸

پاسخ گزینهٔ ۳:

$$\text{درصد جرمی اتانول} = \frac{\text{جرم اتانول}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

$$= \frac{28/75 \times 0/8}{(28/75 \times 0/8) + (1/5 \times 18)} \times 100 = ٪46$$

ترفند ریاضی: برای رسیدن به پاسخ تست، با یک خروار ضرب و تقسیم مواجهیم. تقریب هم که در اینجا ممنوعه! چرا؟ چون گزینه‌ها خیلی نزدیک به‌هم‌اند.

خُب! برای همینه که طراح کنکور دست ما را برای استفاده از دوبلاسیون نبسته. ترفند با نمک دوبلاسیون:

$$\frac{28/75 \times 80}{(28/75 \times 0/8) + (1/5 \times 18)} \rightarrow$$

(۸۰: تقسیم بر ۲، ۲۸/۷۵: ضرب در ۲، ۰/۸: تقسیم بر ۲، ۱/۵: ضرب در ۲، ۱۸: تقسیم بر ۲)

$$\frac{57/5 \times 40}{(57/5 \times 0/4) + (3 \times 9)}$$

(۴۰: تقسیم بر ۲، ۵۷/۵: ضرب در ۲، ۰/۴: تقسیم بر ۲، ۵۷/۵: ضرب در ۲)

$$\longrightarrow \frac{۱۱۵\times۲۰}{(۱۱۵\times۰/۲)+۲۷}=\frac{۲۳۰۰}{۲۳+۲۷}=\frac{\boxed{۲۳۰۰}\ \text{ضرب در ۲}}{\boxed{۵۰}\ \text{ضرب در ۲}}$$

$$\longrightarrow \frac{۴۶۰۰}{۱۰۰}=۴۶$$

چه می‌کنه این دوبلاسیون!

یادآوری: دوبلاسیون یعنی این‌که عددی را دو برابر کنی و همراه با آن، یا عدد ضرب‌شده در عدد دوبل‌شده را باید نصف کنی یا این‌که عدد تقسیم‌شده بر عدد دوبل شده را باید دو برابر کنی.

معمولاً وقتی راه بر رنداسیون و تقریب بسته باشد، راه دوبلاسیون باز گذاشته‌شده تا شما از آن بهره‌مند شوید.

می‌پرسید کدوم عدد رو باید دوبل کنیم؟ معمولاً عددی که رقم راست آن، ۵ باشد. مثل ۱۲۲/۵ یا ۴۵ و ... .

مثال:

$$\frac{۱۲۲/۵}{۹۸}\xrightarrow{\text{دوبلاسیون}}\frac{۲۴۵}{۴۹}=\frac{۴۹۰}{۴۹\times۲}=\frac{۱۰}{۲}=۵$$

مسأله ۳۱ (سراسری خارج تجربی ۹۴)

درصد جرمی آمونیاک در محلول ۱۰ مولار آن با چگالی $۰/۹۳۵ g.mL^{-1}$، به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

$(H=۱, N=۱۴ : g.mol^{-1})$

۱) ۹ ۲) ۱۲/۲ ۳) ۱۸/۲ ۴) ۲۷

پاسخ گزینهٔ ۳: میان غلظت مولار و درصد جرمی محلول رابطه‌ای هست که در کتاب درسی به‌طور مستقیم، صحبتی از آن نشده، ولی تاکنون بیش از ۱۰ بار براساس آن، در کنکور تست طراحی شده است. این فرمول خیلی مهمه! خیلی!

$$\text{غلظت مولار} = \frac{۱۰ \times \boxed{a} \times \boxed{d}}{\text{جرم مولی}}$$

(d: چگالی $(g.mL^{-1})$، a: درصد جرمی (بدون ٪))

اگه این فرمول رو حفظ باشین، دیگه مشکلی با این تست نخواهید داشت:

$$۱۰ = \frac{۱۰ \times a \times ۰/۹۳۵}{۱۷} \Rightarrow a = \frac{۱۷}{۰/۹۳۵}$$

به قول یکی از دوستان: «یا ابوالفضل!» چرا؟! خُب، تقسیمش وحشتناکه! ولی اگر تدبیر به خرج بدین، دو ثانیه هم از وقتتون رو برای انجام تقسیم، حروم نمی‌کنین! چطور؟

ترفند تخمین: عدد ۰/۹۳۵ اندکی کم‌تر از یک هستش. پس حاصل تقسیم ۱۷ به آن، کمی بزرگ‌تر از ۱۷ خواهد بود. خُب! توی گزینه‌ها فقط گزینهٔ ۳ (یعنی ۱۸/۲) کمی بزرگ‌تر از ۱۷ هست. پس گزینهٔ درست، همینه. تمام!

مسأله ۳۶ (سراسری خارج ریاضی ۹۶)

انحلال‌پذیری آمونیاک در آب در دمای معین، ۴۷g در ۱۰۰g آب است. محلول سیرشدهٔ آن در این دما در آب، به تقریب چند مولار است؟

(چگالی محلول $۰/۹ g.mL^{-۱}$ فرض شود.)

$N = ۱۴ , H = ۱ : g.mol^{-۱}$

۱) ۱۱ ۲) ۱۳/۵ ۳) ۱۶/۹۳ ۴) ۱۹/۷۶

پاسخ گزینهٔ ۳: یکی از رایج‌ترین فرم‌های مسائل شیمی در کنکورهای چند سال اخیر!

برای محلول‌ها، سه نوع غلظت داریم، به اضافهٔ انحلال‌پذیری، می‌شود چهار مورد. به‌طور مرتب در کنکورهای چند سال اخیر، یکی از این چهار مورد (یا بهتره بگم: ۱ + ۳ مورد) داده شده و یکی دیگه خواسته شده.

استراتژی حل با آنالیز غلظت معلوم، مقدار حل‌شونده و مقدار محلول یا حلال را مشخص کرده و آن‌گاه در فرمول مربوط به محاسبهٔ غلظت مجهول، جاگذاری می‌کنیم و تمام!

$$\text{غلظت مولار} = \frac{\text{تعداد مول } NH_۳}{\text{حجم محلول (mL)}} \times ۱۰۰۰$$

$NH_۳ \Rightarrow$ انحلال پذیری $= ۴۷g$

$$\xrightarrow{\text{آنالیز}} \begin{cases} ۴۷g\ NH_۳ \\ ۱۰۰\ g\ H_۲O \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} ۴۷\ g\ NH_۳ \\ ۱۴۷\ g\ (\text{محلول}) \end{cases}$$

$$\text{غلظت مولار} = \frac{\frac{۴۷}{۱۷}}{\frac{۱}{۰/۹}\times ۱۴۷}\times ۱۰۰۰ = \frac{۴۷\times ۹۰۰}{۱۷\times ۱۴۷}$$

عددا رو! بخوای ضرب و تقسیم کنی، شک کن کم‌تر از ۲ دقیقه وقت نمی‌گیره. پس چه کنیم؟! نگران نباشین! چارهٔ کار این‌جاست:

ترفند رنداسیون:

$$\frac{\boxed{۴۷}\times ۹۰۰}{۱۷\times \boxed{۱۴۷}} \xrightarrow[۴۸ \to \quad \to ۱۵۰]{\text{رنداسیون}} \frac{۴۸\times \overset{۶}{\cancel{۹۰۰}}}{۱۷\times \cancel{۱۵۰}} \xrightarrow{\text{ساده کردن}} \frac{۴۸\times ۶}{۱۷}$$

توضیح: ۱۴۷ حدود سه برابر ۴۷ است. پس اگر سه واحد به ۱۴۷ اضافه کردیم، یک واحد به ۴۷ اضافه نمودیم.

ترفند رنداسیون:

$$\frac{۴۸\times \boxed{۶}}{\boxed{۱۷}} \xrightarrow[۷ \to \quad \to ۲۰]{\text{رنداسیون}} \frac{\overset{۲۴}{\cancel{۴۸}}\times ۷}{\cancel{۲۰}\ ۱۰} \xrightarrow{\text{ساده کردن}} \frac{۲۴\times ۷}{۱۰} \longrightarrow ۱۶/۸$$

واضح است که گزینهٔ ۳ (یعنی ۱۶/۹۳) درست است.