پیش درآمد

آشنایی با ترفندهای محاسباتی

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 مسئله 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 مسئله 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:

$$\frac{۱۲۷/۶۸\times ۳۳۶}{۲۲/۴\times ۴/۵۶}=\frac{۱۲۷۶۸\times ۳}{۰/۲\times ۴۵۶}=\frac{۱۲۷۶۸}{۰/۲\times ۱۵۲}=\frac{۶۳۸۴۰}{۱۵۲}$$

۱۱۲×۳ ، $۱۱۲\times ۰/۲$ ، ۱۵۲ ، ۲ ، ۱۲۷۶۸۰ ، ۳۱۹۲۰ ، ۷۶

$$\begin{array}{r|l} ۳۱۹۲ & ۷۶ \\ \hline ۳۰۴ \quad ۴۲۰ & \\ \hline ۱۵۲ & \\ \hline ۱۵۲ & \\ \hline ۰۰۰ & \end{array}$$

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 مسئله 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)

پایهٔ دهم

شیمی ۱

فصل	قسمت	عنوان	مسائل
اول	۱	جرم اتمی میانگین	۱ تا ۵
دوم	۲	استوکیومتری واکنش‌ها	۶ تا ۲۶
	۳	قوانین گازها	۲۷ تا ۲۹
سوم	۴	استوکیومتری فرمولی	۳۰
	۵	انواع غلظت	۳۱ تا ۳۸
	۶	انحلال‌پذیری	۳۹ تا ۴۴
	۷	استوکیومتری واکنش‌ها در حالت محلول	۴۵ تا ۵۵

قسمت ۱ جرم اتمی میانگین

- برای هر عنصر که دارای دو یا چند ایزوتوپ باشد، جرم اتمی میانگین از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_۱ \cdot F_۱ + M_۲ \cdot F_۲ + \cdots}{F_۱ + F_۲ + \cdots}$$

در این رابطه $M_۱$، $M_۲$ و ... نمایانگر جرم اتمی (یا عدد جرمی) ایزوتوپ‌ها و $F_۱$، $F_۲$ و ... نمایانگر فراوانی نسبی آن‌هاست.

- اگر $F_۱$، $F_۲$ و ... درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها باشد، می‌توان نوشت:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_۱ . F_۱ + M_۲ . F_۲ + \cdots}{۱۰۰}$$

- دو فرمول تستی برای محاسبهٔ جرم اتمی میانگین:

برای عنصری با دو ایزوتوپ: $M = M_۱ + \frac{F_۲}{۱۰۰}(M_۲ - M_۱)$

برای عنصری با سه ایزوتوپ:

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

مسئله ۱ تجربی خارج ۹۰

عنصر $_{18}X$ با جرم اتمی میانگین $36/8 g.mol^{-1}$، دارای سه ایزوتوپ طبیعی است که یکی از آن‌ها دارای ۲۰ نوترون و فراوانی ۲۰٪ و دیگری ۱۸ نوترون با فراوانی ۷۰٪ است. شمار نوترون‌های ایزوتوپ دیگر کدام است؟ (جرم پروتون و نوترون را یکسان و برابر 1amu در نظر بگیرید.)

۱) ۲۱ ۲) ۲۲ ۳) ۲۳ ۴) ۲۴

پاسخ گزینهٔ ۲

روش تشریحی

$$\left.\begin{array}{ll} {}^{36}_{18}X & : \%70 \\ {}^{38}_{18}X & : \%20 \\ {}^{18+n}_{18}X & : \%10 \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$$36/8 = (36\times 0/7) + (38\times 0/2) + [(18+n)\times 0/1]$$

$$\Rightarrow 36/8 = 25/2 + 7/6 + 1/8 + 0/1n \Rightarrow n = 22$$

روش فرمول طلایی

$$36/8 = 36 + 0/2(38-36) + 0/1(18+n-36)$$

$$\Rightarrow n = 22$$

داده‌ها	رابطهٔ محاسبهٔ تعداد مول
جرم خالص ماده (به گرم)	$\frac{\text{جرم (خالص) برحسب گرم}}{\text{جرم مولی}}$
تعداد مولکول (اتم)	$\frac{\text{تعداد مولکول (یا اتم)}}{\text{عدد آووگادرو}}$
حجم گاز در شرایط STP (برحسب لیتر)	$\frac{\text{حجم گاز به لیتر در شرایط STP}}{۲۲/۴}$
حجم گاز در شرایط STP (برحسب میلی‌لیتر)	$\frac{\text{حجم گاز به میلی‌لیتر در شرایط STP}}{۲۲۴۰۰}$
حجم گاز برحسب لیتر و چگالی گاز برحسب $g.L^{-1}$	$\frac{\text{چگالی گاز}(g.L^{-1}) \times \text{حجم گاز به لیتر}}{\text{جرم مولی}}$

- در روش کسرهای پیش‌ساخته به‌جای مجهول، نماد x را قرار می‌دهیم.

توجه: ادامهٔ قواعد مربوط به **روش برابری مول به ضریب** را می‌توانید در قسمت‌های ۷ تا ۹ ملاحظه کنید.

.....

.....

.....

پایهٔ یازدهم

شیمی ۲

فصل	قسمت	عنوان	مسائل
اول	۸	استوکیومتری واکنش‌ها ـ درصد خلوص	۵۶ تا ۶۵
	۹	استوکیومتری واکنش‌ها ـ بازده درصدی	۶۶ تا ۷۶
دوم	۱۰	ظرفیت گرمایی	۷۷ تا ۸۲
	۱۱	محاسبهٔ ΔH با توجه به داده‌های تجربی	۸۳ تا ۸۸
	۱۲	محاسبهٔ ΔH با استفاده از قانون هس	۸۹ تا ۹۸
	۱۳	محاسبهٔ ΔH با استفاده از آنتالپی پیوندها	۹۹ تا ۱۰۶
	۱۴	سرعت واکنش	۱۰۷ تا ۱۱۹
سوم	۱۵	استوکیومتری ـ شیمی آلی	۱۲۰ تا ۱۳۵

قسمت ۸ استوکیومتری واکنش‌ها- درصد خلوص

روش برابری مول به ضریب

در صورت کسر پیش‌ساختهٔ مربوط به مادهٔ ناخالص، چه معلوم باشد، چه مجهول، جرم آن را در درصد خلوص آن ضرب می‌کنیم:

$$\frac{\frac{\text{درصد خلوص}}{۱۰۰} \times \text{جرم ناخالص}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی}}$$

بقیهٔ قواعد برای حل مسائل استوکیومتری واکنش ـ درصد خلوص، همان است که در حل مسائل قبلی گفته شد.

مسئله ۵۶ — تجربی خارج ۹۴

چند میلی‌لیتر محلول نیتریک‌اسید با غلظت $۱/۵\,mol.L^{-۱}$ برای خنثی‌شدن $۴/۱۶g$ آلومینیم هیدروکسید با خلوص ۷۵ درصد لازم است؟ (اسید بر ناخالصی اثر ندارد.)

$(H=۱, O=۱۶, Al=۲۷ : g.mol^{-۱})$

۱) ۲۶/۶
۲) ۳۵/۵
۳) ۶۰
۴) ۸۰

پاسخ گزینهٔ ۴

$$\underset{۴/۱۶\,g}{Al(OH)_۳} \longrightarrow \underset{?\,mL}{۳HNO_۳}$$

خلوص ٪۷۵ ، $۱/۵\,mol\cdot L^{-۱}$

$$۴/۱۶\,g\ \underset{\text{ناخالص}}{Al(OH)_۳} \times \frac{\text{خالص } ۷۵}{\text{ناخالص } ۱۰۰\,g} \times \frac{۱\,mol\,Al(OH)_۳}{۷۸\,g\,Al(OH)_۳} \times \frac{۳\,mol\,HNO_۳}{۱\,mol\,Al(OH)_۳} \times \frac{۱\,L}{۱/۵\,mol\,HNO_۳} \times \frac{۱۰۰۰\,mL}{۱\,L}$$

$$= ۸۰\,mL \text{ (محلول اسید)}$$

روش برابری مول به ضریب

$$\frac{x\times ۱۰^{-۳}\times ۱/۵}{۳} = \frac{۴/۱۶\times ۰/۷۵}{۱\times ۷۸} \Rightarrow x = ۸۰\,mL \text{ (محلول اسید)}$$

پایهٔ یازدهم

قسمت ۱۲

محاسبهٔ ΔH بااستفاده از قانون هس

- مطابق قانون هس، ΔH واکنشی که معادلهٔ آن، حاصل جمع معادلهٔ چند واکنش با ΔH معین است، برابر با جمع جبری ΔH واکنش‌هایی است که معادلهٔ آن‌ها را جمع کردیم.
- دو قاعده برای تنظیم معادلهٔ واکنش‌های دارای ΔH معلوم:

۱ اگر ضرایب معادلهٔ واکنشی در عددی ضرب شوند، ΔH واکنش نیز در همان عدد ضرب می‌شود.

$$\begin{cases} x \longrightarrow ۲y & \Delta H = m\,kJ \\ ax \longrightarrow ۲ay & \Delta H = (a \times m)kJ \end{cases}$$

۲ اگر طرف اول و دوم معادلهٔ واکنشی را جابه‌جا کنیم، ΔH واکنش قرینه می‌شود.

$$\begin{cases} x \longrightarrow ۲y & \Delta H = m\,kJ \\ ۲y \longrightarrow x & \Delta H = -m\,kJ \end{cases}$$

مسئله ۸۹ (ریاضی خارج ۹۱)

ΔH° واکنش زیر، با توجه به ΔH واکنش‌های ۱، ۲ و ۳، برابر چند کیلوژول است؟

$$3Fe(s) + 4H_2O(g) \longrightarrow Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$$

۱) $6FeO(s) + O_2(g) \longrightarrow 2Fe_3O_4(s)$, $\Delta H^\circ = -636\,kJ$

۲) $2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g)$, $\Delta H^\circ = -484\,kJ$

۳) $FeO(s) + H_2(g) \longrightarrow Fe(s) + H_2O(g)$, $\Delta H^\circ = -240\,kJ$

۱) -744 ۲) -725 ۳) $+625$ ۴) $+644$

پاسخ گزینهٔ ۴ اگر ضرایب معادلهٔ اول را به دو تقسیم کرده و معادلهٔ سوم را معکوس و ضرایب آن را در ۳ ضرب کرده و معادلهٔ دوم را معکوس و ضرایب آن را در $\frac{1}{2}$ ضرب نماییم و معادله‌های به دست آمده را جمع کنیم، به معادلهٔ واکنشی می‌رسیم که ΔH آن مجهول است؛ پس:

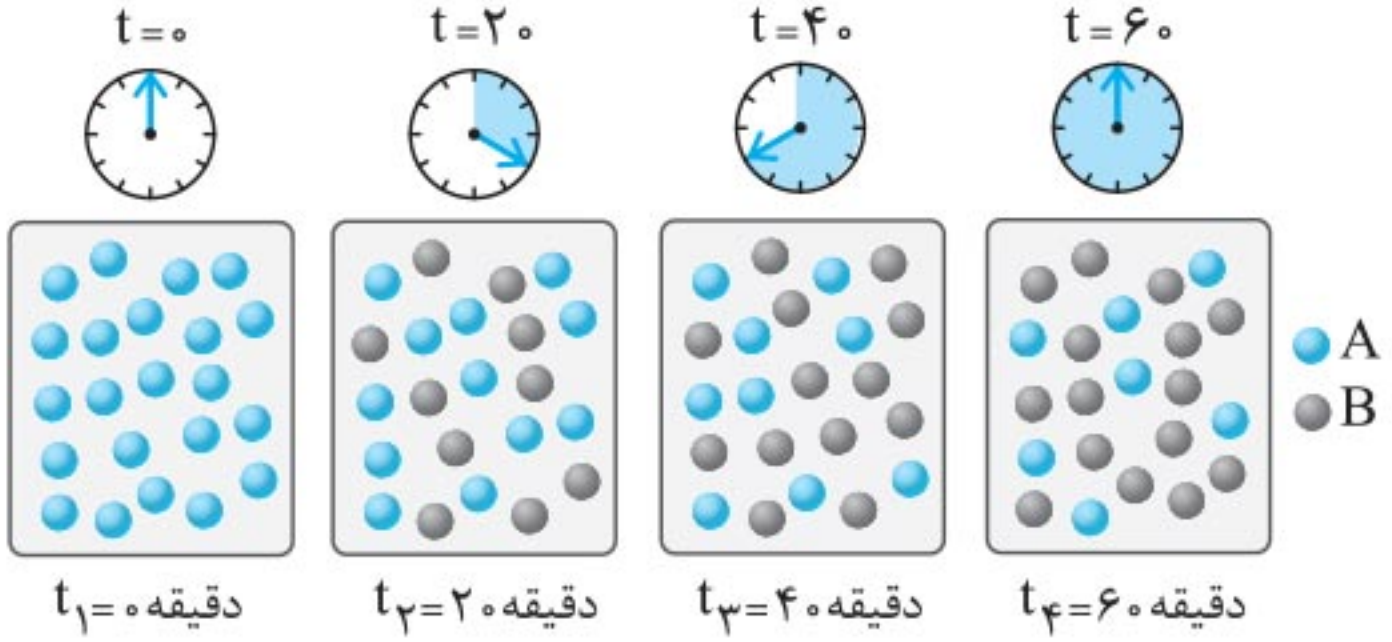
$$\Delta H_{\text{مجهول}} = \underbrace{\frac{1}{2}(-636)}_{\text{با توجه به } Fe_3O_4} - \underbrace{3(-240)}_{\text{با توجه به } Fe} - \underbrace{\frac{1}{2}(-484)}_{\text{با توجه به حذف } O_2} = +644\,kJ$$

توجه ۱: اگر ضرایب معادلهٔ واکنشی در عدد معینی ضرب شود، ΔH واکنش نیز در همان عدد ضرب می‌شود.

توجه ۲: اگر طرف اول و دوم معادلهٔ واکنشی را جابه‌جا کنیم، ΔH واکنش قرینه می‌شود.

مسئله ۱۰۸ ریاضی ۹۳

با توجه به شکل زیر، که به واکنش فرضی $A \longrightarrow B$ در یک ظرف ۴ لیتری مربوط است، سرعت متوسط واکنش در فاصلهٔ زمانی t_2 تا t_3 چند $mol.L^{-1}.min^{-1}$ و چند برابر سرعت متوسط آن در فاصلهٔ زمانی t_3 تا t_4 است؟ (هر گوی هم‌ارز ۰/۰۵ مول از هر ماده است.)



۱) $۷/۵\times۱۰^{-۳}$ ، ۱/۵
۲) $۱/۸۷۵\times۱۰^{-۳}$ ، ۱/۵
۳) $۱/۸۷۵\times۱۰^{-۳}$ ، ۳
۴) $۷/۵\times۱۰^{-۳}$ ، ۳

پاسخ گزینهٔ ۲

t_3 تا $t_2 \Rightarrow \Delta t = ۲۰\,min$

$$\overline{R} = \frac{(۳\times۰/۰۵)\,mol}{۴L\times۲۰\,min} = ۱/۸۷۵\times۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}.min^{-۱}$$

از دقیقهٔ ۲۰ تا ۴۰، ۳ گوی سفید اضافه شده و از دقیقهٔ ۴۰ تا ۶۰، ۲ گوی سفید اضافه شده است، پس $\overline{R}$ در بازهٔ t_2 تا t_3، $\frac{۳}{۲}$ یا ۱/۵ برابر $\overline{R}$ در بازهٔ t_3 تا t_4 است.

قسمت ۱۵ استوکیومتری - شیمی آلی

• برای اینکه توانایی حل مسائل استوکیومتری واکنش در رابطه با شیمی آلی را داشته باشید، لازم است با بسیاری از قواعد شیمی آلی آشنا باشید. از جمله اینکه فرمول عمومی خانواده‌های آلی و نیز، نام و فرمول ترکیب‌های آلی مهم و در نهایت، واکنش‌های مهم شیمی آلی را باید بلد باشید.

مسلماً ارائهٔ این‌همه اطلاعات در این مختصر ممکن نیست. لیکن به عنوان مشت نمونهٔ خروار، ارائه چند مورد مهم در این‌جا خالی از فایده نیست.

• فرمول عمومی خانواده‌های آلی:

خانواده	آلکان	آلکن	آلکین	سیکلوآلکان
فرمول عمومی	C_nH_{2n+2}	C_nH_{2n}	C_nH_{2n-2}	C_nH_{2n}

خانواده	اتروالکل	آلدهیدوکتون	استروکربوکسیلیک‌اسید
فرمول عمومی	$C_nH_{2n+2}O$	$C_nH_{2n}O$	$C_nH_{2n}O_2$

خانواده	آمین	آمید
فرمول عمومی	$C_nH_{2n+3}N$	$C_nH_{2n+1}NO$

تذکر: فرمول عمومی ترکیب‌ها با فرض اینکه صرفاً یک گروه عاملی در ساختار آن‌ها وجود دارد، نوشته شده است.

- نام و فرمول تعدادی از مهم‌ترین ترکیب‌های آلی ساده:

نام	متان	اتان	پروپان	بوتان
فرمول	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}

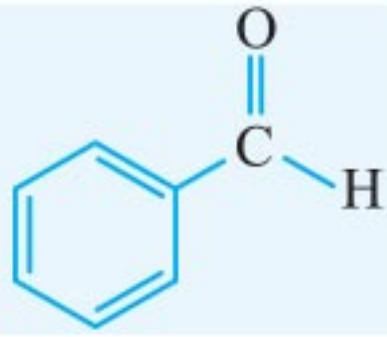
نام	هگزان	سیکلوهگزان	اتن	اتین
فرمول	C_6H_{14}	C_6H_{12}	C_2H_4	C_2H_2

نام	متانول	اتانول	دی‌متیل‌اتر	دی‌اتیل‌اتر
فرمول	CH_3OH	C_2H_5OH	$(CH_3)_2O$	$(C_2H_5)_2O$

نام	فرمالدهید یا متانال	استون
فرمول	CH_2O	C_3H_6O

نام	استیک‌اسید یا اتانوئیک‌اسید	متیل‌استات	متیل‌آمین
فرمول	CH_3COOH	CH_3COOCH_3	CH_3NH_2

نام	اتیل‌آمین	بنزن	نفتالن
فرمول	$C_2H_5NH_2$	C_6H_6	$C_{10}H_8$

نام	گلوکز	بنزوئیک‌اسید	بنزآلدهید
فرمول	$C_6H_{12}O_6$	C_6H_5-COOH	

- تعدادی از واکنش‌های مهم آلی:
  - سوختن کامل

مثال: سوختن کامل اتانول:

$$C_2H_5OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

  - واکنش اتن با هیدروژن:

$$C_2H_4 + H_2 \longrightarrow C_2H_6$$

  - واکنش اتن با برم:

$$C_2H_4 + Br_2 \longrightarrow C_2H_4Br_2$$

  - واکنش استری‌شدن

مثال: استری‌شدن اتانوئیک‌اسید با متانول:

$$CH_3COOH + CH_3OH \longrightarrow CH_3COOCH_3 + H_2O$$

  - واکنش آبکافت استر

مثال: آبکافت اتیل‌پروپانوات:

$$CH_3CH_2COOC_2H_5 + H_2O \longrightarrow CH_3CH_2COOH + C_2H_5OH$$

- واکنش تولید آمید از اسید و آمین

مثال: تولید آمید از اتانوئیک‌اسید و متیل‌آمین:

$$CH_3COOH + CH_3NH_2 \longrightarrow CH_3CO - NHCH_3 + H_2O$$

- واکنش آبکافت آمید

مثال: آبکافت اتان‌آمید:

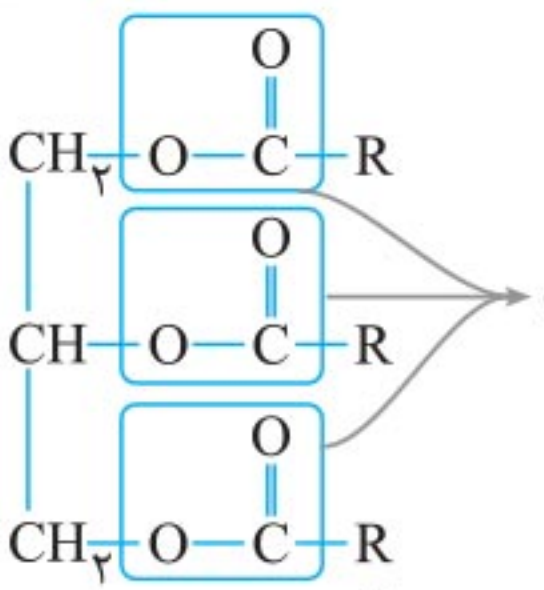
$$CH_3CONH_2 + H_2O \longrightarrow CH_3COOH + NH_3$$

پایهٔ دوازدهم

شیمی ۳

فصل	قسمت	عنوان	مسائل
اول	۱۶	استوکیومتری واکنش‌ها ـ چربی و صابون	۱۳۶ و ۱۳۷
	۱۷	درجهٔ یونش ـ رابطهٔ غلظت مولی محلول یک اسید یا باز با غلظت هر یک از گونه‌های حل شده	۱۳۸ تا ۱۴۰
	۱۸	ثابت یونش اسید و باز	۱۴۱ تا ۱۴۴
	۱۹	pH محلول اسید HA	۱۴۵ تا ۱۶۲
	۲۰	pH محلول باز BOH	۱۶۳ و ۱۶۴
	۲۱	تغییر pH محلول در اثر رقیق شدن آن	۱۶۵ تا ۱۶۷
	۲۲	تعیین pH حاصل از مخلوط شدن چند محلول	۱۶۸ تا ۱۷۰
	۲۳	استوکیومتری واکنش‌ها ـ ثابت یونش ـ pH	۱۷۱ تا ۱۷۹
	۲۴	$[H^+]\cdot[OH^-]=۱۰^{-۱۴}$	۱۸۰ تا ۱۸۳
دوم	۲۵	اکسایش ـ کاهش و تعداد الکترون مبادله شده	۱۸۴ تا ۱۸۹
	۲۶	استوکیومتری ـ سلول گالوانی	۱۹۰ تا ۱۹۲
	۲۷	استوکیومتری ـ سلول الکترولیتی	۱۹۳ تا ۱۹۷
	۲۸	خوردگی آهن	۱۹۸
	۲۹	استوکیومتری ـ تیغهٔ یک فلز در محلول نمک فلز دیگر	۱۹۹
چهارم	۳۰	انرژی فعال‌سازی	۲۰۰ تا ۲۰۳
	۳۱	ثابت تعادل	۲۰۴ تا ۲۱۷
	۳۲	ثابت تعادل و جابه‌جایی تعادل	۲۱۸ تا ۲۲۶

قسمت ۱۶ استوکیومتری واکنش‌ها- چربی و صابون



- ساختار کلی مولکول چربی (یا تری‌گلیسرید) به‌صورت زیر است:

(R زنجیر کربنی طولانی مثل $C_{17}H_{35}$ است)

- اسیدچرب به مولکول کربوکسیلیک‌اسید حاصل از آبکافت چربی گفته می‌شود و تعداد کربن آن، نسبتاً زیاد است (مثل ۱۴ کربن یا بیشتر).

مثال: $C_{17}H_{35}COOH$

- واکنش آبکافت چربی:

$$\text{چربی} + 3H_2O \longrightarrow \underset{\text{(گلیسرول)}}{C_3H_5(OH)_3} + \underset{\text{(اسید چرب)}}{3RCOOH}$$

- واکنش تولید صابون از اثر محلول سود بر چربی:

$$\text{چربی} + 3NaOH \longrightarrow \underset{\text{(گلیسرول)}}{C_3H_5(OH)_3} + \underset{\text{(صابون)}}{3RCOONa}$$

- واکنش تولید صابون از اثر محلول سود بر اسید چرب:

$$R-COOH + NaOH \longrightarrow \underset{\text{(صابون)}}{R-COONa} + H_2O$$

مسئله ۱۳۶ تألیفی

برای تهیهٔ ۶۰ مول صابون به فرمول $C_{17}H_{35}COONa$ چند کیلوگرم چربی باید بر محلول سود اثر دهیم؟ بازده واکنش را ۸۹٪ در نظر بگیرید. $(H=1, C=12, O=16: g.mol^{-1})$

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۴ ۴) ۸

پاسخ گزینهٔ ۲

فرمول چربی موردنظر به‌صورت زیر است:

$$\begin{array}{l} CH_2-O-CO-C_{17}H_{35} \\ | \\ CH-O-CO-C_{17}H_{35} \\ | \\ CH_2-O-CO-C_{17}H_{35} \end{array} \quad \text{یا} \quad C_{57}H_{110}O_6 = 890\,g.mol^{-1}$$

از هر یک مول چربی، ۳ مول صابون پدید می‌آید. بنابراین:

$$60\,mol\,\text{صابون} \times \frac{1\,mol\,\text{چربی}}{3\,mol\,\text{صابون}} \times \frac{890\,g\,\text{چربی}}{1\,mol\,\text{چربی}} \times \frac{100}{89}$$

$$\times \frac{1\,kg}{1000\,g} = 20\,kg$$

روش برابری مول به ضریب

$$\frac{x \times 10^3 \times 0/89}{1 \times 890} = \frac{60}{3} \Rightarrow x = 20\,kg(\text{چربی})$$

.....

.....

پایهٔ دوازدهم