فهرست

فصل ۱: مولکول‌ها در خدمت تندرستی

تست‌های سری A ۸

تست‌های سری Z ۵۰

پاسخ‌نامهٔ کلیدی ۵۵

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۵۷

فصل ۲: آسایش و رفاه در سایه شیمی

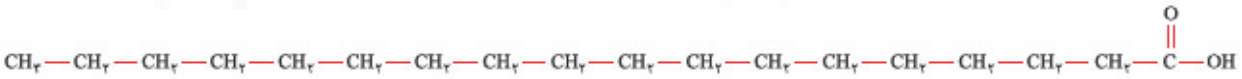
تست‌های سری A ۱۷۶

تست‌های سری Z ۲۲۹

پاسخ‌نامهٔ کلیدی ۲۳۱

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۲۳۳

۱۹- چه تعداد از مطالب زیر در مورد ترکیب داده‌شده، نادرست‌اند؟ *(با هم بیندیشیم صفحهٔ ۵ کتاب درسی)*



- یک ترکیب آلی است و به خانوادهٔ اسیدهای چرب تعلق دارد.
- نقطهٔ ذوب آن از نقطهٔ ذوب اسید آلی موجود در سرکه بیشتر است.
- توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با آب را دارد.
- مخلوط آن با آب، یک مخلوط همگن است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۲۰- با توجه به مدل فضاپرکن مولکول روبه‌رو، کدام مطلب نادرست است؟

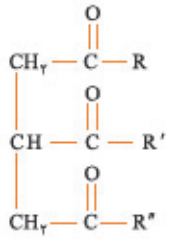
۱) فرمول مولکولی گستردهٔ آن را می‌توان به صورت $CH_3(CH_2)_{16}-COOH$ نمایش داد.

۲) دارای ۵۴ پیوند کووالانسی است.

۳) در ساختار این اسید چرب، تنها یک پیوند دوگانه وجود دارد.

۴) نسبت تعداد پیوندهای اشتراکی کربن ـ کربن به تعداد جفت‌الکترون‌های ناپیوندی در آن برابر با ۴/۲۵ است.

۲۱- کدام موارد زیر در رابطه با چربی‌های از نوع استر، درست‌اند؟



آ) نیروی بین مولکولی غالب در آن‌ها، وان‌درووالسی است.

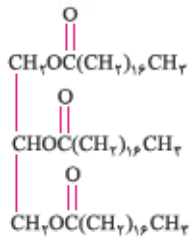
ب) فرمول کلی آن‌ها به صورت روبه‌رو است.

پ) همانند اوره، انحلال‌پذیری آن‌ها در آب، کم‌تر از انحلال‌پذیری آن‌ها در هگزان است.

ت) زنجیرهای هیدروکربنی در آن‌ها می‌تواند سیرشده یا سیرنشده باشد.

۱) ب و پ ۲) آ و ت ۳) آ و ب ۴) ب و ت

۲۲- با توجه به ساختار مولکول روبه‌رو، همهٔ مطالب زیر درست‌اند، به‌جز:



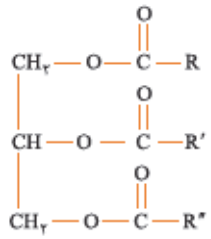
۱) جزء مولکول‌های سازندهٔ چربی است.

۲) هر کدام از اسیدهای چرب سازندهٔ آن دارای ۱۸ اتم کربن هستند.

۳) گروه عاملی آن در ترکیب آلی بوی آناناس هم وجود دارد.

۴) فرمول مولکولی آن $C_{57}H_{111}O_6$ است.

۲۳- اگر فرمول کلی چربی‌های از نوع استر را به صورت روبه‌رو نشان دهیم، کدام مطلب نادرست است؟



۱) گروه‌های R، R′ و R″ زنجیرهای هیدروکربنی هستند که می‌توانند یکسان یا متفاوت باشند.

۲) شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی در مولکول این چربی، با مجموع شمار اتم‌ها در اتیلن گلیکول برابر است.

۳) اگر گروه‌های R، R′ و R″ سیرشده و هر کدام دارای ۶ اتم کربن باشند، فرمول مولکولی این استر سه‌عاملی به صورت $C_{24}H_{44}O_6$ است.

۴) یک مول از این چربی می‌تواند با ۳ مول آب واکنش داده و آبکافت شود.

صابون (صفحه‌های ۶ و ۸ کتاب درسی)

دوستان عزیز! همهٔ مطالب مربوط به «صابون» که در صفحه‌های ۶ و ۸ کتاب درسی اومده رو این‌جا براتون آوردیم. سؤال‌های مربوط به «پیوند با زندگی، کلوئیدها» صفحه‌های ۶ و ۷ را در قسمت بعد گذاشتیم!

۲۴- صابون‌های جامد همهٔ ویژگی‌های زیر را دارند، به‌جز:

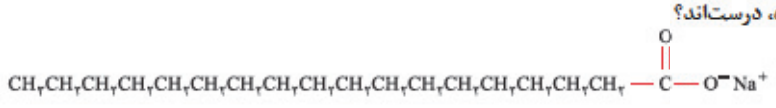
۱) نمک اسیدهای چرب هستند.

۲) دارای بخش‌های آب‌دوست و آب‌گریز هستند.

۳) فرمول کلی آن‌ها را می‌توان به صورت RCONa نشان داد.

۴) ذره‌های سازندهٔ صابون می‌توانند در لایه‌لای مولکول‌های آب پخش شوند.

۲۵- چه تعداد از موارد زیر، دربارهٔ ترکیب نشان داده شده، درست‌اند؟



- فرمول شیمیایی آنیون آن $C_{17}H_{35}O_2^-$ است.
- شمار پیوندهای کربن ـ هیدروژن در آن، ۵ برابر شمار پیوندهای کربن ـ کربن در مادهٔ اصلی سازندهٔ بنزین است.
- نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به کربن آن از این نسبت در روغن زیتون بیشتر است.
- بخش ناقطبی آن توانایی حل‌شدن در چربی و آب را دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۶- صابون، نمک سدیم اسیدهای ..... است که زنجیر هیدروکربنی آن ..... و آب ..... است و در حلال‌های ..... حل می‌شود.

۱) آلی ـ ناقطبی ـ دوست ـ ناقطبی ۲) آلی ـ قطبی ـ گریز ـ قطبی
۳) چرب ـ قطبی ـ دوست ـ قطبی ۴) چرب ـ ناقطبی ـ گریز ـ ناقطبی

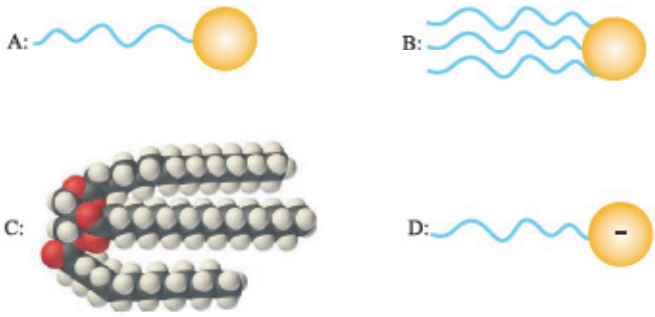
(سراسری ریاضی خارج از کشور ۸۸)

۲۷- چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

- شمار اتم‌های کربن بخش آب‌دوست یک مولکول صابون بیشتر از شمار اتم‌های کربن بخش آب‌گریز آن است.
- صابون جامد را می‌توان از گرمادادن روغن‌های گوناگون گیاهی یا جانوری با سدیم هیدروکسید تهیه کرد.
- گشتاور دوقطبی (μ) بخش چربی‌دوست صابون بسیار ناچیز و در حدود صفر است.
- برخلاف مخلوط آب و اوره، مخلوط آب و صابون یک مخلوط همگن و یکنواخت است.
- صابون ماده‌ای است که هم در چربی‌ها و هم در آب حل می‌شود.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

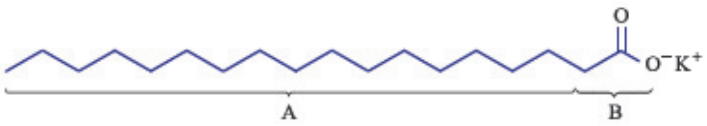
۲۸- با توجه به شکل‌های A تا D، چند مورد از مطالب زیر درست‌اند؟



- A: نمایش کلی یک اسید چرب است که مخلوط آن با هگزان، یک مخلوط همگن و یکنواخت است.
- B: نمایش کلی صابون است که هم در چربی و هم در آب حل می‌شود.
- C: مدل فضاپرکن یک مولکول چربی است که سه گروه استری دارد.
- D: الگویی برای نمایش کلی بخش آنیونی یک صابون می‌باشد که از دو بخش آب‌دوست و آب‌گریز تشکیل شده است.

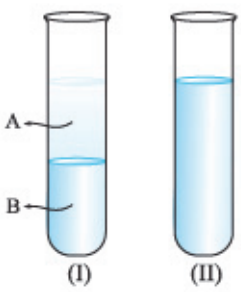
۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۲۹- کدام عبارت در مورد ترکیب روبه‌رو درست است؟



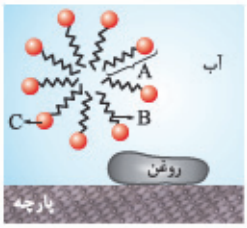
۱) ساختار یک صابون جامد را نشان می‌دهد.
۲) بخش‌های A و B با هم نقش پاک‌کنندگی این ترکیب را به عهده دارند.
۳) فرمول کلی این ترکیب $C_{17}H_{33}COO^-K^+$ است.
۴) بین سر آب‌دوست و آب‌گریز آن پیوند یونی وجود دارد.

۳۰- با توجه به شکل روبه‌رو، کدام مطلب درست است؟



۱) A و B به ترتیب می‌توانند اتیلن گلیکول و آب باشند.
۲) مخلوط (I) مانند مخلوط ید در هگزان، یک مخلوط ناهمگن است.
۳) افزودن مقداری اسید چرب به ظرف (I) می‌تواند آن را به ظرف (II) تبدیل کند.
۴) ترکیب‌هایی که بتوانند هم در چربی و هم در آب حل شوند، می‌توانند مخلوط آب و چربی موجود در ظرف (I) را به صورت مخلوط موجود در ظرف (II) تبدیل کنند.

۳۱- با توجه به شکل روبه‌رو که پاک‌شدن یک لکهٔ روغن با استفاده از صابون را نشان می‌دهد، کدام موارد زیر درست‌اند؟

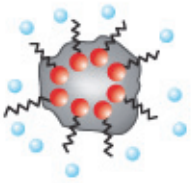


آ) **A**، قسمت آنیونی صابون را نشان می‌دهد.

ب) **B**، بخش چربی‌دوست صابون است که با مولکول‌های روغن، جاذبهٔ وان‌درووالسی برقرار می‌کند.

پ) **C**، آنیون CO_2^- است که قسمت آب‌گریز صابون را تشکیل می‌دهد.

ت) پس از مدتی لکهٔ روغن به صورت روبه‌رو درمی‌آید.



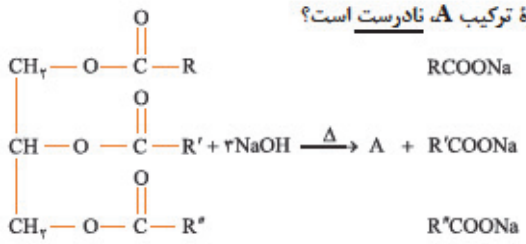
۱) آ و پ

۲) آ و ب

۳) ب و ت

۴) پ و ت

۳۲- اگر صابون‌های جامد را بتوان از واکنش موازنه‌شدهٔ زیر تهیه کرد، کدام مطلب دربارهٔ ترکیب **A**، نادرست است؟



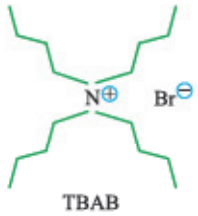
۱) فرمول مولکولی آن $C_4H_7O_2$ است.

۲) دارای سه گروه هیدروکسیل است.

۳) انحلال‌پذیری آن در آب بیشتر از هگزان است.

۴) مانند اتیلن گلیکول توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با آب را دارد.

۳۳- با توجه به فرمول نقطه ـ خط نمک تترابوتیل آمونیوم برمید (**TBAB**)، کدام مطلب نادرست است؟



۱) مانند صابون‌ها حلالیت خوبی در آب و حلال‌های آلی دارد.

۲) فرمول مولکولی آن $C_{16}H_{36}N^+Br^-$ است.

۳) می‌تواند مولکول‌های چربی را در آب پخش کند.

۴) مخلوط TBAB و هگزان یک مخلوط همگن و یکنواخت است.

۳۴- اگر زنجیر آلکیل متصل به بخش آب‌دوست یک صابون جامد دارای ۱۵ اتم کربن باشد، فرمول شیمیایی این صابون کدام است؟

۱) $C_{15}H_{31}O_2Na$ ۲) $C_{16}H_{31}O_2Na$ ۳) $C_{15}H_{33}O_2Na$ ۴) $C_{16}H_{33}O_2Na$

۳۵- جرم مولی صابون جامد به دست آمده از کربوکسیلیک اسیدی که در آن، گروه **R** شامل ۱۴ اتم کربن است، برابر چند گرم است؟ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۶)*

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

۱) ۲۲۰ ۲) ۲۴۱ ۳) ۲۵۸ ۴) ۲۶۴

۳۶- با توجه به فرمول کلی صابون‌های جامد اگر گروه **R** زنجیر آلکیل سیرشده با ۳۱ اتم هیدروژن باشد، درصد جرمی فلز به کار رفته در این صابون به تقریب کدام است؟ $(Na = 23 , O = 16 , C = 12 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۸/۴ ۲) ۱۳/۸ ۳) ۸/۳ ۴) ۳/۸

۳۷- در اثر سوزاندن کامل ۲۸/۴ گرم از یک اسید چرب یک‌عاملی با زنجیر هیدروکربنی سیرشده، ۷۹/۲ گرم کربن دی‌اکسید تولید شده است. فرمول شیمیایی صابون جامد حاصل از این اسید چرب، کدام است؟ $(O = 16 , C = 12 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) $C_{18}H_{35}O_2Na$ ۲) $C_{16}H_{33}O_2Na$ ۳) $C_{18}H_{37}O_2Na$ ۴) $C_{16}H_{31}O_2Na$

پیوند با زندگی: کلوئیدها (صفحه‌های ۶ و ۷ کتاب درسی)

۳۸- کدام عبارت نادرست است؟

۱) اغلب موادی که در زندگی روزانه با آن‌ها سروکار داریم، از مخلوط دو یا چند ماده تشکیل شده‌اند.

۲) محلول کات کبود در آب، مخلوط همگنی است که با گذشت زمان ذرات حل‌شونده در آن ته‌نشین نمی‌شوند.

۳) آب دریا، هوا، نوشیدنی‌ها، انواع رنگ‌ها و سرامیک‌ها همگی مخلوط‌های همگنی هستند که از دو یا چند ماده تشکیل شده‌اند.

۴) شربت معده، مخلوطی ناهمگن است که پیش از مصرف باید تکان داده شود.

۳۳۱- اگر pH محلولی از اسید HA با درصد یونش ۱۰٪ برابر ۴ باشد، ۵۰ mL از آن با چند میلی‌گرم سدیم هیدروژن‌کربنات ۸۰ درصد خالص واکنش می‌دهد؟ $(Na=23, O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$ *(سراسری ریاضی ۸۸)*

۱) ۲/۴ ۲) ۴/۲ ۳) ۵/۲۵ ۴) ۸/۲۵

۳۳۲- اگر SO_3 حاصل از تجزیهٔ ۷/۱۲۵ گرم آلومینیم سولفات بتواند با ۱۰۰ میلی‌لیتر سدیم هیدروکسید با pH = ۱۴ به طور کامل واکنش دهد، درصد خلوص آلومینیم سولفات کدام است؟ $(S=32, Al=27, O=16: g.mol^{-1})$

$$Al_2(SO_4)_3(s) \longrightarrow Al_2O_3(s) + SO_3(g)$$
$$SO_3(g) + NaOH(aq) \longrightarrow Na_2SO_4(aq) + H_2O(l)$$

۱) ۸۰ ۲) ۸۵ ۳) ۷۰ ۴) ۷۵

۳۳۳- ۵ لیتر محلول هیدروکلریک اسید با pH = ۱، با افزودن NaClO(aq) طبق معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ زیر، به طور کامل واکنش داده است. اگر بازده درصدی واکنش، ۸۰٪ و حجم مولی گازها، ۲۵ لیتر باشد، حجم گاز کلر به دست آمده چند لیتر است؟ *(سراسری تجربی خارج از کشور ۹۶)*

$$NaClO + HCl \longrightarrow NaCl + Cl_2 + H_2O$$

۱) ۱۲/۵ ۲) ۱۰ ۳) ۶/۲۵ ۴) ۵

۳۳۴- نمک حاصل از واکنش ۵ لیتر محلول اسید قوی نیتریک اسید با pH = ۱/۳ با مقدار کافی سدیم هیدروکسید را مطابق معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ روبه‌رو، به طور کامل تجزیه می‌کنیم. حجم گاز اکسیژن تولیدشده در شرایط STP، چند لیتر است؟

$$NaNO_3 \longrightarrow NaNO_2 + O_2$$

۱) ۵/۶ ۲) ۲/۸ ۳) ۱۱/۲ ۴) ۲۲/۴

۳۳۵- ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید در واکنش با مقدار کافی فلز روی، ۵۶۰ میلی‌لیتر گاز در شرایط STP تولید کرده است. ۳۰۰ میلی‌لیتر از محلول این اسید، با چند گرم سدیم هیدروکسید ۸۰٪ خالص به طور کامل واکنش می‌دهد؟ $(Na=23, O=16, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۱/۲۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۳/۷۵ ۴) ۴/۶۵

۳۳۶- در یک تن پساب صنعتی کارخانهٔ کاغذسازی، ۰/۰۸ گرم سدیم هیدروکسید وجود دارد. برای خنثی‌کردن سدیم هیدروکسید موجود در ۵ تن از این پساب، به چند گرم محلول هیدروکلریک اسید با pH = ۲/۳ و چگالی $1/02\ g.mL^{-1}$ نیاز است؟ $(Na=23, O=16, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۱۰۲۰ ۲) ۲۰۱۰ ۳) ۴۰۲۰ ۴) ۲۰۴۰

۳۳۷- از گرم‌کردن یک استر طبیعی با سدیم هیدروکسید، نمک سدیم کربوکسیلیک اسید یک‌عاملی A و اتانول به دست می‌آید. اگر ۱۷/۴۲۴ گرم از کربوکسیلیک اسید A، pH ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول $0/2\ mol.L^{-1}$ باریم هیدروکسید را ۲ واحد کاهش دهد، فرمول مولکولی استر طبیعی کدام است؟ $(Ba=137, Na=23, O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

۱) $C_4H_8O_2$ ۲) $C_5H_{10}O_2$ ۳) $C_6H_{12}O_2$ ۴) $C_7H_{14}O_2$

پیوند با زندگی (صفحه‌های ۳۱ و ۳۲ کتاب درسی)

۳۳۸- کدام مطلب نادرست است؟

۱) شیرهٔ معده یک مایع گوارشی اسیدی است که به وسیلهٔ غده‌های موجود در دیوارهٔ داخلی معده ترشح می‌شود.

۲) وجود محیط اسیدی قوی در معده برای هضم غذا و فعال‌کردن برخی آنزیم‌های گوارشی لازم است.

۳) خوردن غذا موجب ترشح کاتیون H^+ به درون معده می‌شود؛ از این رو در زمان استراحت، غلظت H^+ معده کاهش می‌یابد.

۴) pH معده به دلیل وجود هیدروکلریک اسید در حدود ۱/۳ و غلظت یون H^+ آن در حدود $3\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$ است.

۳۳۹- اگر pH بزاق دهان را حدود ۶/۷ در نظر بگیریم، غلظت یون H^+ معده هنگام غذاخوردن چند برابر غلظت یون H^+ در بزاق دهان است؟

۱) 15×10^{-4} ۲) 3×10^{-3} ۳) 15×10^{-3} ۴) 3×10^{-4}

۳۴۰- اگر pH معده در زمان استراحت برابر ۳/۷ باشد، غلظت H^+ معده در هنگام غذاخوردن چند برابر غلظت H^+ معده در زمان استراحت است؟

۱) ۷۵ ۲) ۱۵ ۳) ۷/۵ ۴) ۱۵۰

۳۴۱- کدام موارد از مطالب زیر، نادرست‌اند؟ $(Cl=35/5, H=1: g.mol^{-1})$

آ) با جذب یون‌های H^+ توسط دیوارهٔ معده، احتمال درد، التهاب و خونریزی معده کاهش می‌یابد.

ب) داروهای ضداسید معده ترکیب‌هایی بازی هستند که با اسید معده واکنش داده و آن را خنثی می‌کنند.

پ) درون معده یک محیط بسیار اسیدی است، به طوری که می‌تواند فلز روی را در خود حل کند.

ت) در هر لیتر از شیرهٔ معدهٔ انسان حدود ۲ گرم جوهرنمک وجود دارد.

۱) آ و ب ۲) ب و پ ۳) آ و ت ۴) پ و ت

۳۴۲- اسید موجود در ۲ لیتر شیرهٔ معدهٔ انسان به تقریب چند گرم فلز روی را می‌تواند در خود حل کند؟ $(Zn = 65\ g.mol^{-1})$

۱) ۳/۹۰ ۲) ۱/۹۵ ۳) ۷/۸۰ ۴) ۰/۹۷۵

۳۴۳- چند مورد از مطالب زیر در مورد معادلهٔ واکنش شیر منیزی با اسید معده درست است؟ $(Cl = 35/5, Mg = 24, O = 16, H = 1 : g.mol^{-1})$

- مجموع ضرایب مواد در واکنش موازنه‌شده با مجموع شمار اتم‌ها در ضداسید معده که حاوی فلز قلیایی است، برابر است.
- فراوردهٔ یونی واکنش، در آب محلول است.
- به ازای مصرف ۱۴/۵ گرم شیر منیزی خالص، ۱۸/۲۵ گرم اسید معده خنثی می‌شود.

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) صفر

۳۴۴- در بدن انسان بالغ، روزانه ۳ لیتر شیرهٔ معده تولید می‌شود. اگر غلظت منیزیم هیدروکسید در یک نمونه داروی ضداسید معده ۱۵٪ جرمی باشد، برای خنثی‌کردن نیمی از اسید معده، روزانه به چند گرم از این دارو نیاز است؟ $(Mg = 24, O = 16, H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۷/۸ ۲) ۸/۷ ۳) ۱۴/۷ ۴) ۱۷/۴

۳۴۵- با فرض این‌که در بدن انسان روزانه ۳ لیتر شیرهٔ معده تولید می‌شود، به ازای مصرف ۱/۴۵ گرم داروی شیر منیزی که ۶۰ درصد آن مادهٔ مؤثر است، pH معده چند واحد افزایش می‌یابد؟ $(\log 3 = 0/48, Mg = 24, O = 16, H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۲۴ ۲) ۰/۷۲ ۳) ۰/۱۸ ۴) ۰/۴۸

۳۴۶- مصرف جرم‌های یکسان از کدام ضداسید می‌تواند تأثیر بیشتری روی کاهش اسید معده داشته باشد؟

$(Al = 27, Mg = 24, Na = 23, O = 16, C = 12, H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) $Al(OH)_3$ ۲) $NaHCO_3$ ۳) $Mg(OH)_2$ ۴) Na_2CO_3

۳۴۷- کدام مطلب در مورد جوش‌شیرین نادرست است؟ $(Na = 23, O = 16, C = 12, H = 1 : g.mol^{-1})$

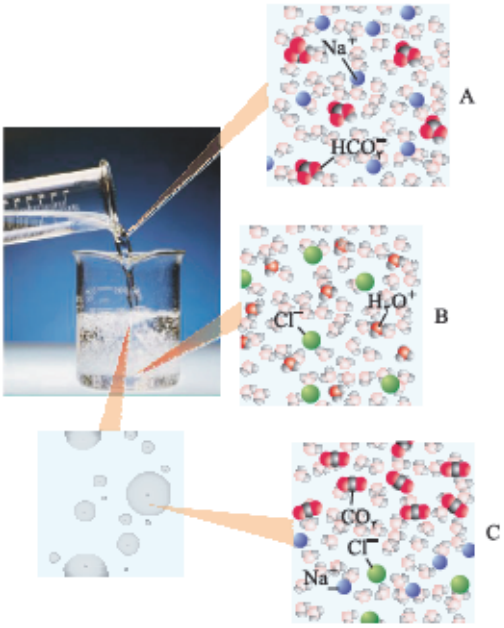
۱) نمکی محلول در آب است که محلول آبی آن، رنگ کاغذ pH را آبی می‌کند.

۲) نسبت شمار اتم‌ها به نوع عناصر در آن با این نسبت در وینیل کلرید برابر است.

۳) برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی چربی‌ها به شوینده‌ها اضافه می‌شود.

۴) هر ۲/۴ گرم از آن به تقریب می‌تواند ۱۶۷۰ میلی‌لیتر از اسید معده را خنثی کند.

۳۴۸- با توجه به شکل مقابل، کدام مطلب نادرست است؟



۱) مجموع ضرایب مواد شرکت‌کننده در واکنش پس از موازنه برابر ۵ است.

۲) یون‌های Na^+ و Cl^- در این واکنش به صورت دست‌نخورده باقی می‌مانند.

۳) محلول آبی واکنش‌دهندهٔ A می‌تواند به عنوان داروی ضداسید معده، مصرف شود.

۴) از واکنش ۱۰۰ میلی‌لیتر واکنش‌دهندهٔ B با $pH = 1$ با مقدار کافی A، ۴۴۸ میلی‌لیتر گاز CO_2 در شرایط STP تولید می‌شود.

۳۴۹- در بدن انسان بالغ روزانه ۳ لیتر شیرهٔ معده تولید می‌شود. با توجه به این‌که رسیدن pH معده به حدود ۲/۵ می‌تواند برای بدن مشکل ایجاد کند، بیشترین مقدار جوش‌شیرین که یک فرد بالغ می‌تواند روزانه مصرف کند، حدود چند گرم است؟ $(\log 3 = 0/5, Na = 23, O = 16, C = 12, H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۸/۶ ۲) ۶/۸ ۳) ۳/۴ ۴) ۴/۳

۳۵۰- کدام مطلب نادرست است؟

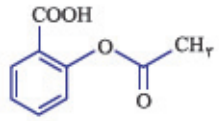
۱) مصرف غذاها و داروهای اسیدی می‌تواند سبب تشدید بیماری‌های معده شود.

۲) مصرف زیاد آسپرین می‌تواند سبب خونریزی معده شود.

۳) جوش‌شیرین خاصیت بازی دارد و از این رو می‌تواند با چربی‌ها واکنش داده و آن‌ها را به رسوب تبدیل کند.

۴) مصرف هر دارویی افزون بر خاصیت درمانی، می‌تواند عوارض جانبی هم داشته باشد.

۳۵۱- با توجه به فرمول ساختاری آسپرین چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟



- فرمول مولکولی آن $C_9H_8O_4$ است.
- دارای گروه‌های عامل استری و کربوکسیل است.
- می‌تواند با آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهد.
- شمار پیوندهای کووالانسی آن، ۲ واحد از شمار پیوندهای کووالانسی گلوکز بیشتر است.
- مصرف آن موجب کاهش pH شیرهٔ معده می‌شود.

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

۳۵۲- اگر هر قرص آسپرین بچه، حاوی ۸۰ میلی‌گرم آسپرین باشد، با مصرف ۳ قرص در روز به تقریب چه تعداد مولکول آسپرین وارد معدهٔ انسان می‌شود؟ $(O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) 4×10^{21} ۲) 8×10^{21} ۳) 8×10^{20} ۴) 4×10^{20}

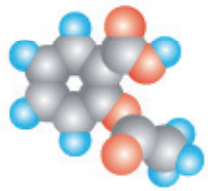
۳۵۳- کدام مطلب در مورد آسپرین، نادرست است؟ $(O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۴۰ درصد جرم آن را کربن تشکیل می‌دهد.

۲) شمار پیوندهای کووالانسی دوگانهٔ آن با شمار پیوندهای دوگانهٔ نفتالن برابر است.

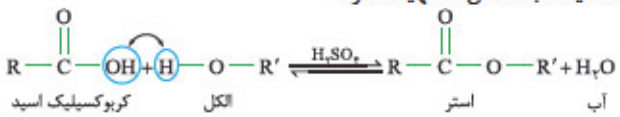
۳) یکی از گروه‌های عاملی آن در ترکیب آلی موجود در طعم آناناس هم وجود دارد.

۴) مدل فضاپرکن آن به صورت روبه‌رو است.

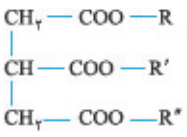


بریم سراغ ادامهٔ بحثمون!

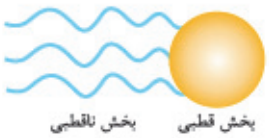
در شیمی یازدهم خواندیم که استرها را می‌توان از واکنش کربوکسیلیک اسیدها با الکل‌ها تهیه کرد:



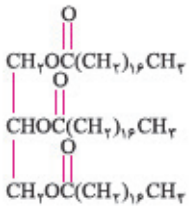
حالا با خیال راحت می‌تونیم چربی‌ها را تعریف کنیم: چربی‌ها، مخلوطی از اسیدهای چرب و استرهای بلندزنجیر (با جرم مولی زیاد) هستند. ساختار کلی استرهای بلندزنجیر که سه عامل استری دارند را می‌توان به صورت روبه‌رو نشان داد:



گروه $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-$ در این استرها، بخش قطبی و زنجیر بلند هیدروکربنی (R، R' و R'')، بخش ناقطبی مولکول آن‌ها را تشکیل می‌دهد؛ بنابراین می‌توان یک مولکول استر سه‌عاملی بلندزنجیر با جرم مولی زیاد (استر سنگین) را به صورت روبه‌رو نشان داد:



با توجه به زنجیر هیدروکربنی بلند در ساختار چربی‌ها، مولکول چربی‌ها ناقطبی‌اند و در آب حل نمی‌شوند. در ضمن نیروی بین مولکولی غالب در چربی‌ها از نوع وان‌درواسی است و *در آخر!* مولکول استر نشان داده شده در کتاب درسی *رو ببینید:*



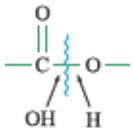
همان‌طور که می‌بینید، این مولکول چربی، دارای ۵۷ اتم کربن بوده و فرمول مولکولی آن $C_{57}H_{110}O_6$ است. *این فرمول براتون آشناست؟*؟ درست حدس زدید؛ در کتاب شیمی دهم، فرمول چربی ذخیره‌شده در کوهان شتر هم، همین بود!

حالا می‌توانیم جرم مولی این استر را حساب کنیم تا به سنگین‌بودنش *ایمان بیارید*

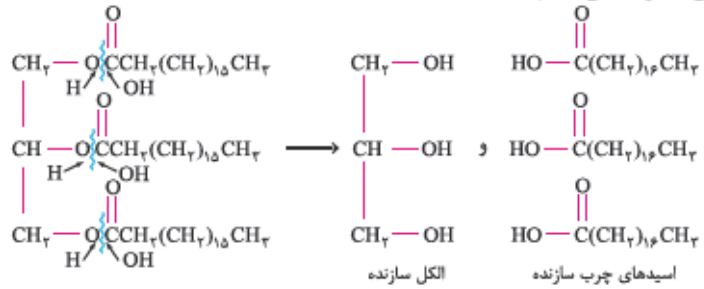
$(O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

$C_{57}H_{110}O_6$ جرم مولی $= 57(12)+110(1)+6(16)=890\ g.mol^{-1}$

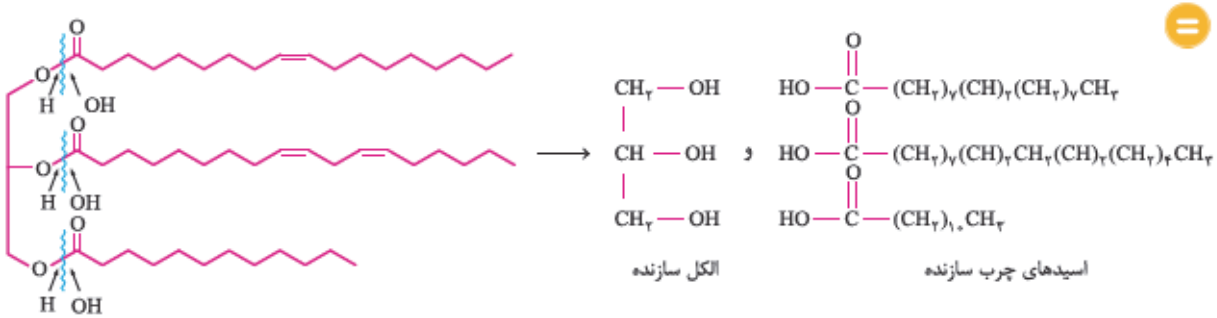
برای تشخیص اسیدهای چرب سازنده و الکل سازندهٔ یک استر، ابتدا پیوند یگانهٔ بین عامل کربونیل ($-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$) و اکسیژن را شکسته، سپس به عامل کربونیل، OH اضافه می‌کنیم تا اسید اولیه به دست آید. به همین صورت به اکسیژن، H اضافه می‌کنیم تا الکل اولیه حاصل شود.



حالا بیایید اسیدهای چرب و الکل سازندهٔ مولکول استر سنگین بالا را تعیین کنیم:



همان‌طور که می‌بینید، اسیدهای چرب سازندهٔ این چربی، همگی یکسان‌اند *ولی فب! می‌تونه این‌جوری هم نباشه!*



دیدیم که زنجیر هیدروکربنی در دو اسید چرب سازندهٔ این استر، سیرنشده و در یکی از آن‌ها سیرشده است.

اسیدهای چرب دارای گروه عاملی $-COOH$ هستند نه $-COH$!

۱۹- گزینهٔ «۴» فقط عبارت چهارم نادرست است. بخش ناقطبی این مولکول بر بخش قطبی آن غلبه دارد؛ بنابراین در آب که یک حلال قطبی است، حل نمی‌شود.

در مورد عبارت دوم هم دقت کنید که تعداد اتم‌های کربن اسید داده‌شده نسبت به اسید آلی موجود در سرکه یعنی استیک اسید (CH_3COOH) بیشتر است؛ بنابراین نیروهای بین مولکولی آن قوی‌تر بوده و در نتیجه نقطهٔ ذوب بالاتری دارد.

۲۰- گزینهٔ «۲» در کادر (۶)، ساختار کامل این اسید چرب را *رسم کردیم* و *گفتیم* فرمول مولکولی آن $C_{18}H_{36}O_2$ است. شمار پیوندهای کووالانسی این ترکیب را می‌توانید از روی ساختار و یا فرمول زیر تعیین کنید.

$$\text{شمار پیوندهای کووالانسی در ترکیب‌های آلی شامل اتم‌های C، H و O} = \frac{(\text{۲× شمار اتم‌های اکسیژن}) + (\text{۱× شمار اتم‌های هیدروژن}) + (\text{۴× شمار اتم‌های کربن})}{۲}$$

$$\text{شمار پیوندهای کووالانسی } C_{18}H_{36}O_2 = \frac{(18\times4)+(36\times1)+(2\times2)}{2} = ۵۶$$

بررسی سایر گزینه‌ها! گزینهٔ (۱): *این‌که پیزی نداره!*

گزینهٔ (۳): در ساختار این مولکول، تنها یک پیوند دوگانهٔ $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$ وجود دارد.

گزینهٔ (۴): ترکیب موردنظر دارای ۱۸ اتم کربن است و در نتیجه دارای ۱۷ پیوند کربن ـ کربن ($C-C$) است. از طرفی این مولکول دارای ۲ اتم اکسیژن است که هر کدام ۲ جفت‌الکترون ناپیوندی دارد.

$$\frac{\text{تعداد پیوند کربن ـ کربن}}{\text{تعداد جفت‌الکترون‌های ناپیوندی}} = \frac{17}{2\times2} = ۴/۲۵$$

۲۱- گزینهٔ «۲» بیایید همهٔ عبارت‌ها را *یکی‌یکی!* بررسی کنیم:

آ) چربی‌ها در مجموع ناقطبی هستند و نیروی بین مولکولی غالب در آن‌ها، وان‌درووالسی است.

ب) گروه استری ($-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-$) است، نه ($-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$)!

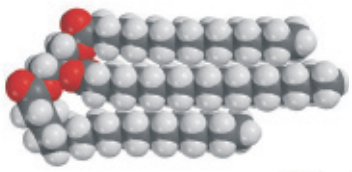
پ) اوره ($CO(NH_2)_2$) قطبی است و انحلال‌پذیری آن در آب بیشتر از حلال‌های ناقطبی مانند هگزان است.

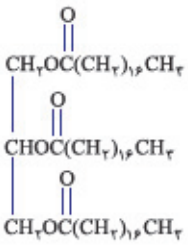
ت) *درسته! در کادر (۶) هم براتون مثال زدیم!*

۲۲- گزینهٔ «۴»

هرآن‌چه که باید دربارهٔ یک استر سنگین بدانید

در صفحهٔ ۵ کتاب درسی، ساختار یک استر سنگین *براتون آورده شده که می‌فهمیم آمارشو براتون دربیاریم!*[1]

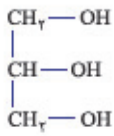




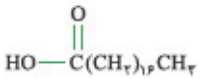
- دارای دو بخش قطبی (گروه‌های استری: $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-$) و ناقطبی (زنجیرهای هیدروکربنی) است.
- نیروی بین مولکولی غالب در آن از نوع واندروالسی است.
- به تنهایی در آب حل نمی‌شود، اما به‌کمک صابون می‌تواند در آب حل شود.
- دارای ۵۷ اتم کربن بوده و فرمول مولکولی آن $C_{57}H_{110}O_6$ است.
- در ساختار آن، ۱۷۵ پیوند اشتراکی (کووالانسی) وجود دارد.

$$\text{تعداد پیوندهای اشتراکی در ترکیب‌های آلی} = \frac{(\text{C تعداد}\times4)+(\text{H تعداد}\times1)+(\text{O تعداد}\times2)}{2} = \frac{(57\times4)+(110\times1)+(6\times2)}{2} = ۱۷۵$$

- الکل سازندهٔ آن، یک الکل سه‌عاملی با فرمول $C_3H_8O_3$ است.



- از یک نوع اسید چرب با زنجیر هیدروکربنی سیرشده ساخته شده که فرمول مولکولی آن $C_{18}H_{36}O_2$ است.



۱- *از اون‌جا که* شمارش اتم‌ها در مدل فضاپرکن داده‌شده در حاشیهٔ کتاب درسی سخت و *به نوعی ناممکنه*، ما شکل بهتر و واضح‌تری از مدل فضاپرکن این استر *رو براتون آوردیم*.

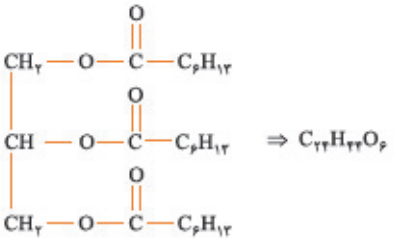
با توجه به کادر (۷)، دلیل درستی گزینه‌های (۱) و (۲) و نادرستی گزینهٔ (۴) *بر همگان آشکار است!*

در مورد گزینهٔ (۳): در شیمی یازدهم خواندیم که بوی آناناس به دلیل استری به نام اتیل بوتانوات است؛ یعنی ترکیب آلی بوی آناناس همانند مولکول داده‌شده، دارای گروه عاملی استری می‌باشد.

۲۳- گزینهٔ «۲» مولکول نشان داده شده دارای ۶ اتم اکسیژن و در نتیجه $۶ \times ۲ = ۱۲$ جفت‌الکترون ناپیوندی است، اما مجموع شمار اتم‌ها در اتیلن گلیکول ($C_۲H_۶O_۲$) برابر $۲+۶+۲ = ۱۰$ می‌باشد.

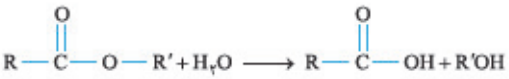
بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): *کاملاً درست!*

گزینهٔ (۳): اگر زنجیرهای هیدروکربنی R، R′ و R″ سیرشده، یعنی آلکیل ($C_nH_{۲n+۱}$) باشند و هر کدام دارای ۶ اتم کربن باشند، خواهیم داشت:



$\Rightarrow C_{۲۲}H_{۴۲}O_۶$

گزینهٔ (۴): در شیمی یازدهم خواندیم که ۱ مول از هر استر یک‌عاملی می‌تواند با ۱ مول آب واکنش داده و آبکافت شود.

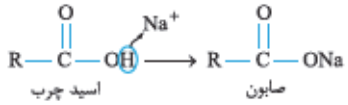


از آن‌جا که استر داده‌شده، دارای ۳ گروه عاملی استری است، هر مول از آن می‌تواند با ۳ مول آب واکنش دهد.

۲۴- گزینهٔ «۳»

صابون چیست؟

به نمک اسیدهای چرب، صابون می‌گویند. یکی از انواع صابون‌ها، صابون‌های سدیم است که می‌توان آن‌ها را با فرمول کلی RCOONa نشان داد که در آن، گروه R نشان‌دهندهٔ زنجیر هیدروکربنی بلند است. در واقع اگر هیدروژن گروه کربوکسیل (جلوتر متوجه خواهید شد که *می‌توانیم* به این هیدروژن، *بگیم* هیدروژن اسیدی!) یک اسید چرب را با Na^+ جایگزین کنیم، صابون سدیم به دست می‌آید.

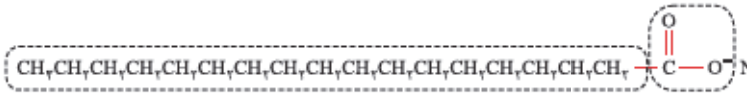


اگر R گروه آلکیل باشد، می‌توان نوشت:

$$\underset{\text{اسید چرب}}{C_nH_{۲n}O_۲} \longrightarrow \underset{\text{صابون}}{C_nH_{۲n}O_۲Na}$$

صابون‌های سدیم، جامدند. این صابون‌ها را از گرمادادن روغن‌های مختلف گیاهی یا جانوری مانند روغن زیتون، نارگیل، دنبه با سدیم هیدروکسید (NaOH) تهیه می‌کنند.

شکل زیر ساختار نوعی صابون جامد را نشان می‌دهد:



$(C_{۱۷}H_{۳۵}COO^-Na^+$ یا $C_{۱۸}H_{۳۵}O_۲^-Na^+)$

همان‌طور که می‌بینید، صابون جامد دارای یک جزء کاتیونی (Na^+) و یک جزء آنیونی ($R-C(=O)-O^-$) است.

جزء آنیونی صابون هم خودش دو بخش دارد:

۱ بخش زنجیر هیدروکربنی (R) که آب‌گریز و در نتیجه چربی‌دوست است و سر ناقطبی صابون را تشکیل می‌دهد.

۲ بخش دیگرِ جزء آنیونی، سر قطبی و آب‌دوست آن، یعنی « $-C(=O)-O^-$ » است.

صابون‌های مایع، نمک پتاسیم یا آمونیوم اسید چرب هستند.

صابون جامد: $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^-Na^+$

صابون مایع: $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^-K^+$ و $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^-NH_4^+$

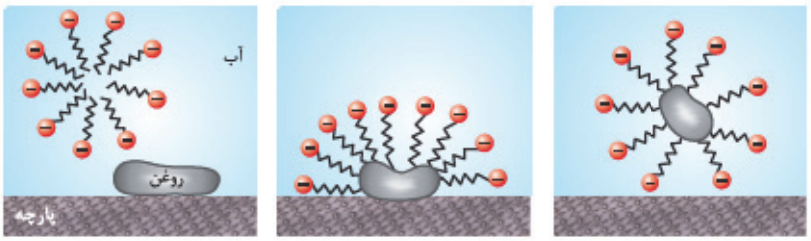
حالا ببینیم صابون چه‌جوری مواد چرب رو پاک می‌کنه؟!

چرک لباس و پوست بدن بیشتر از جنس چربی است. چربی *(که ناقطبی است!)* و آب *(که قطبی است!)* در حالت عادی در یکدیگر حل نمی‌شوند؛ به همین دلیل آب به تنهایی نمی‌تواند همهٔ این چربی‌ها را جدا کند. *این‌جاست که صابون به داد ما می‌رسه!*

وقتی صابون وارد آب می‌شود، به علت ایجاد جاذبهٔ قوی یون ـ دوقطبی بین صابون و مولکول‌های آب، جزء کاتیونی (+) و آنیونی (−) صابون از هم جدا می‌شوند *(در این‌جا با جزء کاتیونی صابون فداقطبی می‌کنیم)*، چون دیگر نقشی در پاک‌کنندگی ندارد!).

حالا بخش آب‌گریز یا ناقطبی جزء آنیونی صابون به مولکول‌های ناقطبی چربی می‌چسبد (جاذبه‌های وان‌دروالسی بین مولکول‌های ناقطبی) و بخش قطبی یا آب‌دوست آن هم در آب حل می‌شود (جاذبهٔ یون ـ دوقطبی بین سر آب‌دوست صابون و مولکول‌های آب)؛ پس مولکول‌های[1] صابون مانند پلی بین مولکول‌های آب و چربی قرار می‌گیرند. به این ترتیب صابون می‌تواند مخلوط پایداری از چربی‌ها را در آب ایجاد کند *تا ما از شر چرک و چربی نشسته روی لباس و پوست بدن خلاص شیم!*

شکل زیر، مراحل پاک‌شدن یک لکهٔ چربی روی لباس را در آب و صابون نشان می‌دهد.

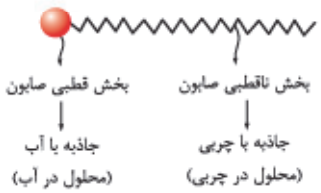


ـ مرحلهٔ اول ـ حل‌شدن صابون در آب (برقراری جاذبه بین بخش قطبی (آب‌دوست) صابون و آب)

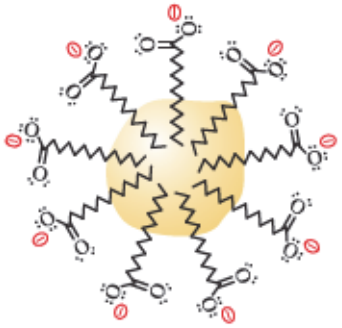
ـ مرحلهٔ دوم ـ حل‌شدن صابون در چربی (برقراری جاذبه بین بخش ناقطبی صابون و چربی)

ـ مرحلهٔ سوم ـ پخش‌شدن چربی در آب توسط صابون (پاک‌شدن لکهٔ چربی)

۲ در شکل بالا، نماد ∿∿● نشان‌دهندهٔ صابون است.



با توجه به این‌که بخش ناقطبی صابون با چربی جاذبه برقرار می‌کند، بخش ناقطبی صابون داخل قطرهٔ چربی قرار دارد. از طرفی بخش قطبی صابون که دارای بار منفی است، با آب جاذبه برقرار می‌کند؛ پس سطح بیرونی قطرهٔ چربی، **دارای بار منفی است.**



همان‌طور که دیدیم، صابون، هم در چربی و هم در آب حل می‌شود؛ به طوری که:

آ) هرگاه مقداری از صابون را در آب بریزیم و مخلوط آن دو را هم بزنیم، ذره‌های سازندهٔ صابون در آب حل شده و لابه‌لای مولکول‌های آب پخش می‌شوند.

ب) هرگاه مقداری صابون مایع را در روغن بریزیم و مخلوط آن دو را هم بزنیم، مخلوطی مانند شکل به دست می‌آید.

فرمول کلی صابون‌های جامد (نمک سدیم اسیدهای چرب) را می‌توان به صورت **RCOONa** نشان داد.

۱- اگر دقت کرده باشید با وجود دو جزء کاتیونی و آنیونی در صابون، در کتاب درسی به جای عبارت ترکیب یونی برای صابون، از واژهٔ «مولکول» استفاده شده است. *حالا اگه گفتین چرا؟* قسمت عمدهٔ صابون را زنجیر هیدروکربنی (بخش آب‌گریز) تشکیل می‌دهد و *به‌همراه* این جاذبهٔ یونی بین کاتیون و آنیون در مقایسه با این ساختار مولکولی بزرگ *به چشم نمیاد!* به همین خاطر صابون را مولکول در نظر می‌گیرند؛ *تازه!* صابون برخلاف ترکیب‌های یونی، سخت و شکننده نیست!

۲۵- گزینهٔ «۲» عبارت‌های دوم و سوم درست‌اند.

- جزء آنیونی این صابون دارای ۱۸ اتم کربن بوده و فرمول شیمیایی آن $C_{18}H_{35}O_2^-$ است.
- ترکیب نشان داده شده، دارای ۳۵ اتم هیدروژن و در نتیجه ۳۵ پیوند $C-H$ است. از طرفی مادهٔ اصلی سازندهٔ بنزین آلکانی با ۸ اتم کربن یعنی C_8H_{18} است که ۷ پیوند $C-C$ دارد. $\frac{35}{7}=5$

در شیمی یازدهم و شیمی پایهٔ (جامع) خیلی‌سبز *پوتون گفتیم*، از آن‌جا که هر اتم هیدروژن، یک پیوند اشتراکی تشکیل می‌دهد، تعداد پیوندهای کربن ـ هیدروژن در آلکان‌ها و آلکیل‌ها با شمار اتم‌های هیدروژن آن ترکیب برابر است. هم‌چنین هر آلکان با n اتم کربن، دارای $2n-1$ پیوند کربن ـ کربن است.

- ترکیب داده‌شده: $C_{18}H_{35}O_2Na \Rightarrow \frac{\text{شمار اتم‌های هیدروژن}}{\text{شمار اتم‌های کربن}}=\frac{35}{18}$
- روغن زیتون: $C_{57}H_{104}O_6 \Rightarrow \frac{\text{شمار اتم‌های هیدروژن}}{\text{شمار اتم‌های کربن}}=\frac{104}{57}$

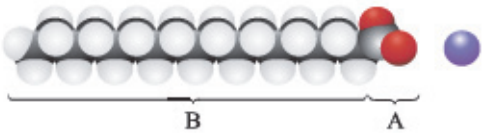
$\Rightarrow \frac{35}{18}>\frac{104}{57}$

برای اثبات درستی نامساوی بالا، می‌توانید ۳۵ را در ۵۷ ضرب کنید و ببینید که از 18×104 *بزرگ‌تره! این رابطهٔ ریاضی برای اعداد بزرگ‌تر از صفر همیشه برقراره.*

$$\frac{A}{B}>\frac{C}{D} \iff AD>BC$$

- بخش ناقطبی صابون (زنجیر هیدروکربنی) فقط در چربی حل می‌شود. *اون کل صابونه* که هم در چربی و هم در آب حل می‌شود.

تمرین با توجه به شکل زیر که ساختار یک نمونه صابون جامد را نشان می‌دهد، چند مورد از عبارت‌های داده‌شده درست‌اند؟



آ) این صابون را می‌توان با فرمول کلی $RCOONa$ نمایش داد که در آن، R شامل ۱۸ اتم کربن است.

ب) در ساختار این صابون تنها یک پیوند دوگانه وجود دارد.

پ) زنجیر هیدروکربنی این صابون، سیرشده و بدون شاخهٔ فرعی است.

ت) B بخش آب‌گریزِ جزء آنیونی صابون را نشان می‌دهد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۶- گزینهٔ «۴» *در صورت هرگونه شک و شبهه‌ای! کادر (۸) منتظر شماست!*

۲۷- گزینهٔ «۲» عبارت‌های دوم، سوم و پنجم درست‌اند.

- بخش آب‌دوست صابون (CO_2^-) فقط یک اتم کربن دارد؛ در حالی که بخش آب‌گریز آن (زنجیر هیدروکربنی) دارای شمار اتم‌های کربن بیشتری است.
- درستی این عبارت را در کادر (۸) و یا صفحهٔ ۸ کتاب درسی پیدا می‌کنید.
- بخش چربی‌دوست، ناقطبی است و گشتاور دوقطبی آن بسیار ناچیز و در حدود صفر است.
- فرمول شیمیایی اوره به صورت $CO(NH_2)_2$ است و در آب حل می‌شود؛ بنابراین مخلوط آب و اوره هم مانند مخلوط آب و صابون، همگن و یکنواخت است.
- درستی این جمله را در کادر (۸) و یا صفحهٔ ۶ کتاب درسی پیدا می‌کنید.

۲۸- گزینهٔ «۲» عبارت‌های اول، سوم و چهارم درست‌اند. (B) نمایش کلی یک استر سنگین است که فقط در چربی حل می‌شود.

۲۹- گزینهٔ «۲» جزء آنیونی صابون (یعنی مجموع دو بخش A و B) نقش پاک‌کنندگی صابون را بر عهده دارد. بخش ناقطبی یا همان زنجیر هیدروکربنی آن (در این‌جا A) آب‌گریز است و به مولکول‌های چربی می‌چسبد. بخش باردار آن یا همان گروه $(-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^-)$ (در این‌جا B) آب‌دوست است و باعث پخش‌شدن چربی‌ها در آب می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها! گزینهٔ (۱): نمک پتاسیم اسید چرب، صابون مایع است نه جامد!

گزینهٔ (۳): یک H ناقابل کم *داره!* فرمول کلی این ترکیب $C_{17}H_{35}COO^-K^+$ است.

گزینهٔ (۴): بین سر آب‌دوست (B یا همان $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^-$) و سر آب‌گریز ($A$ یا همان زنجیر هیدروکربنی) پیوند کووالانسی وجود دارد، نه یونی! (پیوند یونی بین جزء کاتیونی و آنیونی صابون است.)

۳۰- گزینهٔ «۴» ترکیب‌هایی مانند صابون که هم در چربی و هم در آب حل می‌شوند، می‌توانند کاری کنند آب و چربی که در حالت عادی به طور مجزا روی یکدیگر قرار گرفته‌اند (مانند شکل (I))، در هم پخش شوند (مانند شکل (II)).

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): اتیلن گلیکول در آب حل می‌شود و مخلوط این دو ماده یک مخلوط همگن است؛ در حالی که با توجه به شکل (I)، A و B، یک مخلوط ناهمگن را تشکیل می‌دهند.

گزینهٔ (۲): مخلوط ید (I_2) در هگزان (C_6H_{14}) یک مخلوط همگن است نه ناهمگن!

گزینهٔ (۳): از دو مادهٔ A و B موجود در ظرف (I)، یکی قطبی و دیگری ناقطبی است. اسید چرب فقط در مادهٔ ناقطبی حل می‌شود و ما مجدداً یک مخلوط ناهمگن خواهیم داشت.

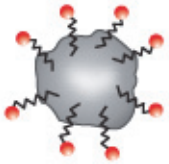
۳۱- گزینهٔ «۲»

آ) A، جزء آنیونی صابون را نشان می‌دهد؛ زیرا دارای یک بخش قطبی (●) و یک بخش ناقطبی (〰) است.

ب) *درسته!* زنجیر هیدروکربنی (〰)، بخش ناقطبی و چربی‌دوست صابون است. *قلب! واقعه* که بخش چربی‌دوست، با مولکول‌های چربی جاذبهٔ وان‌دروالسی برقرار می‌کند.

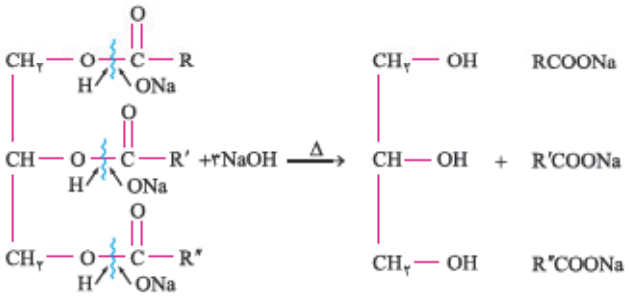
پ) CO_2^- بخش قطبی و آب‌دوست صابون را تشکیل می‌دهد.

ت) صابون از بخش ناقطبی خود (〰) با مولکول‌های چربی جاذبه برقرار می‌کند. در شکل نشان داده شده، بخش قطبی صابون (●) وارد لکهٔ چربی شده است *که غلطه! شکل درستش این‌جوری می‌شه*



۳۲- گزینهٔ «۱» ترکیب A، همان الکل سازندهٔ استر داده‌شده است.

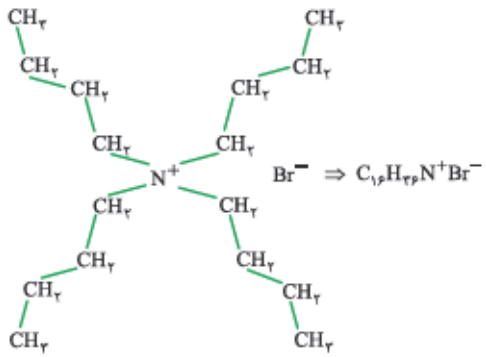
همان‌طور که می‌بینید فرمول مولکولی این ترکیب، $C_4H_8O_2$ است. این ترکیب، یک الکل سه‌عاملی است و دارای سه گروه هیدروکسیل (—OH) می‌باشد. این ماده قطبی است و انحلال‌پذیری آن در حلال قطبی آب بیشتر از هگزان می‌باشد. در ضمن مانند اتیلن گلیکول (الکل دوعاملی) می‌تواند با آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهد.



۳۳- گزینهٔ «۲» ترکیب داده‌شده، دارای ۳۶ اتم هیدروژن است

و نه ۳۸تا!

این ترکیب مانند صابون دارای دو بخش آب‌دوست و آب‌گریز است و می‌تواند در حلال‌های ناقطبی مانند هگزان و یا در چربی و هم‌چنین در آب که یک حلال قطبی است، حل شود.



۳۴- گزینهٔ «۲» می‌دانیم که فرمول کلی آلکیل‌ها به صورت C_nH_{2n+1} است. به این ترتیب خواهیم داشت:

فرمول کلی صابون: $RCOONa \xrightarrow{R:C_{15}H_{31}} C_{15}H_{31}COONa$ یا $C_{16}H_{31}O_2Na$

۳۵- گزینهٔ «۴» فرمول کلی کربوکسیلیک اسیدها به صورت $RCOOH$ است که در آن، R می‌تواند زنجیر آلکیلی با فرمول «C_nH_{2n+1}» باشد؛

بنابراین خواهیم داشت: $R = \text{آلکیل دارای ۱۴ اتم کربن} = C_{14}H_{29}$

$RCOOH \Rightarrow C_{14}H_{29}COOH \xrightarrow{\text{صابون به دست آمده با جایگزین‌کردن } Na^+ \text{ به جای H اسید}} C_{14}H_{29}COONa$

$C_{14}H_{29}COONa$ جرم مولی $= 14(12)+29(1)+12+2(16)+23 = 168+29+12+32+23 = 264\ g.mol^{-1}$

$$\text{تعداد مول NaOH} = \text{غلظت مولی (L)} \times \text{حجم محلول} = ۱ \times \frac{۱۰۰}{۱۰۰۰} = ۰/۱\ \text{mol}$$

$$۰/۱\ \text{mol NaOH} \times \frac{۱\ \text{mol}\ SO_۳}{۲\ \text{mol NaOH}} = ۰/۰۵\ \text{mol}\ SO_۳$$

حالا ببینیم به ازای مصرف چند گرم آلومینیم سولفات خالص، ۰/۰۵ مول $SO_۳$ تولید می‌شود:

$$۰/۰۵\ \text{mol}\ SO_۳ \times \frac{۱\ \text{mol}\ Al_۲(SO_۴)_۳}{۳\ \text{mol}\ SO_۳} \times \frac{۳۴۲\ \text{g}\ Al_۲(SO_۴)_۳\ \text{خالص}}{۱\ \text{mol}\ Al_۲(SO_۴)_۳} = ۵/۷\ \text{g}\ Al_۲(SO_۴)_۳\ \text{خالص}$$

$$\text{درصد خلوص}\ Al_۲(SO_۴)_۳ = \frac{\text{جرم}\ Al_۲(SO_۴)_۳\ \text{خالص}}{\text{جرم}\ Al_۲(SO_۴)_۳\ \text{ناخالص}} \times ۱۰۰ = \frac{۵/۷}{۷/۱۲۵} \times ۱۰۰ = ٪۸۰$$

دیگه تموم شد.

۳۳۳- گزینهٔ «۴» معادلهٔ واکنش انجام‌شده به صورت روبه‌رو است: $NaClO(aq) + ۲HCl(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + Cl_۲(g) + H_۲O(l)$

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۱}\ \text{mol L}^{-۱}$$

$$[H^+] = [HCl] \Longrightarrow [HCl] = ۱۰^{-۱}\ \text{mol L}^{-۱}$$

$$\text{تعداد مول HCl} = (M) \text{غلظت مولی} \times (V) \text{حجم برحسب لیتر} = ۱۰^{-۱}(\text{mol L}^{-۱}) \times ۵(L) = ۰/۵\ \text{mol}$$

$$۰/۵\ \text{mol HCl} \times \frac{۱\ \text{mol}\ Cl_۲}{۲\ \text{mol HCl}} \times \frac{۲۵\ \text{L}\ Cl_۲}{۱\ \text{mol}\ Cl_۲} = ۶/۲۵\ \text{L}\ Cl_۲$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰ \Longrightarrow ۸۰ = \frac{\text{مقدار عملی}}{۶/۲۵} \times ۱۰۰ \Longrightarrow \text{مقدار عملی} = ۵\ \text{L}\ Cl_۲$$

۳۳۴- گزینهٔ «۲» واکنش محلول نیتریک اسید با سدیم هیدروکسید *این‌طوری‌است:* $HNO_۳ + NaOH \longrightarrow NaNO_۳ + H_۲O$

$$[HNO_۳] = [H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۱/۳} = ۱۰^{-۲} \times ۱۰^{۰/۷} \xrightarrow[۱۰^{۰/۷}=۵]{\log ۵ = ۰/۷} [HNO_۳] = ۵ \times ۱۰^{-۲}\ \text{mol L}^{-۱}$$

$$\text{تعداد مول}\ HNO_۳ = ۵ \times ۱۰^{-۲}\ \text{mol L}^{-۱} \times ۵\ \text{L} = ۰/۲۵\ \text{mol}$$

با توجه به معادلهٔ واکنش به ازای مصرف ۰/۲۵ مول $HNO_۳$، ۰/۲۵ مول نمک $(NaNO_۳)$ تولید می‌شود. *حالا بریم سراغ معادلهٔ موازنه‌شدهٔ این نمک،*

$$۲NaNO_۳ \longrightarrow ۲NaNO_۲ + O_۲$$

$$۰/۲۵\ \text{mol}\ NaNO_۳ \times \frac{۱\ \text{mol}\ O_۲}{۲\ \text{mol}\ NaNO_۳} \times \frac{۲۲/۴\ \text{L}\ O_۲}{۱\ \text{mol}\ O_۲} = ۲/۸\ \text{L}\ O_۲$$

۳۳۵- گزینهٔ «۳» اول باید با توجه به اطلاعات داده‌شده دربارهٔ واکنش HCl با فلز روی، غلظت محلول HCl را به دست آوریم:

$$Zn(s) + ۲HCl(aq) \longrightarrow ZnCl_۲(aq) + H_۲(g)$$

$$۵۶۰\ \text{mL}\ H_۲ \times \frac{۱\ \text{mol}\ H_۲}{۲۲۴۰۰\ \text{mL}\ H_۲} \times \frac{۲\ \text{mol HCl}}{۱\ \text{mol}\ H_۲} = ۰/۰۵\ \text{mol HCl}$$

$$\text{غلظت مولی محلول HCl} = \frac{\text{مول HCl}}{\text{حجم محلول (L)}} = \frac{۰/۰۵\ \text{mol}}{۰/۲\ \text{L}} = ۰/۲۵\ \text{mol L}^{-۱}$$

حالا باید ببینیم ۳۰۰ میلی‌لیتر محلول HCl با غلظت $۰/۲۵\ \text{mol L}^{-۱}$ با چند گرم سدیم هیدروکسید ٪۸۰ خالص واکنش می‌دهد:

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_۲O$$

$$۳۰۰\ \text{mL HCl(aq)} \times \frac{۱\ \text{L HCl(aq)}}{۱۰۰۰\ \text{mL HCl(aq)}} \times \frac{۰/۲۵\ \text{mol HCl}}{۱\ \text{L HCl(aq)}} \times \frac{۱\ \text{mol NaOH}}{۱\ \text{mol HCl}} \times \frac{۴۰\ \text{g NaOH}_{\text{خالص}}}{۱\ \text{mol NaOH}} \times \frac{۱۰۰\ \text{g NaOH}_{\text{ناخالص}}}{۸۰\ \text{g NaOH}_{\text{خالص}}}$$

$$= ۳/۷۵\ \text{g NaOH}_{\text{ناخالص}}$$

۳۳۶- گزینهٔ «۴» در ۵ تن از این پساب، $۵ \times ۰/۰۸ = ۰/۴$ گرم NaOH وجود دارد. تعداد مول HCl برای خنثی‌کردن این مقدار سدیم هیدروکسید برابر است با:

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_۲O$$

$$۰/۴\ \text{g NaOH} \times \frac{۱\ \text{mol NaOH}}{۴۰\ \text{g NaOH}} \times \frac{۱\ \text{mol HCl}}{۱\ \text{mol NaOH}} = ۰/۰۱\ \text{mol HCl}$$

حالا ببینیم در چند گرم محلول HCl با $pH = ۲/۳$، ۰/۰۱ مول HCl وجود دارد:

$$[HCl] = [H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۲/۳} = ۱۰^{-۳} \times ۱۰^{۰/۷} \xrightarrow[۱۰^{۰/۷}=۵]{\log ۵ = ۰/۷} [HCl] = ۵ \times ۱۰^{-۳}\ \text{mol L}^{-۱}$$

اگر جرم محلول را برابر a گرم در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$\text{چگالی محلول} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow ۱/۰۲\ g.mL^{-۱} = \frac{a}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow \text{حجم محلول} = \frac{a}{۱/۰۲}mL = \frac{a}{۱۰۰۰\times ۱/۰۲}L = \frac{a}{۱۰۲۰}L$$

$$\text{غلظت محلول HCl} = \frac{\text{مول HCl}}{\text{حجم محلول}} \Rightarrow ۵\times ۱۰^{-۳} = \frac{۰/۰۱}{\frac{a}{۱۰۲۰}} \Rightarrow ۵\times ۱۰^{-۳}\times a = ۰/۰۱\times ۱۰۲۰ \Rightarrow a = ۲۰۴۰\ g$$

۳۳۷- گزینهٔ «۳» ابتدا pH محلول اولیهٔ باریم هیدروکسید را به دست می‌آوریم: $[OH^-]_{\text{اولیه}} = ۲[Ba(OH)_۲] = ۲\times ۰/۲ = ۰/۴\ mol.L^{-۱}$

$$[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [H^+] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۴\times ۱۰^{-۱}} = \frac{۱}{۴}\times ۱۰^{-۱۳} = ۲۵\times ۱۰^{-۱۵}\ mol.L^{-۱}$$

$$pH_{\text{اولیه}} = -\log[H^+] = -\log ۲۵\times ۱۰^{-۱۵} = ۱۵ - \log ۲۵ = ۱۵ - \log ۵^۲ = ۱۵ - ۲\log ۵ = ۱۵ - ۲\times (۰/۷) = ۱۳/۶$$

با اضافه‌شدن مقداری اسید A، pH ۲ واحد کم شده است؛ یعنی pH شده ۱۱/۶. حالا غلظت OH^- درون این محلول را حساب می‌کنیم:

$$[H^+] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۱۱/۶} \Rightarrow [H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [OH^-] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۱۰^{-۱۱/۶}} = ۱۰^{-۲/۴} = ۱۰^{-۳}\times ۱۰^{۰/۶} = ۱۰^{-۳}\times (۱۰^{۰/۳})^۲$$

$$\xrightarrow[۱۰^{۰/۳}=۲]{\log ۲ = ۰/۳} [OH^-]_{\text{نهایی}} = ۴\times ۱۰^{-۳}\ mol.L^{-۱}$$

غلظت اولیه و نهایی OH^- را داریم و می‌توانیم تغییر غلظت آن را حساب کنیم:

$$[OH^-]_{\text{اولیه}} - [OH^-]_{\text{نهایی}} = ۴\times ۱۰^{-۱} - ۴\times ۱۰^{-۳} = ۰/۳۹۶\ mol.L^{-۱}$$

با توجه به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول، تعداد مول‌های OH^- برابر است با:

$$۰/۵\ \cancel{L}\times \frac{۰/۳۹۶\ mol\ OH^-}{۱\ \cancel{L}} = ۰/۱۹۸\ mol\ OH^-$$

یعنی در واکنش کربوکسیلیک اسید A با باریم هیدروکسید، ۰/۱۹۸ مول OH^- مصرف شده است و از آن‌جا که اسید A تک‌ظرفیتی می‌باشد، می‌توانیم بگوییم که ۰/۱۹۸ مول کربوکسیلیک اسید که معادل با ۱۷/۴۲۴ گرم اسید است، در واکنش مصرف شده است؛ پس:

گرم اسید		مول اسید
۱۷/۴۲۴	⟶	۰/۱۹۸
x	⟶	۱

$$\Rightarrow x = \frac{۱۷/۴۲۴}{۰/۱۹۸} = ۸۸\ g$$

به این ترتیب جرم مولی اسید موردنظر ما ۸۸ گرم است که می‌شه بوتانوئیک اسید.

$$\text{جرم مولی کربوکسیلیک اسید } (C_nH_{۲n}O_۲) = ۸۸ \Rightarrow ۱۲n + ۲n + ۳۲ = ۸۸ \Rightarrow ۱۴n + ۳۲ = ۸۸ \Rightarrow ۱۴n = ۵۶ \Rightarrow n = ۴$$

در صورت سؤال آمده که الکل سازندهٔ این استر، اتانول است.

$$\underset{\text{بوتانوئیک اسید}}{C_۴H_۸O_۲} + \underset{\text{اتانول}}{C_۲H_۵OH} \rightleftharpoons \underset{\text{استر (اتیل بوتانوات)}}{C_۶H_{۱۲}O_۲} + H_۲O$$

۳۳۸- گزینهٔ «۴»

شیرهٔ معده و ضد اسیدها!

۵۱

همان‌طور که می‌دانید، معده برای گوارش غذا به اسید نیاز دارد. خوردن غذا باعث می‌شود که غده‌های موجود در دیوارهٔ معده، هیدروکلریک اسید (HCl) ترشح کنند.

در بدن انسان بالغ روزانه بین ۲ تا ۳ لیتر شیرهٔ معده، تولید می‌شود که غلظت یون هیدرونیوم در آن حدود $۰/۰۳\ mol.L^{-۱}$ است؛ یعنی pH شیرهٔ معده حدود ۱/۵ می‌باشد.

$$[H^+] = [HCl] = ۰/۰۳\ mol.L^{-۱} \Rightarrow pH = -\log[H^+] = -\log ۰/۰۳ = -\log(۳\times ۱۰^{-۲}) = ۲ - \log ۳ = ۲ - ۰/۵ = ۱/۵$$

پس درون معده یک محیط بسیار اسیدی است، به طوری که می‌تواند فلز روی (Zn) را در خود حل کند.

$$Zn(s) + ۲HCl(aq) \longrightarrow ZnCl_۲(aq) + H_۲(g)$$

دیوارهٔ داخلی معده هم به طور طبیعی مقدار کمی از یون‌های هیدرونیوم را جذب می‌کند که *متأسفانه!* باعث نابودی سلول‌های سازندهٔ دیوارهٔ معده می‌شود (در این شرایط در هر دقیقه حدود ۰/۵ میلیون سلول از بین می‌رود). حالا اگر مقدار اسید معده به هر دلیل بیش از اندازه باشد، شمار یون‌های H^+ جذب‌شده توسط سلول‌های دیوارهٔ معده افزایش یافته و باعث درد، التهاب و گاهی خونریزی معده می‌شود.

یکی از راه‌های درمان و کاهش درد معده، استفاده از ضداسیدها است که توسط پزشکان تجویز می‌شود. همان‌طور که اسم ضداسیدها *داره داد می‌زنه!* این مواد خاصیت بازی دارند و می‌توانند با اسید معده واکنش داده و آن را خنثی کنند.

شیر منیزی یکی از رایج‌ترین ضداسیدها است که شامل منیزیم هیدروکسید است. این دارو مطابق معادلهٔ زیر با اسید معده واکنش می‌دهد و باعث کاهش اسید معده می‌شود.

$$2HCl(aq) + Mg(OH)_2(s) \longrightarrow MgCl_2(aq) + 2H_2O(l)$$

و در آخر چند نکته:

۱) در زمان استراحت که خبری از خوردن غذا و ترشح هیدروکلریک اسید نیست، غلظت یون هیدرونیوم معده کاهش می‌یابد. در این حالت pH معده حدود ۳/۷ و در نتیجه غلظت یون هیدرونیوم $2/5\times10^{-4}$ مولار است.

$$[H^+]=10^{-pH}=10^{-3/7}=10^{-4}\times10^{0/3} \xrightarrow[10^{0/3}=2]{\log 2=0/3} [H^+]=2\times10^{-4}\ mol.L^{-1}$$

۲) علاوه بر شیر منیزی، ضداسیدهای دیگری هم وجود دارند که مواد مؤثر آن‌ها به صورت زیر است:

آ) در برخی ضداسیدها، مادهٔ مؤثر، سدیم هیدروژن‌کربنات ($NaHCO_3$) یا همان جوش‌شیرین است.

ب) در برخی ضداسیدها، مادهٔ مؤثر مخلوطی از جوش‌شیرین ($NaHCO_3$) و آلومینیم هیدروکسید ($Al(OH)_3$) است.

پ) در برخی ضداسیدها، مادهٔ مؤثر مخلوطی از منیزیم هیدروکسید ($Mg(OH)_2$) و آلومینیم هیدروکسید ($Al(OH)_3$) است.

۳) با توجه به این‌که شما *تازه!* با فرمول جوش‌شیرین آشنا شدید، *خواستون* به یون هیدروژن‌کربنات (HCO_3^-) هم در فرمول‌نویسی و نام‌گذاری ترکیب‌های یونی باشد.

کلسیم هیدروژن‌کربنات: $Ca^{2+}\ HCO_3^- \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2$

۴) با توجه به این‌که سدیم هیدروژن‌کربنات (جوش‌شیرین) یک ضداسید است، نتیجه می‌گیریم که محلول سدیم هیدروژن‌کربنات خاصیت بازی دارد. به همین دلیل برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی شوینده‌ها، به آن‌ها جوش‌شیرین اضافه می‌کنند؛ زیرا این مادهٔ بازی می‌تواند با چربی‌ها واکنش داده و صابون تولید کند:

$$RCOOH + NaHCO_3 \longrightarrow RCOONa + H_2CO_3$$

۳۳۹- گزینهٔ «۱» غلظت یون هیدرونیوم درون معده $0/03\ mol.L^{-1}$ است. حالا ببینیم غلظت این یون در بزاق دهان *چقده!*

$$[H^+]=10^{-pH}=10^{-6/7}=10^{-7}\times10^{0/3} \xrightarrow[10^{0/3}-2]{\log 2=0/3} [H^+]=2\times10^{-7}\ mol.L^{-1}$$

$$\frac{[H^+]_{معده}}{[H^+]_{بزاق\ دهان}}=\frac{3\times10^{-2}}{2\times10^{-7}}=1/5\times10^{5}=15\times10^{4}$$

۳۴۰- گزینهٔ «۴» غلظت H^+ معده در هنگام غذاخوردن برابر $0/03\ mol.L^{-1}$ است. از طرفی در کادر (۵۱) *براتون* حساب کردیم که غلظت H^+ در زمان استراحت برابر $2\times10^{-4}\ mol.L^{-1}$ است؛ به این ترتیب خواهیم داشت:

$$\frac{3\times10^{-2}}{2\times10^{-4}}=1/5\times10^{2}=150$$

۳۴۱- گزینهٔ «۳» درستی عبارت‌های (ب) و (پ) را در کادر (۵۱) پیدا می‌کنید. *بریم سراغ بررسی عبارت‌های نادرست:*

آ) *اتفاقاً برعکس!* جذب یون‌های H^+ توسط دیوارهٔ معده باعث نابودی سلول‌های دیوارهٔ معده می‌شود و اگر این یون‌های جذب‌شده *از یه حدی* بیشتر شود، باعث درد، التهاب و خونریزی معده می‌شود.

ت) خواندیم که غلظت یون هیدرونیوم در شیرهٔ معده، $0/03\ mol.L^{-1}$ است؛ پس می‌توان گفت در هر لیتر شیرهٔ معده، ۰/۰۳ مول HCl (جوهرنمک) وجود دارد:

$$0/03\ mol\,HCl\times\frac{36/5\ g\ HCl}{1\ mol\,HCl}=1/095\simeq 1\ g\ HCl$$

۳۴۲- گزینهٔ «۲» *اول از همه!* معادلهٔ واکنش:

$$Zn(s)+2HCl(aq) \longrightarrow ZnCl_2(aq)+H_2(g)$$

غلظت HCl در معدهٔ انسان، $0/03\ mol.L^{-1}$ است؛ به این ترتیب خواهیم داشت:

$$2\ L\,HCl(aq)\times\frac{0/03\ mol\,HCl}{1\ L\,HCl(aq)}\times\frac{1\ mol\,Zn}{2\ mol\,HCl}\times\frac{65\ g\ Zn}{1\ mol\,Zn}=1/95\ g\ Zn$$

۳۴۳- گزینهٔ «۱» همهٔ مطالب داده‌شده درست‌اند.

$$2HCl(aq)+Mg(OH)_2(s)\longrightarrow MgCl_2(aq)+2H_2O(l)$$

- مجموع ضرایب مواد در این واکنش برابر ۶ است. از طرفی ضداسیدی که حاوی فلز قلیایی است، جوش‌شیرین با فرمول $NaHCO_3$ است که دارای ۶ اتم می‌باشد.
- **بله!** $MgCl_2$ در آب محلول است.
- **روش اول** استفاده از کسر تبدیل:

$$14/5\,g\,Mg(OH)_2\times\frac{1\,mol\,Mg(OH)_2}{58\,g\,Mg(OH)_2}\times\frac{2\,mol\,HCl}{1\,mol\,Mg(OH)_2}\times\frac{36/5\,g\,HCl}{1\,mol\,HCl}=18/25\,g\,HCl$$

روش دوم استفاده از تناسب:

گرم $Mg(OH)_2$	گرم HCl
ضریب × جرم مولی	ضریب × جرم مولی
مقدار داده‌شده	x

$$\Rightarrow\begin{array}{|cc|}\hline \text{گرم } Mg(OH)_2 & \text{گرم } HCl\\ 1\times58 & 2\times36/5\\ 14/5 & x\\ \hline\end{array}\Rightarrow x=\frac{2\times36/5\times14/5}{58}=18/25\,g\,HCl$$

۳۴۴- گزینهٔ «۲» واکنش منیزیم هیدروکسید با اسید معده (HCl) به صورت زیر است:

$$2HCl+Mg(OH)_2\longrightarrow MgCl_2+2H_2O$$

غلظت اسید معده $0/03\,mol.L^{-1}$ است؛ بنابراین جرم منیزیم هیدروکسید خالص برای خنثی‌کردن نیمی از اسید معده (یعنی ۱/۵ لیتر) برابر است با:

$$1/5\,L\,HCl(aq)\times\frac{0/03\,mol\,HCl}{1\,L\,HCl(aq)}\times\frac{1\,mol\,Mg(OH)_2}{2\,mol\,HCl}\times\frac{58\,g\,Mg(OH)_2}{1\,mol\,Mg(OH)_2}=1/305\,g\,Mg(OH)_2$$

طراح فرموده! داروی ضداسید ما دارای ۱۵٪ جرمی منیزیم هیدروکسید است؛ پس جرم داروی مورد نیاز برابر است با:

$$\text{درصد جرمی منیزیم هیدروکسید در دارو}=\frac{\text{جرم } Mg(OH)_2}{\text{جرم دارو}}\times100\Rightarrow15=\frac{1/305}{\text{جرم دارو}}\times100\Rightarrow\text{جرم دارو}=\frac{1/305\times100}{15}=8/7\,g$$

یا می‌شد خیلی ساده نوشت:

جرم $Mg(OH)_2$	جرم دارو
15	100
1/305	x

$$\Rightarrow x=\frac{1/305\times100}{15}=8/7\,g$$

۳۴۵- گزینهٔ «۳» غلظت H^+ درون معده $0/03\,mol.L^{-1}$ و pH آن ۱/۵۲ است:

$$pH=-\log[H^+]=-\log(3\times10^{-2})=2-\log3=2-0/48=1/52$$

حالا ببینیم با مصرف ۱/۴۵ گرم شیر منیزی، چه مقدار از اسید معده خنثی می‌شود و pH معده به چند می‌رسد:

$$2HCl+Mg(OH)_2\longrightarrow MgCl_2+2H_2O$$

$$1/45\,g\,\text{دارو}\times\frac{60\,g\,Mg(OH)_2}{100\,g\,\text{دارو}}\times\frac{1\,mol\,Mg(OH)_2}{58\,g\,Mg(OH)_2}\times\frac{2\,mol\,HCl}{1\,mol\,Mg(OH)_2}=0/03\,mol\,HCl$$

درون معده ۰/۰۹ مول HCl ($3\,L\times\frac{0/03\,mol}{1\,L}=0/09\,mol$) وجود داشته که با مصرف دارو، ۰/۰۳ مول آن مصرف می‌شود:

$$\text{تعداد مول HCl باقی‌مانده}=0/09-0/03=0/06$$

$$\text{غلظت HCl نهایی}=\frac{0/06\,mol}{3\,L}=0/02\,mol.L^{-1}$$

$$[H^+]_{\text{نهایی}}=[HCl]_{\text{نهایی}}=0/02\,mol.L^{-1}\Rightarrow pH_{\text{نهایی}}=-\log(2\times10^{-2})=2-\log2=2-0/3=1/7$$

$$\text{مقدار افزایش pH}=1/7-1/52=0/18$$

۳۴۶- گزینهٔ «۱» باید واکنش هر یک از ضداسیدها را با اسید معده (HCl) بنویسیم و ببینیم به ازای جرم یکسان، کدام ضداسید می‌تواند تعداد مول بیشتری از HCl را خنثی کند.

(۱) گزینهٔ: $Al(OH)_3+3HCl\longrightarrow AlCl_3+3H_2O$

$$m\,g\,Al(OH)_3\times\frac{1\,mol\,Al(OH)_3}{78\,g\,Al(OH)_3}\times\frac{3\,mol\,HCl}{1\,mol\,Al(OH)_3}=\frac{m}{26}\,mol\,HCl$$

(۲) گزینهٔ: $NaHCO_3+HCl\longrightarrow NaCl+H_2CO_3$

$$m\,g\,NaHCO_3\times\frac{1\,mol\,NaHCO_3}{84\,g\,NaHCO_3}\times\frac{1\,mol\,HCl}{1\,mol\,NaHCO_3}=\frac{m}{84}\,mol\,HCl$$

(۳) گزینهٔ: $Mg(OH)_2+2HCl\longrightarrow MgCl_2+2H_2O$

$$m\,g\,Mg(OH)_2\times\frac{1\,mol\,Mg(OH)_2}{58\,g\,Mg(OH)_2}\times\frac{2\,mol\,HCl}{1\,mol\,Mg(OH)_2}=\frac{m}{29}\,mol\,HCl$$

گزینهٔ (۴): $Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2CO_3$

$$m\,g\,Na_2CO_3 \times \frac{1\,mol\,Na_2CO_3}{106\,g\,Na_2CO_3} \times \frac{2\,mol\,HCl}{1\,mol\,Na_2CO_3} = \frac{m}{53}\,mol\,HCl$$

فب! $\frac{m}{26}$ از بقیهٔ موارد دیگر بیشتر است.

۳۴۷- گزینهٔ «۲» فرمول جوش‌شیرین، $NaHCO_3$ و فرمول وینیل کلرید ($CH_2=\underset{Cl}{CH}$)، C_2H_3Cl است.

وینیل کلرید $\longrightarrow \frac{\text{شمار اتم‌ها}}{\text{نوع عناصر}} = \frac{6}{3} = 2$ جوش‌شیرین $\longrightarrow \frac{\text{شمار اتم‌ها}}{\text{نوع عناصر}} = \frac{6}{4} = 1/5$

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): جوش‌شیرین ($NaHCO_3$) خاصیت بازی دارد؛ بنابراین رنگ کاغذ pH در محلول آن، آبی است.

گزینهٔ (۳): از آن‌جا که جوش‌شیرین خاصیت بازی دارد، می‌تواند با چربی‌ها واکنش داده و صابون تولید کند؛ به همین دلیل این ماده به شوینده‌ها اضافه می‌شود.

گزینهٔ (۴): واکنش جوش‌شیرین با اسید معده، *این‌طور است:*

$$NaHCO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + \underbrace{H_2CO_3}_{CO_2+H_2O}$$

از آن‌جا که غلظت اسید معده، $0/03\,mol\,L^{-1}$ است، خواهیم داشت:

$$\text{اسید معده}\,mL \simeq 4/2\,g\,NaHCO_3 \times \frac{1\,mol\,NaHCO_3}{84\,g\,NaHCO_3} \times \frac{1\,mol\,HCl}{1\,mol\,NaHCO_3} \times \frac{1\,L\,\text{اسید معده}}{0/03\,mol\,HCl} \times \frac{1000\,mL\,\text{اسید معده}}{1\,L\,\text{اسید معده}} \simeq 1670\,mL$$

۳۴۸- گزینهٔ «۴» شکل داده‌شده، واکنش سدیم هیدروژن‌کربنات با محلول HCl را نشان می‌دهد:

$$NaHCO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + \underbrace{CO_2 + H_2O}_{H_2CO_3}$$

می‌خواهیم ببینیم به ازای مصرف ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول HCl (واکنش‌دهندهٔ B) با $pH = 1$، چند میلی‌لیتر گاز CO_2 تولید می‌شود:

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-1}\,mol\,L^{-1} \Rightarrow [HCl] = 0/1\,mol\,L^{-1}$$

$$100\,mL\,HCl(aq) \times \frac{1\,L\,HCl(aq)}{1000\,mL\,HCl(aq)} \times \frac{0/1\,mol\,HCl}{1\,L\,HCl(aq)} \times \frac{1\,mol\,CO_2}{1\,mol\,HCl} \times \frac{22400\,mL\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} = 224\,mL\,CO_2$$

بررسی سایر گزینه‌ها با خودتون!

۳۴۹- گزینهٔ «۲» می‌دانیم که غلظت اسید معده، $0/03\,mol\,L^{-1}$ و در نتیجه تعداد مول HCl در معده برابر با $3\,L \times 0/03\,mol\,L^{-1} = 9 \times 10^{-2}\,mol$ است. pH معده حداکثر می‌تواند به ۲/۵ برسد. ببینیم در این حالت، چند مول HCl در معده وجود دارد:

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2/5} = 10^{-3} \times 10^{0/5} \xrightarrow[10^{0/5} = 3]{\log 3 = 0/5} [H^+] = 3 \times 10^{-3}\,mol\,L^{-1} \Rightarrow [HCl] = 3 \times 10^{-3}\,mol\,L^{-1}$$

$$\Rightarrow \text{تعداد مول HCl} = 3\,L \times 3 \times 10^{-3}\,mol\,L^{-1} = 9 \times 10^{-3}\,mol$$

بنابراین تعداد مول HCl درون معده می‌تواند $9 \times 10^{-2} - 9 \times 10^{-3} = 0/081$ مول تغییر کند. حالا ببینیم به ازای مصرف چند گرم جوش‌شیرین، ۰/۰۸۱ مول HCl در معده خنثی می‌شود.

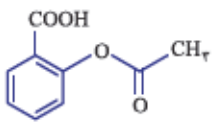
$$NaHCO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + CO_2 + H_2O$$

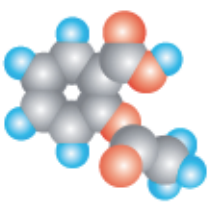
$$0/081\,mol\,HCl \times \frac{1\,mol\,NaHCO_3}{1\,mol\,HCl} \times \frac{84\,g\,NaHCO_3}{1\,mol\,NaHCO_3} \simeq 6/8\,g\,NaHCO_3$$

۳۵۰- گزینهٔ «۳»

هر آن‌چه که باید در مورد آسپرین بدانید!

۵۲





۱ آسپرین با فرمول مولکولی $C_9H_8O_4$ دارای فرمول ساختاری و مدل فضاپرکن مقابل است:

۲ در ساختار آسپرین، ۸ جفت‌الکترون ناپیوندی (به دلیل داشتن ۴ اتم اکسیژن) و ۲۶ جفت‌الکترون پیوندی (پیوند اشتراکی) وجود دارد.

$$\text{شمار پیوندهای } C_9H_8O_4 = \frac{\overbrace{(9\times4)}^{C} + \overbrace{(8\times1)}^{H} + \overbrace{(4\times2)}^{O}}{2} = 26$$

۳ همان‌طور که می‌بینید، آسپرین یک ترکیب آروماتیک است؛ زیرا در ساختار آن یک حلقهٔ بنزنی وجود دارد.

۴ در ساختار آن، پنج پیوند دوگانه (سه پیوند دوگانهٔ کربن ـ کربن و دو پیوند دوگانهٔ کربن ـ اکسیژن) وجود دارد.

۵ در ساختار آن، گروه‌های عاملی استری ($-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$) و کربوکسیل ($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$) وجود دارد.

گروه عاملی استری در آسپرین از سر اتم **O** خود به حلقهٔ بنزنی متصل است، نه از سر اتم **C**!

۶ یک داروی اسیدی است و مصرف آن باعث کاهش **pH** شیرهٔ معده می‌شود.[1]

۷ مصرف آسپرین برای افرادی که به زخم معده مبتلا هستند، توصیه نمی‌شود؛ زیرا آسپرین باعث تشدید سوزش معده و خونریزی آن می‌شود.

از واکنش جوش‌شیرین با چربی‌ها، صابون تولید می‌شود، که رسوب نیست!

۳۵۱- گزینهٔ «۱» همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست‌اند. درستی عبارت‌های اول، دوم و پنجم را در کادر (۵۲) پیدا کنید.

عبارت سوم: آسپرین به دلیل داشتن گروه ($-OH$) می‌تواند با آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهد.

عبارت چهارم: در کادر (۵۲) دیدیم که در ساختار آسپرین، ۲۶ پیوند کووالانسی وجود دارد. در ساختار گلوکز ($C_6H_{12}O_6$) هم ۲۴ پیوند کووالانسی وجود دارد:

$$\text{شمار پیوندها در } C_6H_{12}O_6 = \frac{\overbrace{(6\times4)}^{C}+\overbrace{(12\times1)}^{H}+\overbrace{(6\times2)}^{O}}{2} = 24$$

۳۵۲- گزینهٔ «۳»

$$\text{جرم مولی آسپرین } (C_9H_8O_4) = (9\times12)+(8\times1)+(4\times16) = 180\ g.mol^{-1}$$

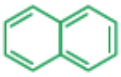
$$\text{مولکول } 8\times10^{20} \simeq 3\times\frac{80\times10^{-3}\ g\,C_9H_8O_4}{1\ \text{قرص}}\times\frac{1\ mol\,C_9H_8O_4}{180\ g\,C_9H_8O_4}\times\frac{6/02\times10^{23}\ \text{مولکول}}{1\ mol\,C_9H_8O_4}\ \text{قرص}$$

۳۵۳- گزینهٔ «۱»

$$\text{درصد جرمی کربن در آسپرین } (C_9H_8O_4) = \frac{\text{جرم کربن موجود در آسپرین (g)}}{\text{جرم مولی آسپرین (g)}}\times100 = \frac{9\times12}{180}\times100 = \%60$$

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): در ساختار آسپرین، ۵ پیوند دوگانه وجود دارد. در شیمی یازدهم با ساختار نفتالن آشنا شدیم و دیدیم *ایشون!* هم ۵ پیوند دوگانه دارد.

نفتالن:



گزینهٔ (۳): ترکیب آلی موجود در آناناس استری به نام اتیل بوتانوات است. در ساختار آسپرین هم، گروه عاملی استری وجود دارد.

گزینهٔ (۴): *آره! همه چی درسته!*

۳۵۴- گزینهٔ «۴» خواندیم که صابون هم در آب و هم در چربی حل می‌شود و مخلوط آب، چربی و صابون یک کلوئید است. از طرفی سدیم کلرید یک ترکیب یونی بوده و مانند اوره ($H_2N-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH_2$) که یک مولکول قطبی است، در آب حل می‌شود *قب!* هم کلوئید و هم محلول، هر دو پایدارند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): $RCOONa$ (پاک‌کنندهٔ صابونی)، منشأ گیاهی یا جانوری دارد؛ ولی $RC_6H_4SO_3Na$ (پاک‌کنندهٔ غیرصابونی) از واکنش مواد پتروشیمیایی در صنعت تولید می‌شود.

گزینهٔ (۲): *به هیچ وجه! نمونه‌اش* استون که حلال مناسبی برای چربی‌ها است و به هر نسبتی که *شما دلتون بخواد!* در آب حل می‌شود.

گزینهٔ (۳): این‌که صابون خاصیت بازی دارد، *درست*. ولی *متأسفانه!* صابون‌ها در آب سخت قدرت پاک‌کنندگی خود را از دست می‌دهند.

۳۵۵- گزینهٔ «۲» عبارت‌های اول و دوم نادرست‌اند. بیایید همهٔ عبارت‌ها را بررسی کنیم:

- در یک واکنش برگشت‌پذیر، با گذشت زمان، غلظت فراورده‌ها افزایش یافته و در نتیجه سرعت واکنش برگشت که همان سرعت تولید واکنش‌دهنده‌ها است، افزایش می‌یابد.
- کاغذ **pH** در محلول‌های بازی مانند آمونیاک به رنگ آبی درمی‌آید.
- $[H^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{2\times10^{-10}} = 5\times10^{-5}\ mol.L^{-1}$

$$\frac{[OH^-]}{[H^+]} = \frac{5\times10^{-5}}{2\times10^{-10}} = 2/5\times10^5 = 250000$$

۱- آسپرین یکی از داروهایی است که برای بیماران قلبی تجویز می‌شود، ولی *قب!* عوارض جانبی هم *داره!*

و حالا یه سؤال متفاوت!

۳۶۳- اگر در دو ظرف یکی از جنس فلز روی و دیگری از جنس فلز آلومینیم، یک لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $pH = ۲/۷$ بریزیم، تفاوت کاهش جرم دو ظرف به تقریب چند میلی‌گرم است؟ $(Zn = ۶۵ , Al = ۲۷ : g.mol^{-۱})$

۱) ۳۸ ۲) ۴۷ ۳) ۷۴ ۴) ۸۳

آبکاری (صفحه‌های ۶۰ و ۶۱ کتاب درسی)

۳۶۴- چند مورد از مطالب زیر در مورد آبکاری، درست‌اند؟

- واکنش انجام‌شده در این فرایند، غیرخودبه‌خودی است.
- جسمی که روکش فلزی روی آن ایجاد می‌شود، باید رسانای برق باشد.
- فلزی را که قرار است لایهٔ نازکی از آن بر روی جسم قرار بگیرد، به عنوان آند قرار می‌دهند.
- الکترولیت باید دارای یون‌های فلزی باشد که بر سطح آن آبکاری می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

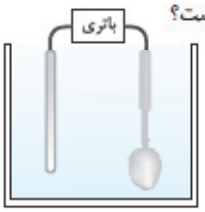
۳۶۵- کدام عبارت در مورد آبکاری یک قاشق فلزی با نقره، نادرست است؟

۱) قاشق فلزی نقش الکترود کاتد را دارد و کاهش می‌یابد.
۲) محلولی از نقره نیترات به عنوان الکترولیت به کار برده می‌شود.
۳) تیغهٔ نقره نقش الکترود آند را دارد و اکسایش می‌یابد.
۴) قاشق فلزی به قطب منفی باتری متصل می‌شود.

۳۶۶- کدام عبارت دربارهٔ آبکاری اشیای مسی با نقره درست است؟ *(سراسری تجربی ۸۴)*

۱) الکترولیت، محلول مس (II) سولفات می‌باشد.
۲) با پیشرفت واکنش، تیغهٔ آند باریک‌تر می‌شود.
۳) نیم‌واکنش آندی $Cu^{۲+}(aq) + ۲e^- \longrightarrow Cu(s)$ است.
۴) نیم‌واکنش کاتدی $Ag(s) \longrightarrow Ag^+(aq) + e^-$ است.

۳۶۷- با توجه به شکل زیر که یک سلول الکترولیتی برای آبکاری قاشق فلزی با نقره را نشان می‌دهد، کدام مطلب نادرست است؟



۱) در صورتی که فلز نقره دارای ناخالصی مس یا روی باشد، این فلزها در زیر آند رسوب می‌کنند.
۲) قاشق نشان داده شده در شکل باید فلز و رسانای جریان الکتریسیته باشد.
۳) ولتاژ باتری باید در حدی باشد که بتواند اتم‌های نقره را اکسید کند.
۴) در صورت استفاده از آندی از جنس کروم، الکترولیت می‌تواند محلول کروم (III) نیترات باشد.

۳۶۸- کدام مطلب دربارهٔ آبکاری یک قاشق آهنی با نقره، نادرست است؟ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۲ با کمی تغییر)*

$Fe^{۲+}(aq) + ۲e^- \longrightarrow Fe(s) \quad E^\circ = -۰/۴۴ V$

$Ag^+(aq) + e^- \longrightarrow Ag(s) \quad E^\circ = ۰/۸ V$

۱) بدون برقرارکردن جریان برق، واکنش به صورت $Fe(s) + Ag^+(aq) \longrightarrow Fe^{۲+}(aq) + Ag(s)$ در سلول انجام می‌گیرد و به وزن تیغهٔ نقره افزوده می‌شود.
۲) اگر پس از آبکاری، بر سطح قاشق خراش ایجاد شود، در هوای مرطوب آهن نقش آند را خواهد داشت.
۳) نیم‌واکنش غیرخودبه‌خودی به صورت $Ag^+(aq) + e^- \longrightarrow Ag(s)$ در قطب منفی انجام می‌شود.
۴) در آند این سلول، قطعه‌ای از فلز نقره قرار داده می‌شود و با انجام این واکنش در سلول، از جرم آن کاسته می‌شود.

۳۶۹- کدام عبارت دربارهٔ آبکاری یک قطعهٔ فلزی با الکترولیت نقره نیترات و آند نقره‌ای درست است؟ *(سراسری تجربی خارج از کشور ۹۳)*

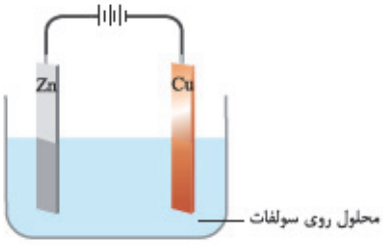
۱) اگر E° فلز به کار رفته در ساخت قطعه، از E° نقره کوچک‌تر باشد، با قطع مدار بیرونی، هیچ واکنشی در سلول انجام نمی‌گیرد.
۲) الکترون‌ها در مدار بیرونی از سوی قطعهٔ فلزی به سوی الکترود نقره حرکت می‌کنند.
۳) E° فلز به کار رفته در ساخت قطعه باید از E° نقره کوچک‌تر باشد.
۴) غلظت محلول نقره نیترات در طول انجام آبکاری به تقریب ثابت می‌ماند.

۳۷۰- برای پوشاندن قاشق مسی با لایهٔ نازکی از فلز A، کدام مورد الزامی نیست؟

۱) قاشق مسی باید به قطب منفی و فلز A به قطب مثبت باتری وصل شود.
۲) الکترولیت مورد استفاده باید دارای یون‌های فلز A باشد.
۳) فلز A باید در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از مس قرار داشته باشد.
۴) یون‌های $A^{n+}(aq)$ باید در کاتد کاهش یابند.

بریم سراغ چند سؤال مفهومی‌تر!

۳۷۱- با توجه به شکل روبه‌رو، کدام عبارت نادرست است؟



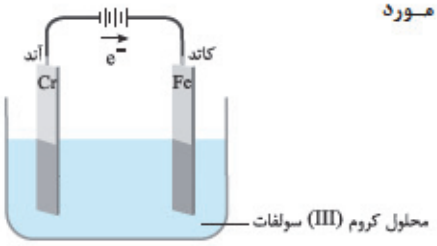
۱) یک سلول الکترولیتی را نشان می‌دهد که در آن، انرژی الکتریکی به شیمیایی تبدیل می‌شود.

۲) الکترون‌ها در مدار بیرونی از سمت تیغهٔ روی به سمت تیغهٔ مس جریان می‌یابند.

۳) در ادامهٔ این فرایند، لایهٔ نازکی از فلز مس بر سطح تیغهٔ روی می‌نشیند.

۴) نیم‌واکنش کاهش در این سلول به صورت $Zn^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Zn(s)$ است.

۳۷۲- اگر در سلول نشان داده شده، لایهٔ نازکی از فلز کروم بر سطح تیغهٔ آهن قرار گیرد، کدام مورد درست نشان داده نشده است؟



۱) نوع الکترودها (آند و کاتد)

۲) جنس محلول الکترولیت مورد استفاده

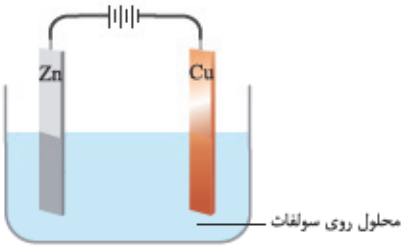
۳) قطب‌های باتری استفاده‌شده

۴) جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی

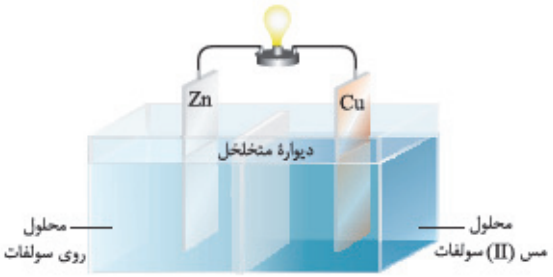
۳۷۳- با توجه به شکل‌های زیر، چند مورد برای پرکردن عبارت زیر، نادرست‌اند؟

«می‌توان دریافت که شکل .....، طرح یک سلول ..... است که در آن .....»

(سراسری تجربی خارج از کشور ۸۷ و ۹۲ و ریاضی خارج از کشور ۹۱ با کمی تغییر)



(۱)

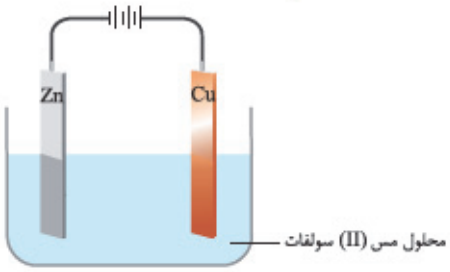


(۲)

- ۱ ـ الکترولیتی ـ یون Cu^{2+} کاهیده شده و ذرات مس بر سطح کاتد می‌نشینند.
- ۲ ـ گالوانی ـ تیغهٔ روی، قطب منفی (کاتد) و محل کاهش است.
- ۱ ـ الکترولیتی ـ با اعمال ولتاژ بیرونی، یک واکنش اکسایش ـ کاهش غیرخودبه‌خودی انجام می‌گیرد.
- ۲ ـ گالوانی ـ تیغهٔ مس، قطب مثبت (آند) است و الکترون را از مدار بیرونی از تیغهٔ روی دریافت می‌کند.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۳۷۴- با توجه به شکل روبه‌رو، کدام عبارت درست است؟



۱) نیم‌واکنش‌های الکترودی در مسیر خودبه‌خودی رانده می‌شوند.

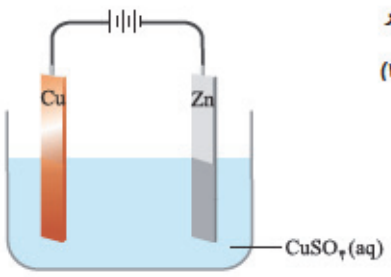
۲) با گذشت زمان، لایهٔ نازکی از فلز مس بر سطح تیغهٔ روی می‌نشیند.

۳) با توجه به موقعیت روی و مس در سری الکتروشیمیایی، تیغهٔ روی، آند این سلول است.

۴) با کاهش یون‌های Cu^{2+} و تبدیل آن‌ها به اتم‌های مس، بر جرم تیغهٔ مسی افزوده می‌شود.

مسائل آبکاری

۳۷۵- دستگاه برقکافت روبه‌رو، حاوی یک لیتر محلول آبی مس (II) سولفات یک مولار است. با عبور ۰/۴ مول الکترون از دستگاه برقکافت، غلظت Cu^{2+} در این محلول کدام است؟ *(المپیاد شیمی ۷۷)*



۱) ۰/۴۰ M

۲) ۱/۰ M

۳) ۰/۸۰ M

۴) ۱/۲ M

۳۷۶- جرم یک مجسمهٔ برنجی (آلیاژی از مس و روی) ۲۶ گرم است. این مجسمه را به قطب مثبت یک سلول الکترولیتی و یک میلهٔ پلاتینی به جرم ۲۶۰/۴۱ گرم را به قطب منفی آن وصل می‌کنیم. اگر در فرایند برقکافت، هر دو فلز موجود در آند اکسید شوند و پس از پایان واکنش کاتیون یکی از این دو فلز کاهیده شده و در نتیجه جرم میلهٔ پلاتینی به ۲۸۱/۱۸ گرم رسیده باشد، درصد جرمی روی در این مجسمه به تقریب کدام است؟ $(Zn = 65 , Cu = 64 : g.mol^{-1})$ $E^\circ(Cu^{2+} / Cu) = +0/34\ V \ , \ E^\circ(Zn^{2+} / Zn) = -0/76\ V$

۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۷۵ ۴) ۸۰

۳۷۷- یک روش آب‌طلا دادن به اشیا، عبور جریان الکتریکی ضعیف از محلول دارای یون‌های Au^{3+} به مدت طولانی است. شمار الکترون‌های لازم برای آبکاری که به ته‌نشین‌شدن ۹/۸۵ گرم طلا در مدت ۱۰ روز می‌انجامد، کدام است؟ $(Au = 197\ g.mol^{-1})$

۱) $9/03\times10^{22}$ ۲) $9/03\times10^{23}$ ۳) $4/51\times10^{22}$ ۴) $4/51\times10^{23}$

۳۷۸- الکتریسیتهٔ حاصل از عبور ۴۴۸ لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP و واکنش آن با گاز هیدروژن کافی در یک سلول سوختی (با فرض بازدهی ۱۰۰٪)، چند گرم نقره را در یک سلول آبکاری نقره، به جسم موردنظر می‌تواند انتقال دهد؟ $(Ag = 108 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۱۶۰ ۲) ۴۳۲۰ ۳) ۶۴۸۰ ۴) ۸۶۴۰ *(سراسری ریاضی ۹۶)*

۳۷۹- اگر در یک سلول الکترولیتی آبکاری، برای پوشش‌دادن صفحه‌ای به مساحت $50\ cm^2$ با لایه‌ای از مس به ضخامت $0/01\ mm$، به جریانی شامل $8/4328\times10^{21}$ الکترون نیاز باشد، چگالی مس برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب کدام است؟ $(Cu = 64\ g.mol^{-1})$

۱) ۹/۸۶ ۲) ۸/۹۶ ۳) ۷/۶۹ ۴) ۶/۸۹

۳۸۰- اگر دو قاشق فلزی یکسان را در سلول‌های الکترولیتی (آ) و (ب) به ترتیب با نقره و مس آبکاری کنیم، با عبور جریان برق برابر از هر دو سلول الکترولیتی، نسبت جرم اضافه‌شده به قاشق در سلول الکترولیتی (آ) به جرم اضافه‌شده به قاشق در سلول الکترولیتی (ب) به تقریب، کدام است؟ $(Ag = 108 , Cu = 64 : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۴۲ ۲) ۰/۸۴ ۳) ۱/۶۸ ۴) ۳/۳۷

۳۸۱- در یک کارگاه آبکاری کروم، از محلول کروم (III) سولفات به عنوان الکترولیت و از زغال به عنوان آند استفاده می‌شود. اگر در آبکاری هر قطعه، حدود ۰/۰۱۰۴ گرم فلز کروم روی قطعه قرار گیرد، پس از آبکاری هزار نمونه از همان قطعه، به تقریب چند گرم کروم (III) سولفات با خلوص ۸۰ درصد باید به الکترولیت اضافه شود تا غلظت یون‌های کروم، به مقدار اولیه بازگردد؟ (تغییر حجم ناچیز است.)

$(Cr = 52 , S = 32 , O = 16 : g.mol^{-1})$ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۳)*

۱) ۳۹/۲ ۲) ۴۹ ۳) ۵۸/۴ ۴) ۹۴

هالا به آبکاری متفاوت!

۳۸۲- آبکاری کروم در یک محلول اسیدی دارای پتاسیم دی‌کرومات ($K_2Cr_2O_7$) انجام می‌شود. اگر واکنش آندی، اکسایش آب باشد، ضمن نشاندن ۱۰/۴ گرم کروم بر روی یک قطعه با روش آبکاری، چند لیتر گاز اکسیژن در شرایطی که حجم مولی گازها ۲۵ L است، تولید می‌شود؟ $(Cr = 52\ g.mol^{-1})$ *(سراسری تجربی خارج از کشور ۹۷)*

۱) ۱/۲ ۲) ۷/۵ ۳) ۱۵ ۴) ۴۵

فرایند هال (صفحه‌های ۶۱ و ۶۲ کتاب درسی)

۳۸۳- چه تعداد از مطالب زیر در مورد فلز آلومینیم، درست است؟

- فلزی فعال است که به سرعت در هوا اکسید می‌شود.
- اکسید آن چسبنده، متراکم و پایدار است.
- پتانسیل کاهشی استاندارد آن، منفی است.
- از آن در ساخت لوازم خانگی، هواپیما و کشتی استفاده می‌شود.
- برخلاف آهن، در برابر خوردگی مقاوم است.

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

۳۶۴- گزینهٔ «۳»

آبکاری

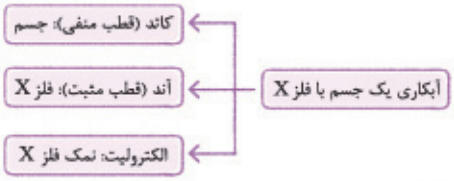
پوشاندن سطح یک فلز با لایهٔ نازکی از یک فلز ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی به کمک سلول الکترولیتی را **آبکاری** می‌گویند. در فرایند آبکاری دانستن موارد زیر بر شما *واجب است!*

۱) جسمی را که روکش فلزی روی آن ایجاد می‌شود به عنوان کاتد سلول الکترولیتی قرار می‌دهند؛ یعنی آن را به قطب منفی باتری وصل می‌کنند. در ضمن این جسم حتماً باید **رسانای جریان برق** باشد.

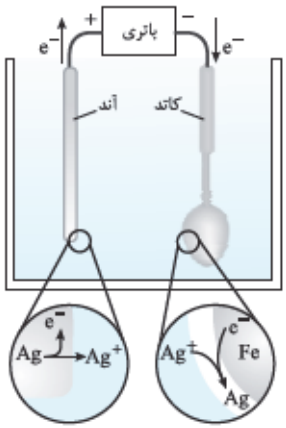
۲) فلزی که قرار است روی جسم موردنظر بنشیند (فلز پوشاننده) را به عنوان آند سلول الکترولیتی قرار می‌دهند؛ یعنی آن را به قطب مثبت باتری وصل می‌کنند.

۳) الکترولیت مورد استفاده برای آبکاری باید دارای یون‌های فلز پوشاننده باشد.

به طور خلاصه اگر در آبکاری، هدف، پوشش فلز X بر روی یک جسم باشد، آن جسم در کاتد و فلز X در آند قرار می‌گیرد و از نمک محلول فلز X به عنوان الکترولیت استفاده می‌شود.



در سلول‌های الکترولیتی، بدون توجه به موقعیت فلزها در سری الکتروشیمیایی و E° آن‌ها، فلزی که به قطب مثبت باتری وصل باشد، آند و فلزی که به قطب منفی باتری وصل باشد، کاتد است؛ یعنی در سلول‌های الکترولیتی برخلاف سلول‌های گالوانی، تنها نوع اتصال این تیغه‌ها به قطب‌های مثبت و منفی باتری، تعیین‌کنندهٔ آند و کاتد است؛ بنابراین در آبکاری، E° فلز پوشاننده می‌تواند کوچک‌تر یا بزرگ‌تر از E° فلز سازندهٔ جسم موردنظر باشد.



به طور مثال در آبکاری یک قاشق فولادی (آلیاژی از آهن) با نقره، از یک سلول الکترولیتی مانند شکل روبه‌رو استفاده می‌کنیم (قاشق فولادی در کاتد و فلز نقره در آند قرار گرفته است).

ابتدا در آند اتم‌های نقره طی فرایند اکسایش به یون‌های نقره تبدیل می‌شوند (با پیشرفت واکنش، تیغهٔ آند لاغرتر می‌شود):

نیم‌واکنش آندی: $Ag(s) \longrightarrow Ag^+(aq) + e^-$

در کاتد نیز یون‌های نقرهٔ موجود در محلول الکترولیت کاهش یافته و به صورت یک لایهٔ نازک فلز نقره بر روی قاشق قرار می‌گیرند (با پیشرفت واکنش، قاشق ضخیم‌تر می‌شود):

نیم‌واکنش کاتدی: $Ag^+(aq) + e^- \longrightarrow Ag(s)$

خواستون باشه! که در الکترولیت، یون‌های Fe^{2+} مربوط به قاشق اصلاً وجود ندارند که بخواهند احیاناً کاهش یابند.

همان‌طور که دیدید در فرایند آبکاری، **نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی هر دو مربوط به فلز پوشاننده (در این‌جا نقره) هستند.**[1]

با توجه به این‌که هر چه‌قدر یون Ag^+ در آند تولید می‌شود، به همان مقدار در کاتد مصرف می‌شود، بنابراین غلظت محلول الکترولیت (در این‌جا $AgNO_3$) طی فرایند آبکاری، ثابت است.

و در آخر! بدانید و آگاه باشید! که در سلول الکترولیتی مربوط به آبکاری، برخلاف سلول‌های الکترولیتی که تا الان خواندیم، الکترود آند بی‌اثر نیست و در واکنش شرکت می‌کند.

۱- واکنش کلی این فرایند آبکاری به صورت روبه‌رو است:

$$\underset{\text{آند}}{Ag(s)} \longrightarrow \underset{\text{کاتد}}{Ag(s)}$$

شیمیوفیل‌ها بخوانند

در آبکاری، کاتیون فلز پوشاننده باید E° بزرگ‌تری نسبت به E° نیم‌واکنش کاهش آب داشته باشد *وگرنه!* آبکاری انجام نخواهد شد؛ زیرا اگر E° آب بزرگ‌تر باشد یعنی تمایل مولکول‌های آب برای کاهش‌یافتن بیشتر است و به جای کاتیون فلز پوشاننده، مولکول‌های آب کاهش می‌یابند. به طور مثال برای آبکاری یک قاشق فلزی نمی‌توان از محلول آبی دارای یون‌های آلومینیم استفاده کرد؛ زیرا Al^{3+}، E° کم‌تری نسبت به آب دارد و به جای این‌که یک لایهٔ نازکی از فلز آلومینیم بر روی قاشق قرار گیرد، مولکول‌های آب کاهش یافته و گاز هیدروژن در اطراف کاتد، طبق واکنش زیر تولید می‌شود:

$$2H_2O(l) + 2e^- \longrightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$$

عبارت‌های اول تا سوم درست‌اند. در مورد عبارت چهارم، همان‌طور که در کادر بالا گفتیم، الکترولیت باید دارای یون‌های فلزی باشد که قرار است روی جسم موردنظر ما قرار بگیرد.

۳۶۵- گزینهٔ «۱» قاشق فلزی نقش الکترود کاتد را دارد، اما *به هیچ وجه!* کاهش نمی‌یابد. در کاتد، یون‌های Ag^+ موجود در محلول الکترولیت کاهش یافته و به صورت لایهٔ نازکی از فلز نقره بر روی قاشق قرار می‌گیرند. $Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$:نیم‌واکنش کاتدی

درستی بقیهٔ گزینه‌ها را هم در کادر (۵۱) پیدا خواهید کرد.

ـ تمرین ـ برای آبکاری یک قاشق آهنی با نقره، می‌توان قاشق را به عنوان الکترود ..... در محلول حاوی یون‌های ..... فروبرد. حرکت الکترون‌ها درون این سلول از سمت ..... به سمت ..... است.

۱) کاتد ـ Ag^+ ـ نقره ـ قاشق آهنی ✓

۲) کاتد ـ Ag^+ ـ قاشق آهنی ـ نقره

۳) آند ـ Fe^{2+} ـ نقره ـ قاشق آهنی

۴) آند ـ Fe^{2+} ـ قاشق آهنی ـ نقره

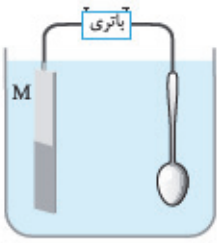
۳۶۶- گزینهٔ «۲» با توجه به کادر (۵۱) در درستی گزینهٔ (۲) *هیچ شکی نیست* (در آند، نیم‌واکنش اکسایش انجام می‌شود؛ پس این تیغه به تدریج باریک می‌شود).

ابررسی سایرگزینه‌ها گزینهٔ (۱): الکترولیت باید دارای کاتیون‌های فلز پوشاننده باشد؛ مانند $AgNO_3$.

گزینهٔ (۳): نیم‌واکنش آندی به صورت $Ag(s) \longrightarrow Ag^+(aq) + e^-$ است.

گزینهٔ (۴): نیم‌واکنش کاتدی به صورت $Ag^+(aq) + e^- \longrightarrow Ag(s)$ است.

ـ تمرین ـ با توجه به شکل روبه‌رو که یک سلول الکترولیتی را برای آبکاری یک قاشق مسی با فلز **M** نشان می‌دهد، کدام مطلب درست است؟ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۸۷ و ۸۸)*



۱) کاتد، تیغه‌ای از جنس فلز **M** است.

۲) الکترولیت، محلول نمکی از فلز **M** است. ✓

۳) نیم‌واکنش کاهش به صورت $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$ است.

۴) قاشق مسی، نقش آند را دارد و با گذشت زمان بر وزن آن افزوده می‌شود.

۳۶۷- گزینهٔ «۱» مس و روی E° کوچک‌تری از نقره دارند؛ بنابراین در آند علاوه بر اتم‌های نقره، اتم‌های مس و روی هم اکسید شده و به صورت یون وارد محلول می‌شوند.

۳۶۸- گزینهٔ «۱» بدون برقرارکردن جریان برق، در حوالی الکترود آهن، واکنش روبه‌رو رخ می‌دهد: $Fe + 2Ag^+ \longrightarrow Fe^{2+} + 2Ag$

پتانسیل کاهشی آهن کم‌تر از نقره است؛ بنابراین Fe با کاتیون نقره یعنی Ag^+ واکنش می‌دهد.

پس *رفته‌رفته!* مقداری فلز آهن اکسید شده و وارد محلول می‌شود. *در عوض!* مقداری فلز نقره جای آن را می‌گیرد.

با توجه به ضرایب استوکیومتری این واکنش، به ازای مصرف ۱ مول Fe، ۲ مول Ag تولید می‌شود. *تازه!* جرم مولی Ag از Fe بیشتر است (۱۰۸ در مقایسه با ۵۶)؛ بنابراین به جرم قاشق آهنی افزوده می‌شود، نه تیغهٔ نقره!

در فرایند آبکاری قاشق آهنی با نقره، در همه جای محلول، یون‌های Ag^+ وجود دارد. اگر جریان برق را وصل نکنیم و *فیری از آبکاری نباشد!* تیغهٔ نقره (Ag) و یون‌های Ag^+ در محلول *کاری به کار هم ندارند*، در نتیجه جرم تیغهٔ نقره تغییری نمی‌کند.

بررسی سایرگزینه‌ها| گزینهٔ (۲): در صورت خراشیده‌شدن این قاشق آبکاری‌شده، چون Fe در مقایسه با Ag، E° منفی‌تری دارد، اکسید شده و *نقش آند را بازی می‌کند!*

گزینهٔ (۳): هر دو نیم‌واکنش اکسایش و کاهش غیرخودبه‌خودی انجام می‌شوند. در این‌جا نیم‌واکنش کاهش در کاتد (قطب منفی) *این‌طوریاست:*

$$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$$

گزینهٔ (۴): *اگه شک دارین هر چه سریع‌تر خودتونو به کادر (۵۱) معرفی کنین!*

۳۶۹- گزینهٔ «۴» نیم‌واکنش‌هایی که در آبکاری با فلز نقره انجام می‌شوند، به صورت زیر است:

نیم‌واکنش اکسایش: $Ag(s) \longrightarrow Ag^+(aq) + e^-$

نیم‌واکنش کاهش: $Ag^+(aq) + e^- \longrightarrow Ag(s)$

در واقع هر چه‌قدر یون Ag^+ در آند تولید می‌شود، به همان مقدار در کاتد مصرف شده و غلظت محلول نقره نیترات ثابت می‌ماند.

بررسی سایرگزینه‌ها| گزینهٔ (۱): اگر E° فلز به کار رفته در ساخت قطعه، از E° نقره کوچک‌تر باشد، با قطع مدار بیرونی (نیروی محرکهٔ باتری)، *دیگه سلول الکترولیتی از کار میفته، اما عوضش! یه واکنش شیک و مجلسی!* بین فلز پایین‌تر در سری الکتروشیمیایی (با E° منفی) و کاتیون نقره (Ag^+) رخ می‌دهد.

گزینهٔ (۲): در آبکاری، قطعهٔ فلزی به کاتد و نقره به آند متصل می‌شود و جهت حرکت الکترون‌ها از آند، یعنی نقره به کاتد، یعنی قطعهٔ فلزی است.

گزینهٔ (۳): فلز به کار رفته باید رسانای جریان برق باشد و E° آن می‌تواند کوچک‌تر یا بزرگ‌تر از E° نقره باشد.

۳۷۰- گزینهٔ «۳» هرگاه بخواهیم یک قاشق مسی را با لایهٔ نازکی از فلز A بپوشانیم، باید قاشق مسی را کاتد و فلز A را آند سلول الکترولیتی قرار دهیم.

در سلول‌های الکترولیتی، فلزی که به قطب مثبت باتری متصل می‌شود، آند و فلزی که به قطب منفی باتری متصل می‌شود، کاتد است و لزومی ندارد که فلز آند در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از فلز کاتد باشد (به طور مثال اگر یک قاشق مسی را به قطب منفی و فلز نقره را که E° بزرگ‌تری از مس دارد، به قطب مثبت باتری وصل کنیم، در این حالت فلز نقره، آند این سلول بوده و اکسید می‌شود).

بررسی سایرگزینه‌ها| گزینهٔ (۱): *بازم بگیم؟!*

گزینهٔ (۲): الکترولیت مورد استفاده در آبکاری، باید دارای یون‌های فلز پوشاننده (در این‌جا A) باشد.

گزینهٔ (۴): در آبکاری، کاتیون فلز پوشاننده (A^{n+}) باید کاهش یابد.

۳۷۱- گزینهٔ «۳» ابتدا *به یادآوری فیزیکی!* در باتری، خط بلند نشان‌دهندهٔ قطب مثبت و خط کوتاه نشان‌دهندهٔ قطب منفی است.

این‌طوری هیچ‌وقت یادتون نمی‌ره! در سلول الکترولیتی، خط «کوتاه» باتری به «کاتد» سلول وصل می‌شود و در آن «کاهش» انجام می‌شود؛ پس سه‌تا «ک» در کنار هم!

کوتاه ـ کاتد ـ کاهش

در سلول‌های الکترولیتی، آند به قطب مثبت و کاتد به قطب منفی منبع جریان مستقیم (باتری) وصل می‌شوند؛ پس در این‌جا تیغهٔ روی، آند و تیغهٔ مس، کاتد این سلول الکترولیتی را تشکیل می‌دهند و الکترون‌ها در مدار بیرونی از تیغهٔ روی به سمت تیغهٔ مس جریان می‌یابند.

در این سلول الکترولیتی ابتدا در آند، اتم‌های روی اکسید شده و به یون‌های Zn^{2+} تبدیل می‌شوند (با پیشرفت واکنش، تیغهٔ روی لاغرتر می‌شود):

نیم‌واکنش آندی: $Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

سپس در کاتد، یون‌های Zn^{2+} موجود در محلول الکترولیت (محلول روی سولفات) کاهش می‌یابند و به صورت لایهٔ نازکی از فلز روی بر سطح تیغهٔ مس می‌نشینند (با پیشرفت واکنش تیغهٔ مس چاق‌تر می‌شود):

نیم‌واکنش کاتدی: $Zn^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Zn(s)$

سلول الکترولیتی نشان داده شده، مربوط به آبکاری تیغهٔ مس توسط روی است.

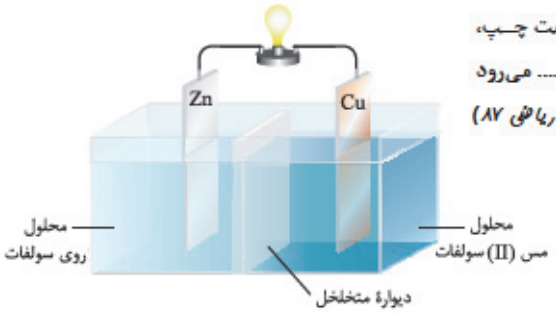
۳۷۲- گزینهٔ «۳» در صورت سؤال گفته شده که لایهٔ نازکی از فلز کروم بر سطح تیغهٔ آهنی قرار می‌گیرد؛ بنابراین تیغهٔ کروم (فلز پوشاننده)، آند و تیغهٔ آهن، کاتد این سلول را تشکیل می‌دهند و باید به ترتیب به قطب مثبت و منفی باتری وصل شوند؛ اما *متأسفانه* در این‌جا برعکس وصل شده‌اند (به نکتهٔ یادآوری سؤال قبل مراجعه کنید!).

۳۷۳- گزینهٔ «۲» شکل (۱) نشان‌دهندهٔ یک سلول الکترولیتی و شکل (۲) نشان‌دهندهٔ یک سلول گالوانی است؛ *پس تا این‌جا فعالی سرکار بودیم!* چون در دو قسمت اول، هر چهار عبارت درست بودند.

- در سلول الکترولیتی (۱)، یون Zn^{2+} موجود در محلول کاهیده شده و ذرات روی بر سطح کاتد (تیغهٔ مس که به قطب منفی باتری وصل شده) می‌نشینند (*برای کسب اطلاعات بیشتر!* به پاسخ دو سؤال قبل مراجعه کنید).
- در سلول گالوانی (۲)، تیغهٔ روی، قطب منفی (آند) و محل اکسایش است.
- در سلول الکترولیتی (۱) با اعمال ولتاژ بیرونی (به کمک باتری)، یک واکنش اکسایش ـ کاهش غیرخودبه‌خودی انجام می‌شود.
- در این سلول، مس قطب مثبت و کاتد است، نه آند!

بنابراین تنها عبارت سوم درست است!

تمرین شکل روبه‌رو نوعی سلول ..... را نشان می‌دهد که در آن بخش سمت چپ، ..... است و الکترون از تیغهٔ ..... در مدار ..... به سمت تیغهٔ ..... می‌رود و جریان برق برقرار و لامپ روشن می‌شود. (*سراسری ریاضی ۸۷*)



۱) الکترولیتی ـ کاتد ـ مس ـ درونی ـ روی
۲) الکترولیتی ـ آند ـ مس ـ بیرونی ـ روی
۳) الکتروشیمیایی ـ کاتد ـ روی ـ بیرونی ـ مس
✔ ۴) الکتروشیمیایی ـ آند ـ روی ـ بیرونی ـ مس

۳۷۴ـ گزینهٔ «۲» شکل نشان داده شده مربوط به یک سلول الکترولیتی است که در آن با اعمال یک ولتاژ بیرونی (باتری)، نیم‌واکنش‌های الکترودی در مسیر غیرخودبه‌خودی رانده می‌شوند (علت نادرستی گزینهٔ (۱)).

در این‌جا تیغهٔ روی که به قطب منفی باتری وصل شده، کاتد (علت نادرستی گزینهٔ (۳)) و تیغهٔ مس، آند می‌باشد (اگر این سلول یک سلول گالوانی بود، می‌توانستیم بگوییم که روی که E° کوچک‌تری دارد آند است، اما در سلول الکترولیتی تنها نوع اتصال این تیغه‌ها به قطب‌های مثبت و منفی باتری، تعیین‌کنندهٔ آند و کاتد است).

در این سلول نیم‌واکنش‌های انجام‌شده به صورت روبه‌رو است:

نیم‌واکنش آندی: $Cu(s) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$

همان‌طور که می‌بینید، در این‌جا وزن تیغهٔ مسی (آند) کاهش می‌یابد، نه افزایش (علت نادرستی گزینهٔ (۴)).

نیم‌واکنش کاتدی: $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$

در کاتد با کاهیده‌شدن یون‌های Cu^{2+} و تبدیل آن‌ها به اتم‌های مس، لایهٔ نازکی از فلز مس بر سطح تیغهٔ روی (کاتد) می‌نشیند؛ بنابراین گزینهٔ (۲) کاملاً درست است.

راستی! هیچ دقت کرده‌اید که فرایند انجام‌شده در این سلول، آبکاری تیغهٔ روی به وسیلهٔ مس بود؟!

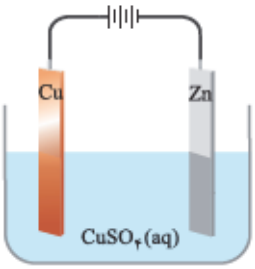
۳۷۵ـ گزینهٔ «۲»

مسائل آبکاری

۵۲

خواندیم که در فرایند آبکاری، نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی هر دو مربوط به فلز پوشانندهاند؛ پس در مسائل آبکاری، نوشتن نیم‌واکنش‌ها مثله *آب‌خوردنه! بقیهٔ کار هم مثل قبله، محاسبات استوکیومتری و ...!*

تمرین ۱ دستگاه برقکافت روبه‌رو، حاوی یک لیتر محلول آبی مس (II) سولفات یک مولار است. با عبور ۰/۴ مول الکترون از دستگاه برقکافت، غلظت Cu^{2+} در این محلول کدام است؟ (*المپیاد شیمی ۷۷*)



۱) ۰/۴۰ M
۲) ۱/۰ M
۳) ۰/۸۰ M
۴) ۱/۲ M

پاسخ گزینه«۲» ابتدا بهتر است *یه نگاهی* به نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش انجام‌شده *بندازیم*،

نیم‌واکنش اکسایش در آند: $Cu(s) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$

نیم‌واکنش کاهش در کاتد: $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$

همان‌طور که می‌بینید، به ازای عبور هر ۲ مول الکترون در سلول، ۱ مول Cu^{2+} در آند تولید و ۱ مول Cu^{2+} در کاتد مصرف می‌شود؛ یعنی تغییری در غلظت Cu^{2+} ایجاد نمی‌شود. به همین ترتیب با عبور هر مقدار الکترون از سلول نیز غلظت Cu^{2+} ثابت می‌ماند (مثلاً با عبور ۰/۴ مول الکترون در سلول، ۰/۲ مول Cu^{2+} در آند تولید و ۰/۲ مول Cu^{2+} در کاتد مصرف می‌شود؛ *یعنی انگار آب از آب تکون نخورده!*).

تمرین ۲ یک روش آب‌طلا دادن به اشیا، عبور جریان الکتریکی ضعیف از محلول دارای یون‌های Au^{3+} به مدت طولانی است. شمار الکترون‌های لازم برای آبکاری که به ته‌نشین‌شدن ۹/۸۵ گرم طلا در مدت ۱۰ روز می‌انجامد، کدام است؟ $(Au = 197\ g.mol^{-1})$

۱) $9/03\times10^{22}$ ۲) $9/03\times10^{23}$ ۳) $4/51\times10^{22}$ ۴) $4/51\times10^{23}$

پاسخ گزینهٔ «۱» نیم‌واکنش انجام‌شده در آبکاری با طلا به صورت مقابل است:

$$Au^{3+} + 3e^- \longrightarrow Au$$

با عبور ۳ مول الکترون از مدار، ۱مول یا همان ۱۹۷ گرم طلا ته‌نشین می‌شود. به این ترتیب خواهیم داشت:

$$9/85\ g\,Au \times \frac{3\ mol\,e^-}{197\ g\,Au} \times \frac{6/02\times10^{23}\ e^-}{1\ mol\,e^-} = 9/03\times10^{22}\ e^-$$

مدت‌زمان انجام فرایند (۱۰ روز)، جزء اطلاعات اضافی مسئله است!

تمرین ۳ اگر دو قاشق فلزی یکسان را در سلول‌های الکترولیتی (آ) و (ب) به ترتیب با نقره و مس آبکاری کنیم، با عبور جریان برق برابر از هر دو سلول الکترولیتی، نسبت جرم اضافه‌شده به قاشق در سلول (آ) به جرم اضافه‌شده به قاشق در سلول (ب) به تقریب، کدام است؟ $(Ag = 108, Cu = 64 : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۴۲ ۲) ۰/۸۴ ۳) ۱/۶۸ ۴) ۳/۳۷

پاسخ گزینهٔ «۴» دو قاشق فلزی برای آبکاری به قطب منفی (کاتد) متصل می‌شوند. نیم‌واکنش‌های کاتدی انجام‌شده در سلول‌های الکترولیتی (آ) و (ب) به صورت روبه‌رو است:

سلول (آ): $Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$

سلول (ب): $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$

نیم‌واکنش کاتدی سلول (آ) را در ۲ ضرب می‌کنیم تا تعداد الکترون‌های مبادله‌شده در نیم‌واکنش‌های کاتدی هر دو سلول یکسان شوند:

$$2Ag^+ + 2e^- \longrightarrow 2Ag$$

$$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$$

با توجه به نیم‌واکنش‌های کاتدی، به ازای عبور مول‌الکترون‌های برابر از هر دو سلول، مقدار مول Ag تولیدی دو برابر مقدار مول Cu تولیدی است؛ بنابراین نسبت جرم اضافه‌شده به قاشق در سلول (آ) به سلول (ب) به صورت روبه‌رو خواهد بود:

$$\frac{2\times108}{64} \simeq 3/37$$

تمرین ۴ در یک کارگاه آبکاری کروم، از محلول کروم (III) سولفات به عنوان الکترولیت و از زغال به عنوان آند استفاده می‌شود. اگر در آبکاری هر قطعه، حدود ۰/۰۱۰۴ گرم فلز کروم روی قطعه قرار گیرد، پس از آبکاری هزار نمونه از همان قطعه، به تقریب چند گرم کروم (III) سولفات با خلوص ۸۰ درصد باید به الکترولیت اضافه شود تا غلظت یون‌های کروم، به مقدار اولیه بازگردد؟ (تغییر حجم ناچیز است.) $(Cr = 52, S = 32, O = 16 : g.mol^{-1})$ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۳)*

۱) ۳۹/۲ ۲) ۴۹ ۳) ۵۸/۴ ۴) ۹۴

پاسخ گزینهٔ «۲» *این سؤال ظاهرش مربوط به آبکاریه، اما باطنش! استوکیومتریه!*

واکنش‌های انجام‌شده به صورت مقابل است:

$$Cr_2(SO_4)_3(s) \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 3SO_4^{2-}(aq)$$

نیم‌واکنش کاهش: $Cr^{3+} + 3e^- \longrightarrow Cr$

ابتدا باید جرم کروم مصرف‌شده را برای آبکاری ۱۰۰۰ قطعه به دست آوریم:

جرم فلز کروم مصرف‌شده $= 1000\times0/0104 = 10/4\ g$

حالا با توجه به دو معادلهٔ بالا، باید ببینیم این ۱۰/۴ گرم کروم مصرف‌شده، معادل چند گرم کروم (III) سولفات با خلوص ۸۰٪ است:

$$10/4\ g\,Cr \times \frac{1\ mol\,Cr}{52\ g\,Cr} \times \frac{1\ mol\,Cr^{3+}}{1\ mol\,Cr} \times \frac{1\ mol\,Cr_2(SO_4)_3}{2\ mol\,Cr^{3+}} \times \frac{392\ g\,Cr_2(SO_4)_3\ \text{خالص}}{1\ mol\,Cr_2(SO_4)_3} \times \frac{100\ g\,Cr_2(SO_4)_3\ \text{ناخالص}}{80\ g\,Cr_2(SO_4)_3\ \text{خالص}}$$

$$= 49\ g\,Cr_2(SO_4)_3\ \text{ناخالص}$$

۳۷۶- گزینهٔ «۱» با توجه به این‌که مجسمه به قطب مثبت (آند) و میلهٔ پلاتینی به قطب منفی (کاتد) متصل شده است، نتیجه می‌گیریم که فرایند داده‌شده در واقع همان آبکاری میلهٔ پلاتینی توسط مجسمهٔ برنجی است. با توجه به فرض سؤال، هر دو فلز روی و مس در آند اکسید می‌شوند. از طرفی E° مس بزرگ‌تر از روی است؛ بنابراین در کاتد، کاتیون Cu^{2+} کاهش یافته و روی میلهٔ پلاتینی قرار گرفته است. *خلاصه این‌که!* تفاوت جرم میلهٔ پلاتینی قبل و بعد از آبکاری، مربوط به مس قرارگرفته روی آن است.

$$\text{جرم مس در مجسمه} = ۲۸۱/۱۸ - ۲۶۰/۴۱ = ۲۰/۷۷\ g$$

$$\text{درصد جرمی روی در مجسمه} = \frac{\text{جرم روی در مجسمه}}{\text{جرم کل مجسمه}} \times ۱۰۰ = \frac{۲۶ - ۲۰/۷۷}{۲۶} \times ۱۰۰ \simeq ٪۲۰$$

۳۷۷- گزینهٔ «۱» لطفاً به تمرین (۲) کادر (۵۲) مراجعه کنید.

۳۷۸- گزینهٔ «۴» با توجه به نیم‌واکنش کاهشی در سلول سوختی هیدروژن، به ازای مبادلهٔ ۴ مول الکترون، ۱ مول O_2 مصرف می‌شود:

$$O_2(g) + ۴H^+(aq) + ۴e^- \longrightarrow ۲H_2O(l)$$

$$۴۴۸\ L\,O_2 \times \frac{۱\ mol\,O_2}{۲۲/۴\ L\,O_2} \times \frac{۴\ mol\,e^-}{۱\ mol\,O_2} = ۸۰\ mol\,e^-$$

در فرایند آبکاری نقره، به ازای مصرف هر ۱ مول الکترون، ۱ مول نقره روی جسم *موردنظر می‌نشیند!* پس می‌توان نوشت:

$$Ag^+(aq) + e^- \longrightarrow Ag(s)$$

$$۸۰\ mol\,e^- \times \frac{۱\ mol\,Ag}{۱\ mol\,e^-} \times \frac{۱۰۸\ g\,Ag}{۱\ mol\,Ag} = ۸۶۴۰\ g\,Ag$$

۳۷۹- گزینهٔ «۲» اول باید ببینیم به ازای عبور $۸/۴۲۸ \times ۱۰^{۲۱}$ الکترون، چند گرم مس روی جسم *موردنظر می‌نشیند!*

$$Cu^{2+} + ۲e^- \longrightarrow Cu$$

$$۸/۴۲۸ \times ۱۰^{۲۱}\ e^- \times \frac{۱\ mol\,e^-}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ e^-} \times \frac{۱\ mol\,Cu}{۲\ mol\,e^-} \times \frac{۶۴\ g\,Cu}{۱\ mol\,Cu} = ۰/۴۴۸\ g\,Cu$$

حالا با توجه به جرم و حجم لایهٔ مس قرارگرفته روی صفحه، به راحتی می‌توان چگالی مس را *سایید:*

$$\text{حجم لایهٔ مس قرارگرفته روی صفحه} = \underbrace{۵۰\ cm^2}_{\text{مساحت صفحه}} \times \underbrace{(۰/۰۱\ mm \times \frac{۱\ cm}{۱۰\ mm})}_{\text{ضخامت لایه}} = ۰/۰۵\ cm^3$$

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} = \frac{۰/۴۴۸\ g}{۰/۰۵\ cm^3} = ۸/۹۶\ g.cm^{-3}$$

۳۸۰- گزینهٔ «۴» لطفاً به تمرین (۳) کادر (۵۲) مراجعه کنید.

۳۸۱- گزینهٔ «۲» لطفاً به تمرین (۴) کادر (۵۲) مراجعه کنید.

۳۸۲- گزینهٔ «۲» با توجه به این‌که محلول اسیدی دارای پتاسیم دی‌کرومات $(K_2Cr_2O_7)$ است، می‌توان گفت در این فرایند، عدد اکسایش کروم از ۶+ در $Cr_2O_7^{2-}$ به صفر در Cr می‌رسد:

$$Cr_2O_7^{2-} : ۲Cr + ۷(-۲) = -۲ \Rightarrow Cr = +۶$$

نیم‌واکنش کاتدی: $Cr^{۶+} + ۶e^- \longrightarrow Cr$

نیم‌واکنش آندی: $۲H_2O \longrightarrow O_2 + ۴H^+ + ۴e^-$ واکنش آندی هم که مربوط به آب است:

برای برابرشدن شمار الکترون در دو نیم‌واکنش، نیم‌واکنش کاتدی را در ۲ و نیم‌واکنش آندی را در ۳ ضرب می کنیم:

$$\begin{cases} ۲Cr^{۶+} + ۱۲e^- \longrightarrow ۲Cr \\ ۶H_2O \longrightarrow ۳O_2 + ۱۲H^+ + ۱۲e^- \end{cases}$$

به این ترتیب خواهیم داشت:

$$۱۰/۴\ g\,Cr \times \frac{۱\ mol\,Cr}{۵۲\ g\,Cr} \times \frac{۳\ mol\,O_2}{۲\ mol\,Cr} \times \frac{۲۵\ L\,O_2}{۱\ mol\,O_2} = ۷/۵\ L\,O_2$$