فصل اول

CHEMISTRY 12

مولکول‌ها در خدمت تندرستی

بخش اول ---------- صفحه ۱ تا ۱۳ کتاب درسی

ایستگاه سوخت‌رسانی ۱۶۸

مقدمه‌ای بر اهمیت بهداشت

۱ پاکیزگی و بهداشت همواره در زندگی انسان‌ها اهمیت بالایی داشته، به طوری که یکی از دلایل اسکان انسان در کنار رود و رودخانه این بود که با دسترسی به آب، بدن خود را بشوید و ابزار، ظروف و محیط زندگی خود را تمیز نگه دارد.

۲ حفاری‌های باستانی از شهر بابِل نشان می‌دهد که چند هزار سال پیش از میلاد، انسان‌ها به همراه آب از موادی شبیه به **صابون امروزی** برای نظافت و پاکیزگی استفاده می‌کردند. نیاکان ما (*همون آبا و اجداد ما!*) به تجربه پی بردند که اگر ظرف‌های چرب را به خاکستر آغشته کنند و سپس با آب گرم شست و شو دهند، آسان‌تر، تمیز می‌شوند.

تذکر در خاکستر مواد مختلفی از جمله فلزهای گروه اول وجود دارند که خاصیت بازی داشته و می‌توانند در واکنش با چربی، صابون تولید کنند که *اینو جلوتر می‌خونیم، نگران نباش* 🙂

۳ در گذشته به دلیل در دسترس نبودن، کمبود یا استفاده نکردن از صابون، سطح بهداشت فردی و همگانی بسیار پایین بود، به طوری‌که بیماری‌های گوناگون به سادگی در جهان گسترش می‌یافت.

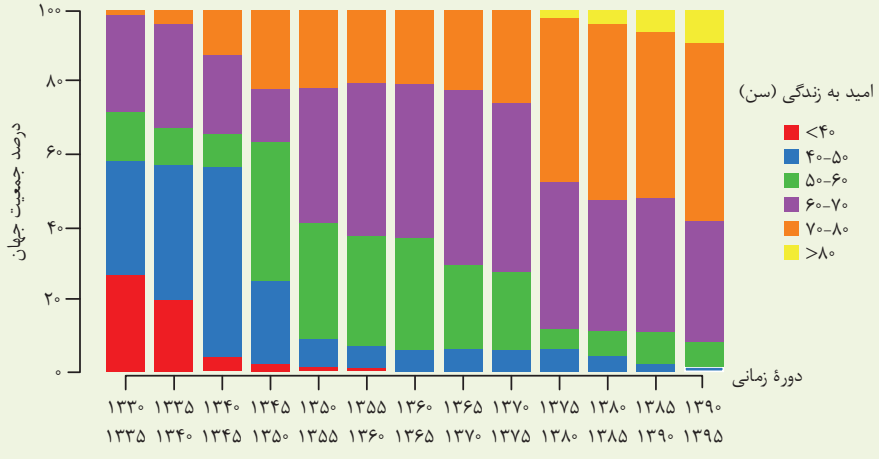
مثال وبا یک بیماری واگیردار است که به دلیل آلوده‌شدن آب و نبود بهداشت شایع می‌شود. این بیماری در طول تاریخ بارها در جهان همه‌گیر شد و جان میلیون‌ها انسان را گرفت. این بیماری هنوز هم می‌تواند برای هر جامعه‌ای تهدیدکننده باشد. ساده‌ترین و مؤثرترین راه پیشگیری این بیماری، رعایت بهداشت فردی و همگانی است.

۴ با گذشت زمان، استفاده از صابون و توجه به نظافت و بهداشت در جوامع گسترش یافت و سبب شد تا میکروب‌ها، آلودگی‌ها و عوامل بیماری‌زا در محیط‌های فردی و همگانی کاهش یافته و سطح بهداشت جامعه افزایش یابد.

۵ **شاخص امید به زندگی** نشان می‌دهد با توجه به خطراتی که انسان‌ها در طول زندگی با آن مواجه هستند، به طور میانگین چند سال در این جهان زندگی می‌کنند. *همین اول بهتون بگیم* که شاخص امید به زندگی، میانگین طول عمر افراد یک جامعه را نشان می‌دهد؛ *پس فیلی تابلوعه* که فردی می‌تواند بسیار بیشتر یا بسیار کم‌تر از این عدد عمر کند.

۶ امید به زندگی شاخصی است که در کشورهای گوناگون و حتی در شهرهای یک کشور نیز با هم تفاوت دارد، زیرا این شاخص به عوامل گوناگونی بستگی دارد.

۷ نمودار زیر توزیع جمعیت جهان را براساس امید به زندگی آن‌ها در دوره‌های زمانی مختلف (برحسب سال خورشیدی) نشان می‌دهد:



با توجه به نمودار صفحهٔ قبل، می‌توان نکات زیر را برداشت کرد:

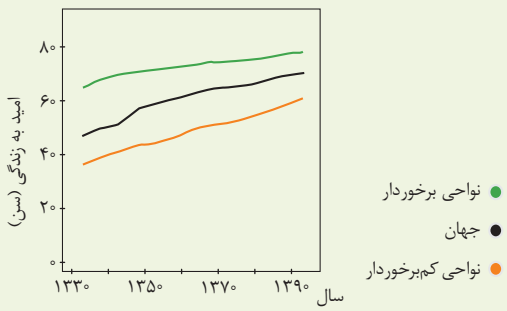
- با گذشت زمان، شاخص امید به زندگی در جهان افزایش یافته است.
- در جدول مقابل بالاترین شاخص امید به زندگی برای سال‌های ۱۳۳۰ تا ۱۳۹۵ را آوردیم، همان‌طور که در جدول می‌بینید، امروزه، امید به زندگی بیشتر مردم دنیا، در حدود ۷۰ تا ۸۰ سال است.
- *دو تا امید به زندگی فیلی بالبن!* یکی امید به زندگی زیر ۴۰ سال که همواره روند کاهشی داشته و یکی هم امید به زندگی بالای ۸۰ سال که از سال ۱۳۷۵ وارد گود شده و همواره هم روند افزایشی داشته است. بقیهٔ امید به زندگی‌ها خیلی نوسانی بودند و *یه وقتایی افزایشی هستن و یه وقتایی کاهشی!*

دورهٔ زمانی	بالاترین شاخص امید به زندگی
۱۳۳۰ - ۱۳۴۵	۴۰ - ۵۰
۱۳۴۵ - ۱۳۵۰	۵۰ - ۶۰
۱۳۵۰ - ۱۳۷۵	۶۰ - ۷۰
۱۳۷۵ – ۱۳۹۵	۷۰ - ۸۰

۸ نمودار زیر، میانگین امید به زندگی برحسب سن را در سال‌های مختلف برای مناطق برخوردار (توسعه‌یافته) و کم‌برخوردار در مقایسه با میانگین جهانی نشان می‌دهد.

- با این نمودار نیز می‌توان فهمید که با گذشت زمان، امید به زندگی در سطح جهان افزایش یافته است.
- مقایسهٔ امید به زندگی در هر سال به صورت زیر است:

امید به زندگی در یک سال معین: نواحی برخوردار > میانگین جهانی > نواحی کم‌برخوردار



- شیب نمودار مربوط به نواحی برخوردار کم‌تر از شیب نمودار نواحی کم‌برخوردار است. این بدان معناست که در یک بازهٔ زمانی مشخص، رشد امید به زندگی در نواحی برخوردار کم‌تر از رشد امید به زندگی در نواحی کم‌برخوردار است، *که این خبر خوبیه!* زیرا با گذشت زمان فاصلهٔ میان امید به زندگی نواحی کم‌برخوردار با نواحی برخوردار، کم و کم‌تر می‌شود.

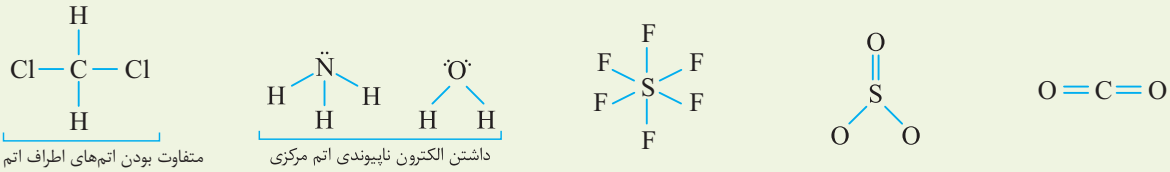
رشد امید به زندگی در بازهٔ معین: نواحی کم‌برخوردار > نواحی برخوردار

ایستگاه سوخت‌رسانی **۱۶۹** **شناسایی مولکول‌های قطبی و ناقطبی**

۱ مولکول‌های متقارن دارای دو شرط مقابل به صورت هم‌زمان هستند.
- اتم‌های اطراف اتم مرکزی یکسان است.
- اتم مرکزی، الکترون ناپیوندی ندارد.

۲ اگر مولکولی یکی از شرط‌ها یا ویژگی‌های مولکول‌های متقارن را نداشته باشد، مولکول نامتقارن به شمار می‌رود.

مثال مولکول‌های CO_2، SO_3 و SF_6 مولکول‌هایی متقارن و مولکول‌های H_2O، NH_3 و CH_2Cl_2 مولکول‌هایی نامتقارن به شمار می‌روند.



۳ همهٔ مولکول‌های متقارن، ناقطبی و همهٔ مولکول‌های نامتقارن، قطبی به شمار می‌روند.

۴ هیدروکربن‌ها (با فرمول کلی C_xH_y) دارای مولکول‌های ناقطبی هستند، بنابراین مولکول‌های موادی مانند متان (CH_4)، بنزن (C_6H_6)، گریس ($C_{18}H_{38}$) و وازلین ($C_{25}H_{52}$) ناقطبی‌اند.

۵ ترکیب‌های آلی اکسیژن‌دار (الکل‌ها، آلدهیدها، کتون‌ها، استرها، اترها و اسیدها) و ترکیب‌های آلی نیتروژن‌دار (مانند آمین‌ها و آمیدها) که شمار اتم‌های کربن هر مولکول آن‌ها برابر یا کمتر از ۵ تاست، قطبی به شمار می‌روند. (با این فرض که هر کدام از این ترکیب‌ها دارای یک گروه عاملی باشند.)

مثال ۱- بوتانول (C_4H_9OH) دارای مولکول‌های قطبی است، زیرا یک ترکیب آلی اکسیژن‌دار با ۴ اتم کربن (برابر یا کم‌تر از ۵ اتم C) است. در عوض مولکول‌های ۱- هگزانول ($C_6H_{13}OH$) ناقطبی به‌شمار می‌روند، زیرا در هر مولکول آن بیش از ۵ اتم کربن وجود دارد.

۶ می‌دانیم اگر نیروی جاذبهٔ بین ذره‌ای حل‌شونده و حلال از لحاظ نوع و قدرت، نزدیک به یکدیگر باشند، انتظار می‌رود که در یکدیگر حل شوند. به عبارت دیگر «**شبیه، شبیه را در خود حل می‌کند.**» براین اساس عبارت‌های زیر را می‌توان نتیجه گرفت:

- مواد ناقطبی (مانند هیدروکربن‌ها) در حلال‌های ناقطبی مانند هگزان (C_6H_{14}) و کربن تتراکلرید (CCl_4) حل می‌شوند اما در حلال‌های قطبی مانند آب نامحلول هستند.
- مواد قطبی در حلال‌های قطبی حل می‌شوند. برای مثال، آمونیاک (NH_3) که ماده‌ای قطبی به شمار می‌رود در آب (حلال قطبی) به‌خوبی حل می‌شود. *فیلی تابلوئه که* مواد قطبی در حلال‌های ناقطبی نامحلول‌اند.
- **اغلب** نمک‌ها در حلال‌های بسیار قطبی مانند آب حل می‌شوند، اما در حلال‌های ناقطبی مانند هگزان نامحلول هستند.

آقا اجازه! *چرا گفتین «اغلب نمک‌ها»، مگه همهٔ نمک‌ها در آب محلول نیستند؟*

پاسخ *امان از این هواس‌پرتی!* برخی از ترکیب‌های یونی مانند $AgCl$، در آب نامحلول بوده و رسوب تولید می‌کنند. *در یه حرکت دانش‌آموز پسند تمام رسوب‌های مهم کنکور را در کادر زیر آوردیم* 🙂

تمام رسوب‌های مهم کنکور: $AgCl$، $BaSO_4$، $Ca_3(PO_4)_2$، $Mg(OH)_2$، $Fe(OH)_2$ و $Fe(OH)_3$

• ترکیب‌های آلی اکسیژن‌دار و نیتروژن‌دار که شمار اتم‌های کربن آن‌ها کمتر یا مساوی ۵ تاست، در آب، محلول هستند. برای مثال ۱- بوتانول (C_4H_9OH) در آب حل می‌شود اما ۱- دکانول $(C_{10}H_{21}OH)$ در آب نامحلول است.

۷ در فرایند انحلال، اگر ذره‌های سازندهٔ حل شونده با مولکول‌های حلال جاذبهٔ مناسب برقرار کنند، حل‌شونده درحلال حل می‌شود، در غیر اینصورت، ذره‌های حل‌شونده در کنار هم باقی می‌مانند و در حلال پخش نمی‌شوند.

یادآوری در سال دهم خواندید که فرایند انحلال زمانی به نتیجه می‌رسد که ذره‌های سازندهٔ حل‌شونده با مولکول‌های حلال، جاذبه‌ای قوی و مناسب برقرار کنند:

شرط تشکیل محلول: میانگین جاذبه میان حلال و حل‌شونده در محلول > میانگین جاذبه‌ها در حلال و حل‌شوندهٔ خالص

ایستگاه سوخت‌رسانی

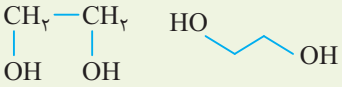
۱۷۰ بررسی و تحلیل یک جدول مهم!

در جدول صفحهٔ ۴ کتاب درسی، ۷ ماده نام برده شده است که در این قسمت به بررسی تک تک آن‌ها می‌پردازیم:

۱ اتیلن گلیکول (ضدیخ)

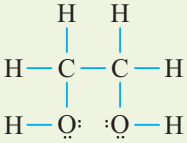
• اتیلن گلیکول یک الکل دو عاملی با فرمول مولکولی CH_2OHCH_2OH یا $C_2H_6O_2$ است.

• فرمول ساختاری و پیوند ـ خط اتیلن گلیکول به صورت مقابل است:



• از اتیلن گلیکول به عنوان ضدیخ در رادیاتور خودروها استفاده می‌شود. در واقع افزودن اتیلن گلیکول به آب رادیاتور خودروها باعث کاهش نقطهٔ انجماد (دیرتر یخ زدن) و افزایش نقطهٔ جوش (دیرتر جوش آمدن) می‌شود. *پس هم ضدیفه و هم ضدجوشه!*

• ساختار لوویس اتیلن گلیکول به صورت مقابل است و همان‌طور که مشاهده می‌شود در ساختار آن، ۹ جفت الکترون پیوندی و ۴ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.



• در ساختار هر مولکول اتیلن گلیکول دو پیوند $H-O$ وجود دارد و بر روی هر اتم اکسیژن دو جفت الکترون ناپیوندی قرار دارد، بنابراین توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی به ازای هر مولکول اتیلن گلیکول، دو برابر اتانول (C_2H_5OH) است. *از این حرفمون دو تا نتیجه فقن می‌گیریم:*

نتیجهٔ ۱: نقطهٔ جوش اتیلن گلیکول بالاتر از نقطهٔ جوش اتانول است.

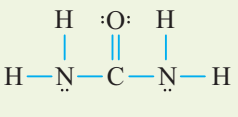
نتیجهٔ ۲: اتیلن گلیکول همانند اتانول به هر نسبتی در آب حل می‌شود. در واقع نمی‌توان محلول سیرشده‌ای از آن ساخت.

جمع‌بندی متانول (CH_3OH) اتانول (C_2H_5OH)، ۱-پروپانول (C_3H_7OH)، اتیلن گلیکول $(C_2H_6O_2)$، متانوئیک اسید $(HCOOH)$، اتانوئیک اسید (CH_3COOH) و پروپانوئیک اسید (CH_3CH_2COOH) به هر نسبتی در آب حل می‌شوند و نمی‌توان محلول سیرشده‌ای از آن‌ها با آب ساخت.

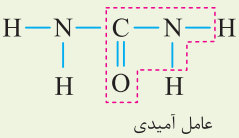
۲ اوره

• اوره با فرمول مولکولی $CO(NH_2)_2$ ماده‌ای قطبی است.

• ساختار لوویس اوره به صورت مقابل است. همان‌طور که می‌بینید در ساختار آن، ۸ جفت الکترون پیوندی و ۴ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.



• در ساختار اوره عامل آمیدی $(-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-N-)$ وجود دارد:



عامل آمیدی

• از آن‌جا که اوره دارای پیوندهای *فراوان* $N-H$ است، می‌توان گفت که چه با مولکول‌های خود و چه با مولکول‌های آب قابلیت تشکیل پیوند هیدروژنی را دارد.

• اوره به خوبی در آب حل می‌شود، زیرا اولاً دارای مولکول‌های قطبی است و دوماً به دلیل وجود پیوندهای $N-H$، قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب است.

۳ نمک خوراکی

• *اول از همه خواست باشه که* استفاده کردن واژهٔ مولکول برای ترکیب‌های یونی مانند NaCl، *جایز نبوده و حرام است!*

• از آن‌جا که سدیم کلرید یک ترکیب یونی است، به خوبی در آب حل می‌شود.

۴ بنزین

• بنزین مخلوطی از چند هیدروکربن متفاوت است که به طور میانگین فرمول مولکولی آن برابر C_8H_{18} در نظر گرفته می‌شود.

• هیدروکربن‌ها موادی ناقطبی‌اند، بنابراین بنزین از مولکول‌های ناقطبی تشکیل شده است و در حلال‌های ناقطبی مانند هگزان به خوبی حل می‌شود.

۵ وازلین

وازلین همانند بنزین، یک مادهٔ خالص نیست و از چند هیدروکربن تشکیل شده است، اما به طور تقریبی می‌توان فرمول مولکولی آن را $C_{25}H_{52}$ در نظر گرفت. مولکول‌های سازندهٔ وازلین، ناقطبی هستند و به همین دلیل وازلین در هگزان محلول است.

یادآوری گریس ($C_{18}H_{38}$) و وازلین ($C_{25}H_{52}$) دو مادهٔ ناقطبی هستند که جزو هیدروکربن‌ها به شمار می‌روند. نقطهٔ جوش و گرانروی (چسبندگی) وازلین بیشتر از گریس است، زیرا شمار اتم‌های کربن در هر واحد فرمولی آن از وازلین بیشتر بوده و نیروهای بین مولکولی آن قوی‌تر می‌باشد. از آن‌جا که گرانروی وازلین بیشتر از گریس است، پس چسبندگی آن بیشتر از گریس بوده و پاک کردن لکهٔ وازلین از روی یک سطح در شرایط یکسان، سخت‌تر از لکهٔ گریس است.

۶ روغن زیتون

- *چیزی که لازمه اول از همه بدونین اینه که* روغن زیتون مادهٔ خالصی به شمار نمی‌رود و مخلوطی از استرها و کربوکسیلیک اسیدهای بلند زنجیر است. *البته اینو کتاب چیزی نگفته، بین خودمون باشه* 😜 روغن زیتون را به طور کلی یک استر سه عاملی و به طور تقریبی فرمول مولکولی آن را $C_{57}H_{104}O_6$ در نظر می‌گیرند.
- بخش ناقطبی (زنجیر هیدروکربنی) در روغن زیتون کاملاً بر بخش قطبی غلبه دارد، بنابراین روغن زیتون، ماده‌ای ناقطبی به شمار می‌رود.
- از آن‌جا که روغن زیتون، ماده‌ای ناقطبی است، به راحتی در هگزان (C_6H_{14}) حل می‌شود ولی در حلال‌های قطبی (مانند آب) انحلال‌پذیر نیست.

۷ عسل

- *شاید باورت نشه ولی* عسل هم ماده‌ای خالص نیست و شامل قندهای گوناگون است. در واقع عسل حاوی مولکول‌هایی قطبی است که در ساختار خود، شمار زیادی گروه هیدروکسیل ($-OH$) دارند، بنابراین عسل به راحتی در حلال قطبی حل می‌شود.
- با وارد شدن عسل در آب (حلال قطبی)، مولکول‌های سازندهٔ عسل با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند و در لابه‌لای آن پخش می‌شوند. بنابراین آب، حلال مناسبی برای لکه‌های شیرینی مانند آب قند، شربت آبلیمو و چای شیرین است (*چون همشون قند دارن و قندها هم می‌تونن پیوند هیدروژنی بزنن با آب!*)

ایستگاه سوخت‌رسانی ۱۷۱

آلاینده‌ها

۱ به موادی که بیش از مقدار طبیعی در یک محیط، ماده یا یک جسم وجود دارند، آلاینده گفته می‌شود. برای مثال گل‌ولای آب، گردوغبار هوا، لکه‌های چربی و مواد غذایی روی لباس‌ها و پوست نمونه‌هایی از آلاینده‌ها هستند.

۲ برای پاک کردن و زدودن آلاینده‌ها، باید از حلال یا شویندهٔ مناسب آن استفاده کنیم. به این صورت که اگر آلاینده دارای مولکول‌های قطبی (مانند عسل) است، از حلال قطبی مانند آب برای پاک کردن آن از سطح استفاده کنیم و اگر آلاینده دارای مولکول‌های ناقطبی (مانند وازلین) است، باید از حلال ناقطبی مانند هگزان استفاده کرد.

۳ با توجه به مطالبی که خواندیم می‌توان گفت:

عسل، آب قند، شربت آبلیمو و یا چای شیرین موادی قطبی به شمار می‌آیند و اگر به صورت لکه روی سطح وجود داشته باشند، می‌توان آن‌ها را با حلال قطبی مناسب مانند آب پاک کرد.

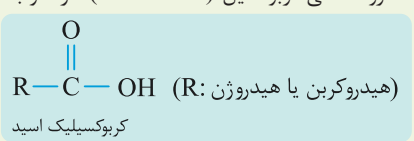
روغن، چربی، وازلین و گریس موادی ناقطبی به شمار می‌آیند و سطح دارای لکهٔ این مواد را می‌توان با حلال ناقطبی مناسب مانند هگزان پاک کرد.

تذکر *البته بگیما!* با استفاده از شوینده‌های مناسب می‌توان تا حد زیادی لکه‌های حاصل از مواد قطبی و ناقطبی را از بین برد.

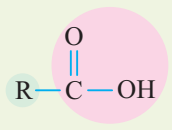
ایستگاه سوخت‌رسانی ۱۷۲

اسید چرب

۱ کربوکسیلیک اسیدها دسته‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که حداقل یک گروه عاملی کربوکسیل ($-COOH$) دارند و به نام اسیدهای آلی شناخته می‌شوند:



۲ هر کربوکسیلیک اسید دارای یک بخش قطبی (گروه کربوکسیل یا $-COOH$) و یک بخش ناقطبی (گروه هیدروکربنی یا R) است. *بخش قطبی که ثابته! میمونه بخش ناقطبی* 🙂 هر چه گروه هیدروکربنی یا گروه R بزرگ‌تر باشد، بخش ناقطبی بزرگ‌تر شده و بر بخش قطبی یعنی $-COOH$ غلبه می‌کند.



افزایش تعداد C در گروه R ⇐ بزرگ‌تر شدن بخش ناقطبی ⇐ افزایش خاصیت آب‌گریزی و چربی‌دوستی

۳ اگر بخش هیدروکربنی (R) در اسید آلی، خطی (بدون حلقه) و سیرشده (فقط دارای پیوند $C-C$) باشد، آلکیل محسوب شده و فرمول کلی کربوکسیلیک اسید به صورت $C_mH_{2m+1}COOH$ یا $C_nH_{2n}O_2$ خواهد بود.

مثال دقت کنید زیروندها در فرمول‌های $C_mH_{2m+1}COOH$ و $C_nH_{2n}O_2$ با یکدیگر یکسان نیست. به فرمول‌های نوشتاری برای پنتانوئیک اسید توجه کنید:

پنتانوئیک‌اسید
- مطابق فرمول $C_mH_{2m+1}COOH$ ← C_4H_9COOH
- مطابق فرمول $C_nH_{2n}O_2$ ← $C_5H_{10}O_2$

۴ به کربوکسیلیک اسیدهایی که زنجیر کربنی در آن‌ها به اندازهٔ کافی بلند است، اسید چرب گفته می‌شود.

آقا اجازه! *یعنی چی به اندازهٔ کافی بلند؟*

پاسخ در کتاب درسی اشاره‌ای به شمار اتم‌های کربن نشده *ولی فوبه بدونی* معمولاً شمار اتم‌های کربن در زنجیر هیدروکربنی اسیدهای چرب بین ۱۴ تا ۱۸ اتم کربن است.

آقا اجازه! *الان ما درست می‌گیم، هر اسید چربی یک کربوکسیلیک اسیده ولی هر کربوکسیلیک اسیدی، اسید چرب محسوب نمیشه! یعنی مثلاً هپتانوئیک اسید یه اسید چرب نیس، درسته؟*

پاسخ *بله، دقیقاً همینه، خوب گفتی* 🙂

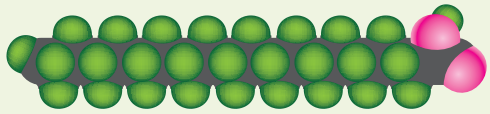
۵ بخش قطبی ($-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$) در اسیدهای چرب *توان مقابله با زنجیر بلند هیدروکربنی را ندارد!* با توجه به این‌که بخش ناقطبی (R) در اسید چرب بسیار بزرگ‌تر و قوی‌تر از بخش قطبی است، **مولکول اسید چرب در مجموع یک مولکول ناقطبی به شمار می‌رود که نیروهای غالب بین‌مولکولی در آن، از نوع جاذبه‌های وان‌دروالسی است**، بنابراین در حلال‌های ناقطبی مانند هگزان به خوبی حل می‌شود، اما در حلال‌های قطبی مانند آب، انحلال‌ناپذیر است.

۶ با توجه به کتاب درسی، اسیدهای چرب را می‌توان به صورت الگوی مقابل هم نشان داد:

۷ در کتاب درسی به ساختار و مدل فضاپرکن زیر به عنوان یک اسید چرب اشاره شده است:

$$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$$

بخش ناقطبی — بخش قطبی



۸ فرمول مولکولی اسید چرب بالا که دارای ۱۷ کربن در زنجیر هیدروکربنی خود است به صورت $C_{17}H_{35}COOH$ یا $C_{18}H_{36}O_2$ است.

ایستگاه سوخت‌رسانی **۱۷۳**

استرهای بلند زنجیر (سنگین)

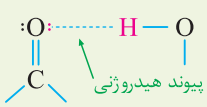
۱ اگر در یک کربوکسیلیک اسید به جای اتم هیدروژن گروه کربوکسیل ($-COOH$) یک گروه هیدروکربنی ($-R'$) قرار بگیرد، ترکیبی به‌نام استر به دست می‌آید. استرها یکی از مهم‌ترین مشتق‌های کربوکسیلیک اسیدها هستند.

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R'$$

۲ گروه عاملی استری دارای فرمول ساختاری $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-$ است که آن را به صورت $-COO-$ نیز نمایش می‌دهند.

۳ استرهای سبک به دلیل وجود گروه $-COO-$ موادی قطبی به شمار می‌روند، اما قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های خود نیستند.

نکته *یکم سطح بالاتر اگه نگاه کنین*، مواد آلی که گروه $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$ بخشی از گروه عاملی آن‌ها باشد، (مانند کتون‌ها، آلدهیدها، استرها و آمیدها)، می‌توانند با مولکول‌های آب، پیوند هیدروژنی برقرار کنند، در حالی که ممکن است توانایی برقراری پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های خود را نداشته باشند. به شکل زیر که فرایند برقراری پیوند هیدروژنی میان یک پیوند $H-O$ و گروه $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$ را نشان می‌دهد، توجه کنید. شرط برقراری پیوند هیدروژنی، وجود یک اتم H متصل به F، O و یا N از یک مولکول و وجود حداقل یک جفت الکترون ناپیوندی بر روی اتم‌های F، O و یا N از یک مولکول دیگر است.

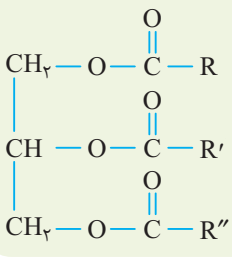


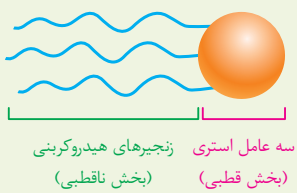
۴ از واکنش کربوکسیلیک اسیدها با الکل‌ها، می‌توان استرها را مطابق واکنش زیر تهیه کرد:

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + H-OR' \underset{}{\overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons}} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R' + H_2O$$

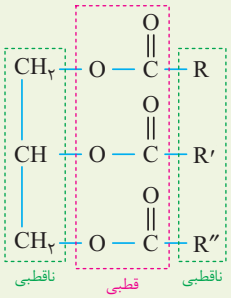
کربوکسیلیک اسید — الکل — استر — آب

۵ در برخی استرها، سه عامل استری ($-COO-$) وجود دارد و اسید سازندهٔ آن‌ها، اسید چرب می‌باشد. این‌گونه استرهای بلند زنجیر، از اجزای سازندهٔ چربی‌ها هستند. ساختار کلی این استرها را می‌توان به صورت مقابل نمایش داد:





۶ با توجه به کتاب درسی، استرهای سنگین را می‌توان به صورت الگوی مقابل هم نشان داد:

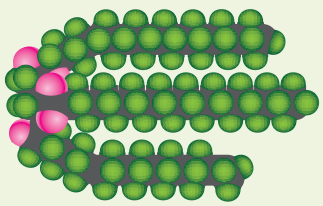


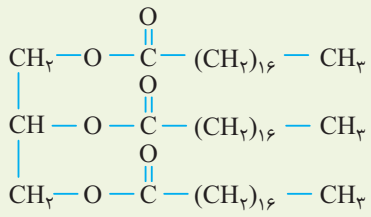
جمع‌بندی در ساختار استرهای بلندزنجیر، گروه‌های استری ($-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-$) بخش قطبی مولکول بوده و زنجیرهای بلند هیدروکربنی (R، R' و R'') بخش ناقطبی مولکول را تشکیل می‌دهند. از آن‌جا که بخش ناقطبی بسیار بزرگ‌تر و قوی‌تر از بخش قطبی است، **می‌توان گفت که مولکول استرهای بلندزنجیر در مجموع ناقطبی و نیروی غالب بین مولکول‌های آن از نوع وان‌دروالسی است.** در نتیجه در حلال‌های ناقطبی مانند هگزان به خوبی حل می‌شوند.

نتیجه‌گیری کتاب درسی برای ساده‌سازی، به‌جز زنجیر هیدروکربنی هر آن‌چه در استر بلندزنجیر وجود دارد را بخش قطبی در نظر گرفته است.

۷ استرهای سنگین به دلیل داشتن نیروهای بین مولکولی از نوع وان‌دروالسی و ناقطبی بودن آن‌ها، به تنهایی در حلال قطبی (مانند آب) حل نمی‌شوند. البته جلوتر خواهیم خواند که به کمک صابون می‌توانند در آب پخش شوند.

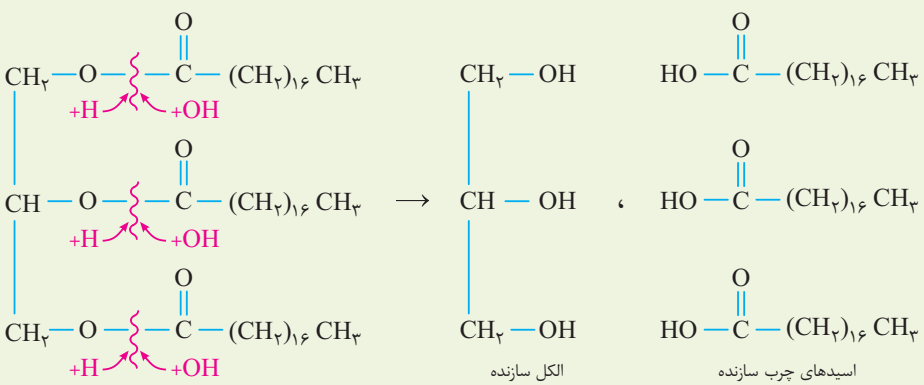
۸ در کتاب درسی به عنوان مثالی از استرهای سنگین به مولکول زیر اشاره شده است، *خب حالا فرمول مولکولی این استر چیه؟ ... بشمرید ... $C_{57}H_{110}O_6$، خب این فرمول رو جایی ندیدین؟ ... فکر کنین ... آفرین* 🙂 *چربی ذخیره‌شده در کوهان شتر توی سال دهم!*





• در سال یازدهم با تشخیص الکل و اسید سازندهٔ یک استر از روی فرمول ساختاری آشنا شدید. برای این *حرکت شیک و مجلسی!* کافیست پیوند بین گروه عاملی کربونیل و اکسیژن یعنی پیوند یگانهٔ $C-O$ را بشکنیم، سپس به عامل کربونیل، عامل OH اضافه کنیم تا کربوکسیلیک اسید اولیه به دست آید و به اکسیژن، یک اتم H اضافه کنیم تا الکل اولیه حاصل شود.

مثال کربوکسیلیک اسید (*یا همون* اسید چرب) و الکل سازندهٔ استر سنگین $C_{57}H_{110}O_6$ را به دست می‌آوریم:



نتیجه‌گیری همان‌طور که از معادلهٔ واکنش بالا پیداست، از آبکافت هر مول استر سه عاملی، در شرایط مناسب، یک مول الکل سه عاملی و سه مول اسید تک عاملی به‌دست می‌آید. با توجه به فرمول‌های به‌دست آمده، با آبکافت یک استر سنگین، یک الکل سه عاملی با فرمول شیمیایی $C_3H_5(OH)_3$ و سه مول اسید چرب به‌دست می‌آید.

تذکر فرمول مولکولی روغن زیتون به صورت $C_{57}H_{104}O_6$ است، *یه وقت با چربی ذخیره شده توی کوهان شتر اشتباه نگیریش!*

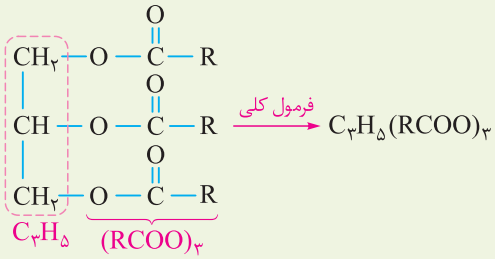
جمع‌بندی *یک بار دیگه چربی رو تعریف کن!* چربی‌ها، مخلوطی از اسیدهای چرب و استرهای بلندزنجیر (استرهای سنگین) هستند. از آن‌جا که مولکول‌های سازندهٔ اسیدهای چرب و استرهای سنگین، ناقطبی هستند، بنابراین چربی‌ها نیز موادی ناقطبی و نیروی بین مولکولی غالب در این مواد، از نوع وان‌دروالسی است.

چربی‌ها = اسیدهای چرب + استرهای سنگین

تمرین **فرمول شیمیایی اسیدچرب سازندهٔ یک استر سنگین (تری‌گلیسرید) به فرمول $C_{54}H_{98}O_6$ کدام است؟ (اسیدهای چرب سازندهٔ استر سنگین همگی یکسان هستند.)**

۱) $C_{17}H_{34}O_2$ ۲) $C_{16}H_{32}O_2$ ۳) $C_{16}H_{31}COOH$ ۴) $C_{15}H_{29}COOH$

پاسخ در این مدل تست‌ها *که فیلی مرسوم شدن*، مهم‌ترین نکته بلد بودن ساختار کلی استرهای سنگین به صورت مقابل است:



در این تست نیاز به فرمول RCOOH داریم یعنی اگر بتوانیم شمار اتم‌های C و H در RCOO را پیدا کنیم، *همه پی تمومه* فرمول استر سنگین را داریم و می‌خواهیم به فرمول اسید چرب برسیم (از کل به جزء). در این استر سنگین، ۵۴ اتم C وجود دارد که ۳ تای آن متعلق به گروه C_3H_5 است،پس ۵۱ = ۳ − ۵۴ اتم C متعلق به سه گروه RCOO می‌باشد. حالا برای به‌دست آوردن شمار اتم‌های C در یک گروه RCOO، ۵۱ را بر ۳ تقسیم می کنیم و مشخص می‌شود که در RCOO، شمار اتم‌های C برابر $\frac{51}{3}=17$ است.

پیدا کردن شمار اتم‌های کربن در RCOO:
۵۴ (کل اتم‌های کربن) ← −۳ ← ۵۱ (اتم‌های کربن در ۳ گروه RCOO) ← ÷۳ ← ۱۷ (اتم‌های کربن در یک گروه RCOO)

بنابراین در اسید چرب مورد نظر، ۱۷ اتم کربن وجود دارد. برای یافتن شمار اتم‌های H، دقت کنید که در این استر سنگین، ۹۸ اتم H وجود دارد که ۵ تای آن متعلق به C_3H_5 است، پس ۹۳ = ۵ − ۹۸ اتم H متعلق به سه گروه RCOO می‌باشد. حالا برای به‌دست آوردن شمار اتم‌های H در یک گروه RCOO، ۹۳ را بر ۳ تقسیم می‌کنیم و مشخص می‌شود که در RCOO، شمار اتم‌های H برابر $\frac{93}{3}=31$ است.

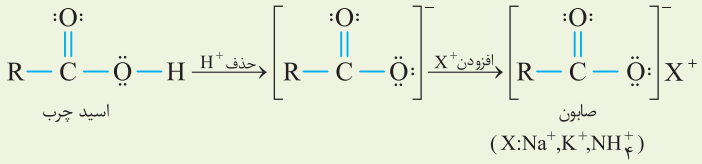
پیدا کردن شمار اتم‌های هیدروژن در RCOO:
۹۸ (کل اتم‌های هیدروژن) ← −۵ ← ۹۳ (اتم‌های هیدروژن در ۳ گروه RCOO) ← ÷۳ ← ۳۱ (اتم‌های هیدروژن در یک گروه RCOO)

با توجه به محاسبات بالا، در RCOO، ۱۷ اتم کربن و ۳۱ اتم هیدروژن یافت می‌شود. از آن‌جا که فرمول کلی اسیدهای چرب به صورت RCOOH است،می‌توان ادعا کرد که اتم‌های هیدروژن در آن یکی بیشتر و برابر ۳۲ است. در نتیجه فرمول شیمیایی اسید چرب سازندهٔ استر سنگین $C_{54}H_{98}O_6$ به صورت $C_{17}H_{32}O_2$ یا $C_{15}H_{31}COOH$ بوده و بنابراین گزینهٔ (۳) درست است.

ایستگاه سوخت‌رسانی ۱۷۴

صابون

۱ اگر هیدروژن گروه کربوکسیل ($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$) یک اسید چرب را با یکی از کاتیون‌های Na^+، K^+ و NH_4^+ جایگزین کنیم، صابون به دست می‌آید. در واقع صابون، نمک سدیم، پتاسیم و آمونیوم اسیدهای چرب است.



۲ اگر زنجیر هیدروکربنی موجود در صابون (R)، سیرشده و فاقد پیوند دوگانه یا سه‌گانه باشد، در واقع اگر R یک گروه آلکیل باشد، فرمول کلی صابون به صورت مقابل خواهد بود.

$$\underbrace{C_nH_{2n+1}COOH}_{\text{اسید چرب}} \rightarrow \underbrace{C_nH_{2n+1}COONa \text{ یا } C_nH_{2n+1}COOK \text{ یا } C_nH_{2n+1}COONH_4}_{\text{صابون}}$$

۳ صابون‌ها به دو حالت فیزیکی مایع یا جامد *در جهان هستی!* وجود دارند. به طور کلی حالت فیزیکی صابون به کاتیون مورد استفاده در آن بستگی دارد. صابون سدیم، جامد ولی صابون پتاسیم و آمونیوم، مایع محسوب می‌شوند.

جمع‌بندی حالت فیزیکی صابون
- جامد ← $RCOO^-Na^+$
- مایع ← $RCOO^-K^+$ یا $RCOO^-NH_4^+$

۴ صابون‌های جامد را از گرم کردن مخلوط روغن‌های گوناگون گیاهی یا چربی جانوری مانند روغن زیتون، نارگیل، پیه با سدیم هیدروکسید (NaOH) تهیه می‌کنند.

روغن گیاهی یا چربی جانوری + NaOH → صابون + فراورده‌های دیگر

اسید چرب موجود در چربی‌ها با سدیم هیدروکسید به صورت زیر واکنش می‌دهد[۱]:

$$\underset{\text{اسید چرب}}{R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH} + NaOH \rightarrow \underset{\text{صابون}}{R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^-Na^+} + H_2O$$

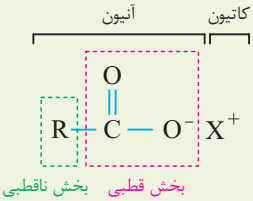
۱. *صد البته* استرهای سنگین نیز می‌توانند با سدیم هیدروکسید واکنش دهند، *که چلوتر باهاش آشنا میشی، صبور باش*

۵ صابون، نمک اسیدهای چرب است. هر نمکی (ترکیب یونی) دارای یک کاتیون و یک آنیون در واحد سازندهٔ خود است. صابون دارای یک جزء کاتیونی (Na^+ یا K^+ یا NH_4^+) و یک جزء آنیونی ($RCOO^-$) می‌باشد. جزء آنیونی صابون نیز دارای دو بخش است، یک بخش ناقطبی و یک بخش قطبی. زنجیر هیدروکربنی (R) بخش ناقطبی صابون است که آب‌گریز و چربی‌دوست می‌باشد. بخش قطبی جزء آنیونی، $-C(=O)-O^-$ است که آب‌دوست و چربی‌گریز می‌باشد.

جمع‌بندی

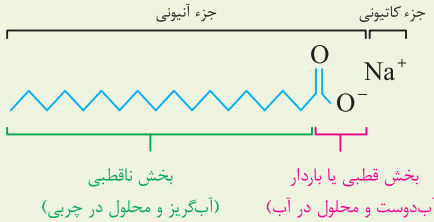
اجزای صابون

- جزء کاتیونی ← Na^+ یا K^+ یا NH_4^+
- جزء آنیونی
  - R (زنجیر هیدروکربنی) ← بخش ناقطبی، چربی‌دوست و آب‌گریز (محلول در روغن و چربی)
  - COO^- ← بخش قطبی، چربی‌گریز و آب‌دوست (محلول در آب)



۶ از آن‌جا که صابون ماده‌ای است که هم سر آب‌دوست و هم سر چربی‌دوست دارد، می‌توان گفت که **صابون هم در آب و هم در چربی‌ها حل می‌شود.**

مثال در کتاب درسی به ساختار صابون جامد زیر اشاره شده است. فرمول شیمیایی این صابون $C_{17}H_{35}COONa$ یا $C_{18}H_{35}O_2Na$ می‌باشد.



تذکر برای افزایش دقت و تمرکز شما، تمام مسائل پاک‌کننده‌ها (چه صابونی و چه غیرصابونی و ...) در ایستگاهی جداگانه به طور کامل بررسی خواهند شد. *فعلاً دستاتونو خوب بشورید تا به مسائل هم برسیم*

ایستگاه سوخت‌رسانی ۱۷۵

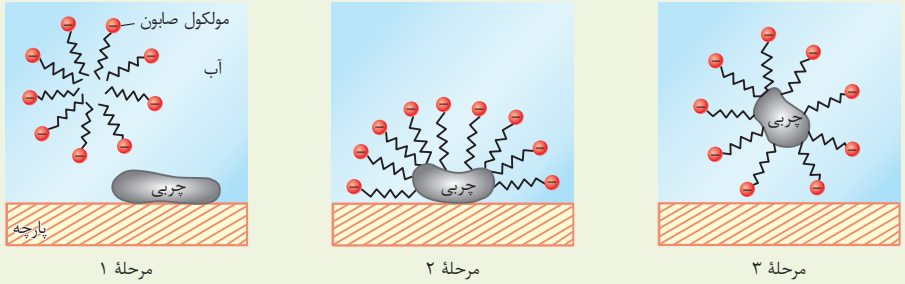
مراحل پاک‌کنندگی صابون

۱ چربی‌ها مخلوطی از اسیدهای چرب و استرهای بلندزنجیر (با جرم مولی زیاد) هستند.

۲ نیروهای بین مولکولی غالب در چربی‌ها، از نوع وان‌درووالسی بوده و ماده‌ای ناقطبی محسوب می‌شوند.

۳ چرک لباس و پوست بدن، بیشتر از جنس چربی است. آب (قطبی) به تنهایی نمی‌تواند باعث پاک شدن چربی‌ها (ناقطبی) شود.

۴ در کتاب درسی مراحل پاک شدن یک لکهٔ چربی توسط صابون به صورت زیر نشان داده شده است:



مرحلهٔ ۱ مرحلهٔ ۲ مرحلهٔ ۳

مرحلهٔ اول: ورود صابون به آب

با حل کردن صابون در آب، جزء کاتیونی آن (یعنی Na^+، K^+ یا NH_4^+) از جزء آنیونی (یعنی $R-COO^-$) جدا می‌شود و *با پاک‌کنندگی خداظی می‌کند!* در واقع جزء کاتیونی تنها حالت فیزیکی صابون را مشخص می‌کند، *همین و بس!*

حل شدن صابون در آب: $RCOO^-X^+(s)$ یا $(l) \xrightarrow{\text{در آب}} RCOO^-(aq) + X^+(aq)$

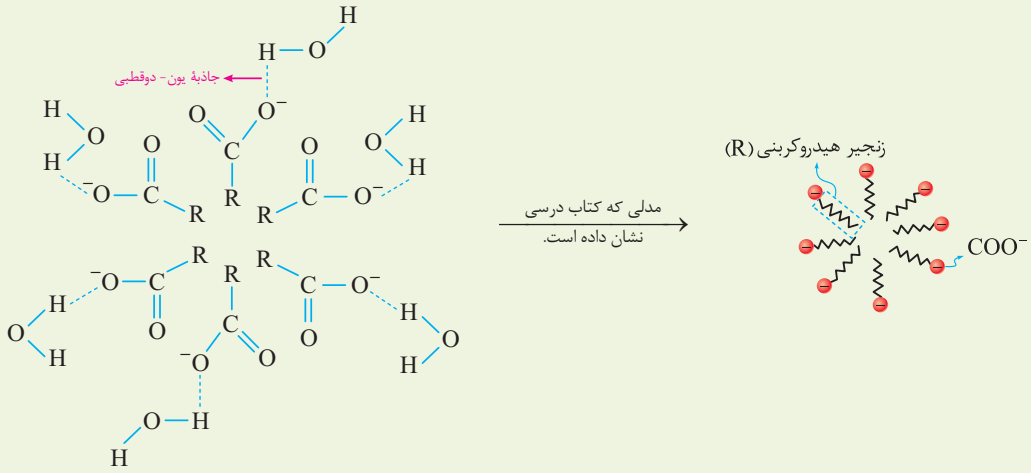
جزء آنیونی — جزء کاتیونی

جزء آنیونی، تمام نقش پاک‌کنندگی را بر عهده دارد. همان‌طور که گفتیم جزء آنیونی صابون دارای دو بخش است. یک بخش قطبی و آب‌دوست ($-C(=O)-O^-$) که با سر مثبت مولکول‌های آب (یعنی هیدروژن) جاذبهٔ یون ـ دوقطبی برقرار می‌کند. از طرف دیگر، جزء آنیونی صابون، یک بخش ناقطبی و چربی‌دوست (R) داشته که *حالش از آب بهم میخوره!* برای تماس نداشتن مولکول‌های آب و سر ناقطبی، مولکول‌های صابون با ایجاد توده‌هایی شبیه حباب از بیرون با مولکول‌های آب ارتباط داشته و قسمت ناقطبی به سمت درون و مرکز حباب قرار دارد. با این کار، بخش ناقطبی صابون در تماس مستقیم با مولکول‌های آب نخواهد بود.

مرحلهٔ دوم: باز شدن تودهٔ صابونی و برقراری ارتباط با چربی

توده‌های صابونی *خوشحال و خندان! در حال آب‌بازی، یهو یه لکهٔ چربی می‌بینن، زود و تند به سمت اون لکه حمله‌ور می‌شن!* با نزدیک شدن توده‌ها به لکه‌های چربی و دفع شدن سر قطبی آن توسط لکهٔ چربی، توده دچار عدم تعادل شده و از درون می‌پاشد و از قسمت ناقطبی خود با لکهٔ چربی ارتباط برقرار می‌کند.

از آن‌جا که هم بخش هیدروکربنی و هم لکهٔ چربی، ناقطبی هستند، جاذبهٔ وان‌درووالس میان این دو *بزرگوار!* برقرار می‌شود.



نکته کتاب درسی در مورد این مرحله می‌فرماید «ذره‌های صابون مانند پلی بین مولکول‌های آب و چربی قرار می‌گیرند.»

مرحلهٔ سوم: پاک شدن لکهٔ چربی از روی پارچه

به دلیل تعدد جاذبهٔ وان‌درووالس ایجادشده بین لکهٔ چربی و سر ناقطبی صابون، لکهٔ چربی به تدریج از روی پارچه جدا شده و در آب پخش می‌شود. در واقع توده‌هایی پدید می‌آیند که در مرکز آن، چربی و سر ناقطبی صابون (زنجیر هیدروکربنی) و در سطح آن، یون‌های منفی $-COO^-$ قرار دارند.

۵ *قبول داریم که کتاب درسی فرموده* صابون هم در چربی و هم در آب حل می‌شود، اما دقت کنید مخلوط آب با صابون و چربی جزء مخلوط‌های همگن (محلول) دسته‌بندی نمی‌شوند و جزء کلوئیدها به حساب می‌آیند که تا *یه دقیقه دیگه باهاش آشنا می‌شی* 🙂

ایستگاه سوخت‌رسانی ۱۷۶

کلوئیدها

۱ کلوئیدها مخلوط‌هایی **ناهمگن** هستند که ذره‌های سازندهٔ آن‌ها، توده‌های مولکولی با اندازهٔ متفاوت‌اند. شیر، ژله، سس مایونز، انواع رنگ‌ها و چسب‌ها، هوای آلوده و سرامیک نمونه‌ای از کلوئیدها هستند.

۲ ذره‌های سازندهٔ کلوئیدها (توده‌های مولکولی) به اندازهٔ کافی درشت هستند که بتوانند **نور مرئی را پخش کنند**. بنابراین به هنگام عبور نور از یک کلوئید، مسیر نور قابل تشخیص است. زیرا ذره‌های سازندهٔ کلوئید، نور تابیده شده را منعکس نموده و آن را به چشم ما می‌رسانند.

مثال به شکل مقابل توجه کنید، همان‌طور که می‌بینید، مسیر عبور نور از میان محلول مشخص نیست ولی در کلوئید این *مسیر به وضوح مشخصه* 🙂 ، یعنی کلوئیدها نور را پخش می‌کنند.

۳ ذره‌های سازندهٔ کلوئیدها همانند محلول‌ها، با گذشت زمان ته‌نشین نمی‌شوند. بنابراین می‌توان گفت کلوئیدها، **مخلوط‌هایی پایدار** هستند.

۴ اگر مخلوطی از روغن و آب را به هم بزنید، خیلی زود! می‌فهمید که نگه‌داشتن مخلوط این دو مایع در کنار هم غیرممکن است، زیرا روغن، حاوی مولکول‌های ناقطبی بوده و آب جزء مولکول‌های قطبی محسوب می‌شود. در واقع روغن و آب دو مایع مخلوط‌نشدنی هستند. با توقف هم‌زدن این مخلوط، قطره‌های بسیار کوچک روغن به هم می‌پیوندند و بزرگ می‌شوند و سرانجام به شکل یک لایهٔ جداگانه درمی‌آیند. خب حالا چیکار کنیم که این دو تا با هم مخلوط پایدار تشکیل بدن؟ با اضافه کردن مقداری صابون به مخلوط آب و روغن و هم‌زدن آن، یک مخلوط پایدار ایجاد می‌شود که به ظاهر همگن است، *اما این فقط ظاهر قضیس* 🙂 مخلوط آب، روغن و صابون یک مخلوط ناهمگن (کلوئید) به شمار می‌رود. *چرا؟ چون* صابون دارای دو بخش آب‌دوست و آب‌گریز است. با اضافه کردن صابون به مخلوط، بخش آب‌گریز صابون (R—) از طریق جاذبه‌های وان‌درووالسی به مولکول‌های روغن می‌چسبند و بخش آب‌دوست صابون ($-COO^-$) نیز با مولکول‌های آب از طریق جاذبهٔ یون ـ دوقطبی ارتباط برقرار می‌کند. به این ترتیب صابون همانند یک پل میان مولکول‌های آب و روغن قرار می‌گیرد و به نوعی باعث پخش شدن مولکول‌های روغن در آب می‌شود.

تذکر در مراحل پاک‌کنندگی چربی‌ها توسط صابون که در ایستگاه قبلی خواندیم نیز دقیقاً همین حالت اتفاق می‌افتد. به طور کلی به‌خاطر داشته باشید اگر به مخلوط دو مایع که در یکدیگر انحلال‌پذیر نیستند، مادهٔ سومی اضافه شود که دارای سرهای آب‌دوست و آب‌گریز باشد، اغلب کلوئید تولید می‌شود.

ایستگاه سوخت‌رسانی ۱۷۷

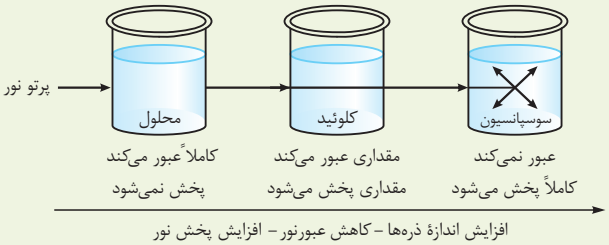
سوسپانسیون

۱ سوسپانسیون‌ها نوعی **مخلوط ناهمگن** جامد در مایع هستند که اندازهٔ ذرات آن‌ها نسبت به کلوئیدها، بزرگ‌تر است. با گذشت زمان، ذره‌های سوسپانسیون، ته‌نشین می‌شوند. به عبارت دیگر این مخلوط‌های ناهمگن، **ناپایدار** هستند.

نکته به دلیل ته‌نشین شدن ذرات سوسپانسیون، در نمونه‌های خوراکی آن، باید مخلوط را قبل از نوشیدن، به خوبی به هم زد. برای مثال قبل از نوشیدن شربت خاک‌شیر یا شربت معده، باید ظرف آن‌ها را به خوبی تکان داد.

۲ ذره‌های سازندهٔ سوسپانسیون، شامل ذره‌های ریزماده هستند.

۳ از آن‌جا که با افزایش ذره‌های سازنده، میزان عبور نور کاهش یافته ولی میزان پخش نور افزایش می‌یابد، میزان پخش نور سوسپانسیون‌ها بیشتر از کلوئیدهاست.



● در ادامه مقایسهٔ میان محلول‌ها، کلوئیدها و سوسپانسیون‌ها آورده شده است:

اندازهٔ ذره‌های سازنده: ذره‌های سازندهٔ محلول‌ها، یون‌ها و مولکول‌ها هستند. *این در حالیه که* ذره‌های سازندهٔ کلوئیدها، توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت‌اند و سوسپانسیون‌ها، حاوی ذره‌های ریز ماده می‌باشند.

نتیجه‌گیری اندازهٔ ذرات سازندهٔ کلوئید، از محلول بزرگ‌تر ولی از سوسپانسیون، کوچک‌تر است. **اندازهٔ ذره‌های سازنده:** سوسپانسیون > کلوئید > محلول

رفتار در برابر نور: عبور دادن نور و پخش‌کردن نور دو کمیت وابسته به اندازهٔ ذرات هستند. هر چه اندازهٔ ذره‌های سازندهٔ مخلوط بزرگ‌تر باشد، میزان عبور نور کاهش یافته ولی میزان پخش نور، افزایش می‌یابد.

میزان پخش نور: سوسپانسیون > کلوئید > محلول

میزان عبور نور: سوسپانسیون < کلوئید < محلول

همگن‌بودن: محلول‌ها، مخلوط‌هایی همگن هستند که خواص فیزیکی و حالت شیمیایی مواد در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است. در عوض، کلوئیدها و سوسپانسیون‌ها، مخلوط‌هایی ناهمگن هستند.

پایداری: منظور از پایداری در این قسمت، مقاومت در برابر ته‌نشین‌شدن ذره‌های سازنده است. با گذشت زمان، ذره‌های سازندهٔ محلول‌ها و کلوئیدها ته‌نشین نمی‌شوند پس پایدار هستند، در حالی‌که ذره‌های سازندهٔ سوسپانسیون‌ها ته‌نشین شده و در نتیجه ناپایدار هستند.

جمع‌بندی *خب رسیدیم به بحث شیرین جمع‌بندی!*

ویژگی / نوع مخلوط	سوسپانسیون‌ها	کلوئیدها	محلول‌ها
رفتار در برابر نور	نور را پخش می‌کنند	نور را پخش می‌کنند	نور را عبور می‌دهند
همگن‌بودن	ناهمگن	ناهمگن	همگن
پایداری	ناپایدار است و ته‌نشین می‌شود	پایدار است و ته‌نشین نمی‌شود	پایدار است و ته‌نشین نمی‌شود
ذره‌های سازنده	ذره‌های ریز ماده	توده‌های مولکولی با اندازهٔ متفاوت	یون‌ها و مولکول‌ها
مثال‌ها	شربت معده و شربت خاکشیر	شیر، ژله، انواع چسب‌ها و رنگ‌ها، سس مایونز، مخلوط آب، روغن و صابون	محلول $CuSO_4$ در آب، آب قند و آب نمک

ایستگاه سوخت‌رسانی ۱۷۸

آب سخت

۱ به آبی که در آن مقادیر **قابل توجهی** از یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} وجود دارد، آب سخت گفته می‌شود. آب دریا و آب مناطق کویری که شور هستند، به دلیل داشتن مقادیر چشم‌گیری از یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+}، آب سخت محسوب می‌شوند.

۲ اگر سه بشر حاوی آب و صابون داشته باشیم و در دوتای آن‌ها، به طور جداگانه، مقدار مناسبی از کلسیم‌کلرید و منیزیم‌کلرید اضافه کنیم، با به‌هم‌زدن این سه بشر در شرایط یکسان، مشاهده می‌کنیم که ارتفاع کف در بشر فاقد نمک (آب + صابون)، بیشتر از دو بشر دیگر است. از این آزمایش نتیجه می‌گیریم که قدرت پاک‌کنندگی صابون در آب دارای یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} (آب سخت) کم است.

۳ صابون در آب سخت به خوبی کف نمی‌کند و قدرت پاک‌کنندگی آن کاهش می‌یابد. *حالا چرا کف نمی‌کنه؟* چون مولکول‌های صابون می‌توانند با یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} رسوب تشکیل بدهند. لکه‌های سفیدی که پس از شستن لباس با صابون روی آن‌ها برجای می‌ماند، نشانه‌ای از تشکیل همین رسوب‌ها است.

اگر بخش کاتیونی صابون را با X^+ نمایش دهیم که X^+ می‌تواند Na^+، K^+ و NH_4^+ باشد، معادله‌های زیر چگونگی تشکیل رسوب‌های $(RCOO)_2Mg$ و $(RCOO)_2Ca$ را نشان می‌دهند:

$$2RCOOX(aq) + Ca^{2+}(aq) \rightarrow (RCOO)_2Ca(s) + 2X^+(aq)$$

$$2RCOOX(aq) + Mg^{2+}(aq) \rightarrow (RCOO)_2Mg(s) + 2X^+(aq)$$

۴ از آن‌جا که غلظت نمک‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب‌های مختلف، با هم فرق می‌کند، *فیلی بدیهیه که* قدرت پاک‌کنندگی یک نوع صابون در آب‌های مختلف نیز، با هم فرق کند. برای مثال آب چشمه نسبت به آب دریا میزان کم‌تری از یون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} دارد، بنابراین می‌توان انتظار داشت که قدرت پاک‌کنندگی صابون در آب چشمه بیشتر از آب دریا باشد.

ایستگاه سوخت‌رسانی ۱۷۹

قدرت پاک‌کنندگی صابون

۱ همان‌طور که *گفتیم و شنیدید*، صابون می‌تواند کلوئید پایداری از چربی‌ها در آب ایجاد کند و باعث پاک‌کردن لکه‌های چربی و روغن شود.

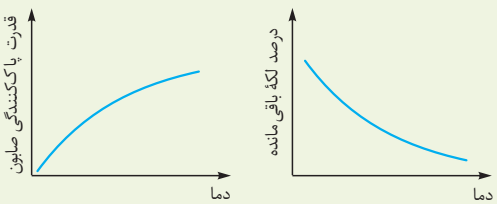
۲ هر اندازه صابون بتواند مقدار بیشتری از آلاینده‌ها و چربی‌ها را پاک کند، قدرت پاک‌کنندگی بیشتری دارد. در واقع صابون همهٔ لکه‌ها را به یک اندازه از بین نمی‌برد و قدرت پاک‌کنندگی صابون به عوامل مختلفی بستگی دارد:

- نوع پارچه
- دمای آب
- نوع و مقدار صابون
- نوع آب (نوع و غلظت یون‌های موجود در آب)

۳ در کتاب درسی به جدول *فوق‌العاده با حال مقابل* اشاره شده است، این جدول نتایج استفاده از دو نوع صابون برای پاک‌کردن لکهٔ چربی یکسان از روی دو نوع پارچه را نشان می‌دهد، همان‌طور که می‌بینید در این جدول به سه نوع عامل مؤثر بر قدرت پاک‌کنندگی صابون اشاره شده است: نوع صابون، نوع پارچه و دمای آب.

نوع صابون	نوع پارچه	دما ($^\circ C$)	درصد لکه باقی‌مانده
صابون بدون آنزیم	نخی	۳۰	۲۵
صابون بدون آنزیم	نخی	۴۰	۱۵
صابون آنزیم‌دار	نخی	۳۰	۱۰
صابون آنزیم‌دار	نخی	۴۰	۰
صابون آنزیم‌دار	پلی‌استر	۴۰	۱۵

- با مقایسهٔ دو ردیف اول که تنها عامل متغیر، دما است، به این نتیجه می‌رسیم که با افزایش دما، قدرت پاک‌کنندگی صابون افزایش می‌یابد، *به زبون دیگه* در دمای بالاتر درصد لکهٔ چربی باقی‌مانده روی لباس کم‌تر خواهد بود.



نکته با افزایش دما برهم‌کنش میان بخش COO^- — صابون با آب و هم‌چنین برهم کنش میان بخش ناقطبی (زنجیرهیدروکربنی) صابون با لکهٔ چربی سریع‌تر انجام می‌شود و *این یعنی پاک‌کنندگی سریع تر* 🙂

- با مقایسهٔ ردیف اول و سوم که تمام عوامل، ثابت و تنها نوع صابون در آن تغییر کرده می‌توان فهمید که صابون آنزیم‌دار، قدرت پاک‌کنندگی بیشتری نسبت به صابون بدون آنزیم دارد. در واقع با افزودن آنزیم به صابون، قدرت پاک‌کنندگی آن افزایش پیدا می‌کند.
- با مقایسهٔ ردیف چهارم و پنجم که تنها نوع پارچه تغییر کرده است، می‌توان فهمید که با تغییر نوع پارچه، نیروی چسبندگی بین لکه و پارچه نیز تغییر می‌کند، به طوری‌که هر چه نوع نیروی جاذبهٔ میان ذره‌های سازندهٔ پارچه به نوع نیروی جاذبه میان ذره‌های سازندهٔ لکه نزدیک‌تر و شبیه‌تر باشد، میزان چسبندگی لکه و پارچه بیشتر شده و قدرت پاک‌کنندگی صابون کاهش می‌یابد. با توجه به جدول موردنظر می‌توان گفت که **صابون، لکهٔ چربی را از روی پارچهٔ نخی بهتر از پارچهٔ پلی‌استری پاک می‌کند.** در نتیجه نوع نیروهای جاذبه ذره‌های پلی‌استری به لکه‌های چربی نزدیک‌تر است و این یعنی میزان چسبندگی چربی به پلی‌استر بیشتر از پارچهٔ نخی است.

میزان چسبندگی چربی به پارچه: پلی‌استر > نخی ⇐ **درصد لکهٔ چربی باقی‌مانده در پارچه:** پلی‌استر < نخی

تذکر با توجه به موارد بالا می‌توان گفت که میزان قطبیت و گشتاور دو قطبی (μ) مولکول‌های سازندهٔ پلی‌استر کم‌تر از مولکول‌های سازندهٔ نخ است. از طرفی آب مولکول‌های قطبی دارد، بنابراین پارچه‌های پلی‌استری به دلیل ناقطبی‌تر بودن نسبت به پارچه‌های نخی، میزان آب کم‌تری جذب می‌کنند و شستن آن‌ها سخت‌تر است.

میزان قطبیت: نخی > پلی‌استری ⇐ **میزان جذب آب و قدرت پاک‌کنندگی صابون:** نخی > پلی‌استری

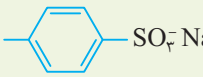
ایستگاه سوخت‌رسانی ۱۸۰

پاک‌کننده‌های غیرصابونی

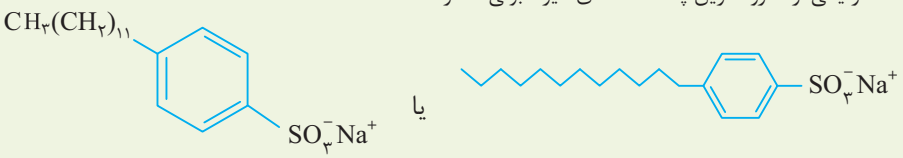
۱ نقش پاک‌کنندگی صابون سبب شد تا کاربرد آن برای پاکیزگی گسترش چشمگیری یابد. این روند سبب رشد بی‌سابقهٔ صابون‌سازی شد تا جایی که امروزه به یک صنعت بزرگ تبدیل شده است. از طرفی با افزایش جمعیت جهان، مصرف صابون نیز افزایش یافت. تولید انبوه صابون نیاز به مقدار بسیار زیادی چربی داشت و تأمین صابون با روش‌های سنتی، تقریباً ناممکن شد. *حالا همهٔ اینا یه طرف، این‌که* صابون در تمام شرایط به خوبی عمل نمی‌کرد *رو کجای دلمون بذاریم؟ یادتونه که* صابون در آب‌های مختلف، قدرت پاک‌کنندگی متفاوتی دارد. *همهٔ این عوامل دست به دست هم دادن به مهر تا شیمی‌دان‌ها راضی بشن پاک‌کننده‌های جدید رو کشف و درسنامه‌های ما رو پر بارتر کنن* 🙂

۲ اهداف شیمی‌دان‌ها برای تولید پاک‌کننده‌های جدید
- قدرت پاک‌کنندگی زیاد داشته باشد.
- آن را بتوان با قیمت مناسب و به میزان انبوه تولید کرد.

۳ شیمی‌دان‌ها توانستند با استفاده از **بنزن و دیگر مواد اولیه در صنایع پتروشیمی**، مواد پاک‌کننده‌ای با فرمول همگانی زیر تولید کنند که به **پاک‌کننده‌های غیرصابونی** مشهور هستند.

پاک‌کننده‌های غیرصابونی: $RC_6H_4SO_3^-Na^+$ یا 

۴ در کتاب درسی به ساختار یکی از معروف‌ترین پاک‌کننده‌های غیرصابونی[1] اشاره شده است:



۵ در ترکیب بالا یک زنجیر آلکیلی با فرمول $C_{12}H_{25}$ — به یک حلقهٔ بنزنی دارای گروه عاملی SO_3^- — وصل شده است. فرمول شیمیایی این ماده به صورت $C_{18}H_{29}SO_3^-Na^+$ است و در زنجیر آلکیلی آن، شاخهٔ فرعی وجود ندارد.

۶ پاک‌کننده‌های غیرصابونی همانند پاک‌کننده‌های صابونی دارای دو جزء کاتیونی و آنیونی هستند، جزء کاتیونی پاک‌کنندهٔ غیرصابونی صابون بالا، Na^+ است و جزء آنیونی آن هم شامل دو بخش است:

- بخش قطبی که گروه عاملی SO_3^- — است.
- بخش ناقطبی که شامل زنجیر آلکیلی و حلقهٔ بنزنی است.

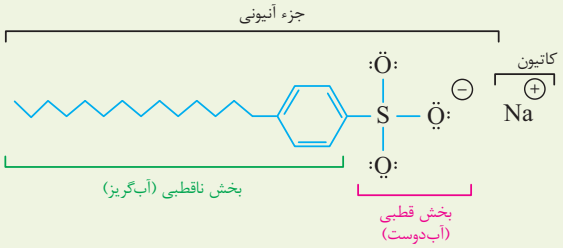
۷ پاک‌کننده‌های غیرصابونی همانند پاک‌کننده‌های صابونی دارای دو بخش آب‌دوست و آب‌گریز در جزء آنیونی خود هستند. در این پاک‌کننده‌ها چربی به بخش ناقطبی (زنجیر آلکیلی + حلقهٔ بنزنی) می‌چسبد و گروه SO_3^- — که بخش قطبی جزء آنیونی را تشکیل می‌دهد، باعث پخش‌شدن چربی‌ها در آب می‌شود.

۸ پاک‌کننده‌های غیرصابونی قدرت پاک‌کنندگی بیشتری نسبت به پاک‌کننده‌های صابونی دارند و در آب سخت نیز قدرت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کنند، زیرا گروه $RC_6H_4SO_3^-$ برخلاف گروه $RCOO^-$ با یون‌های موجود در این آب‌ها (Mg^{2+} و Ca^{2+})، رسوب تشکیل نمی‌دهد.

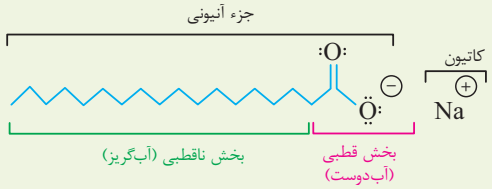
ایستگاه سوخت‌رسانی

۱۸۱ مقایسهٔ پاک‌کننده‌های صابونی و غیرصابونی

در کتاب درسی به نمونه‌ای از پاک‌کننده‌های صابونی و غیرصابونی اشاره شده است: $C_{18}H_{35}O_2^-Na^+$ و $C_{18}H_{29}SO_3^-Na^+$.



پاک‌کنندهٔ غیرصابونی



پاک کنندهٔ صابونی

شباهت‌ها

۱ هر دو، دارای جزء کاتیونی و جزء آنیونی هستند.

۲ در جزء آنیونی هر دو پاک‌کننده، یک بخش قطبی (آب‌دوست) و یک بخش ناقطبی (آب‌گریز) وجود دارد.

۳ در هر واحد فرمولی آن‌ها، یک کاتیون و یک آنیون وجود دارد (نسبت یک‌به‌یک کاتیون و آنیون).

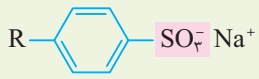
۴ هر دو پاک‌کننده هم در آب و هم در چربی قابلیت انحلال دارند.

۵ هر دو پاک‌کننده، از یک سمت با چربی‌ها و از سمتی دیگر با مولکول‌های آب نیروی جاذبه برقرار می‌کنند. در واقع بر اساس برهم‌کنش بین ذره‌ها عمل می‌کنند.

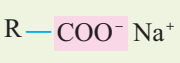
تفاوت‌ها

۱ $RC_6H_4SO_3^-Na^+$ همانند $RCOO^-Na^+$ یک پاک‌کننده است، با این تفاوت که پاک‌کننده‌های غیرصابونی از مواد پتروشیمیایی طی واکنش‌های پیچیده در صنعت تولید می‌شوند، در حالی‌که پاک‌کننده‌های صابونی از چربی‌ها (مخلوط روغن‌های گوناگون گیاهی یا جانوری) ساخته می‌شوند.

۲ در پاک‌کننده‌های صابونی، بخش قطبی جزء آنیونی، گروه عاملی COO^- — بوده، در حالی‌که همین بخش در پاک‌کننده‌های غیرصابونی، گروه عاملی SO_3^- — است.



پاک‌کنندهٔ غیرصابونی



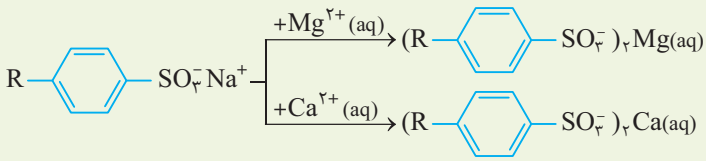
پاک‌کنندهٔ صابونی

---

۱. نام این پاک‌کنندهٔ غیرصابونی، سدیم دودسیل بنزن سولفونات است.

۳ بخش ناقطبی صابون، یک زنجیر بلند هیدروکربنی است، در حالی‌که در پاک‌کننده‌های غیرصابونی، بخش ناقطبی شامل یک زنجیر هیدروکربنی و یک حلقهٔ بنزنی است، بنابراین پاک‌کننده‌های غیرصابونی را می‌توان جزو مواد آروماتیک دسته‌بندی کرد.

۴ پاک‌کننده‌های غیرصابونی قدرت پاک‌کنندگی بیشتری نسبت به صابون دارند و در آب‌های سخت نیز خاصیت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کنند، زیرا گروه $RC_6H_4SO_3^-$ با یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} تشکیل رسوب نمی‌دهد و کف می‌کنند.



ایستگاه سوخت‌رسانی ۱۸۲

صابون مراغه

۱ صابون طبیعی معروف به صابون مراغه با بیش از ۱۵۰ سال قدمت، معروف‌ترین صابون سنتی ایران است، به طوری‌که سالانه حدود ۲۰۰ تن صابون در شهر مراغه تولید می‌شود. برای تهیهٔ این صابون، پیه گوسفند و سود سوزآور $(NaOH)$ را در دیگ‌های بزرگ با آب برای چندین ساعت می‌جوشانند و پس از قالب‌گیری، آن‌ها را در آفتاب خشک می‌کنند.

تذکر صابون مراغه افزودنی شیمیایی ندارد و به دلیل خاصیت بازی مناسب، برای موهای چرب استفاده می‌شود.

۲ امروزه صابون‌ها و شوینده‌های دیگری نیز تولید می‌شوند که افزون بر خاصیت پاک‌کنندگی، خواص ویژه‌ای نیز دارند:

- صابون گوگرددار، برای از بین بردن جوش صورت و هم‌چنین قارچ‌های پوستی استفاده می‌شود.
- به منظور افزایش خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی صابون‌ها به آن‌ها مادهٔ شیمیایی کلردار اضافه می‌کنند.
- برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی مواد شوینده، به آن‌ها نمک‌های فسفات می‌افزایند، زیرا نمک‌های فسفات با یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} آب سخت واکنش داده و رسوب تشکیل می‌دهند. بنابراین غلظت یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} کاهش یافته و صابون با *فیالی راحت میره سراغ پاک کنندگیش!*

۳ هر چه شوینده‌ای مواد شیمیایی بیشتری داشته باشد، احتمال ایجاد عوارض جانبی آن بیشتر خواهد بود، به همین دلیل مصرف زیاد شوینده‌ها و تنفس بخار آن‌ها، عوارض پوستی و بیماری‌های تنفسی ایجاد می‌کند. بنابراین برای حفظ سلامت بدن و محیط زیست، استفاده از شوینده‌های ملایم، طبیعی و مناسب توصیه می‌شود.

ایستگاه سوخت‌رسانی ۱۸۳

پاک‌کننده‌های خورنده

۱ *تا الان که داریم باهات حرف می‌زنیم* با پاک‌کننده‌هایی آشنا شدیم که براساس برهم‌کنش میان ذره‌ها عمل می‌کنند. اما پاک‌کننده‌های دیگری نیز وجود دارند که علاوه بر این بر هم‌کنش‌ها، با آلاینده‌ها واکنش می‌دهند. بعضی از آلاینده‌ها (مانند رسوب تشکیل‌شده بر روی دیوارهٔ کتری‌ها، لوله‌ها، آب‌راه‌ها و دیگ‌های بخار) آن چنان به سطح می‌چسبند که با صابون و پاک‌کننده‌های غیرصابونی پاک نمی‌شوند. برای پاک‌کردن این مدل آلاینده‌ها از پاک‌کننده‌های خورنده استفاده می‌کنیم.

پاک‌کنندهٔ خورنده: پاک‌کننده‌هایی هستند که از نظر شیمیایی فعال بوده و خاصیت خورندگی دارند. این پاک‌کننده‌ها، علاوه بر برهم‌کنش میان ذره‌ها، با آلاینده‌ها وارد یک واکنش شیمیایی می‌شوند و لکه‌ها و رسوب‌ها را به فراورده‌هایی تبدیل می‌کنند که با آب شسته می‌شوند. این پاک‌کننده‌ها به دلیل خاصیت خورندگی، نباید با پوست تماس داشته باشند.

مثال موادی مانند هیدروکلریک اسید (جوهرنمک)، سدیم هیدروکسید و سفیدکننده‌ها جزو پاک‌کننده‌های خورنده به شمار می‌روند.

۲ نوعی از پاک‌کننده‌های خورنده که به شکل پودر عرضه می‌شود، شامل مخلوط سدیم هیدروکسید $(NaOH)$ و پودر آلومینیم (Al) است. این پاک‌کننده برای بازکردن مجاری مسدودشده در برخی وسایل و دستگاه‌های صنعتی استفاده می‌شود. معادلهٔ نوشتاری و نمادی (*نمادیش توی کتاب درسی نیومده‌ها* 🙂) واکنش این پودر با آب به صورت زیر است:

فراورده‌های دیگر + گاز هیدروژن ← آب + مخلوط آلومینیم و سدیم هیدروکسید : **معادلهٔ نوشتاری**

$2Al(s) + 2NaOH(s) + 6H_2O(l) \rightarrow 2NaAl(OH)_4(aq) + 3H_2(g)\ ;\ \Delta H < 0$: **معادلهٔ نمادی**

۳ از پودر آلومینیم و سدیم هیدروکسید برای بازکردن لوله‌ها و مسیرهایی استفاده می‌شود که در اثر ایجاد رسوب و تجمع چربی‌های جامد بسته شده‌اند؛ **چرا؟** *به سه دلیل مشخص زیر* 🙂

- سدیم هیدروکسید موجود در این پودر با چربی‌ها و روغن واکنش‌داده و صابون تولید می‌کند که باعث حل‌شدن بیشتر چربی می‌شود. *یادته دیگه صابون باعث می‌شد که چربی‌ها توی آب پخش شن!*
- واکنش این پودر با آب گرماده است، گرمای آزادشده باعث بالا رفتن دمای مخلوط شده و قدرت پاک‌کنندگی آن را افزایش می‌دهد.
- گاز هیدروژن تولیدی در واکنش بالا، قدرت پاک‌کنندگی مخلوط را افزایش می‌دهد، زیرا حباب‌های گازها تمایل به حرکت دارند و با فشاری که به رسوب‌ها وارد می‌کنند، باعث خردشدن و جداشدن سریع‌تر آن‌ها از سطح مورد نظر می‌شوند.

ایستگاه سوخت‌رسانی

۱۸۴ مسائل پاک‌کننده‌ها (مبحث ترکیبی)

۱ در این قسمت با مسائلی روبه‌رو خواهیم شد که *ظاهر ترسناک ولی دل رئوفی دارن* 🙂 در این سری ازمسائل، با تست‌هایی از صابون‌سازی، رسوب‌های تولیدی صابون در آب سخت و پاک‌کننده‌های غیرصابونی آشنا می‌شوید.

۲ در سطح کتاب درسی و کمی فراتر از آن، می‌توان به دو شیوهٔ زیر، صابون‌ها را سنتز کرد:

● **واکنش میان سدیم‌هیدروکسید و اسیدهای چرب:** می‌دانید که صابون‌های جامد، نمک سدیم اسیدهای چرب هستند، در نتیجه می‌توان مطابق واکنش زیر، کاتیون سدیم در $NaOH$ را با اتم H گروه عاملی کربوکسیل در $RCOOH$ جابه‌جا کرد و به این طریق هم صابون و هم آب تولید کرد.

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + NaOH \longrightarrow R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^-Na^+ + H_2O$$

اسید چرب — صابون

● **واکنش میان سدیم‌هیدروکسید و استرهای سنگین:** به این نکته توجه کنید که با استفاده از استر حاصل از اسید چرب و واکنش آن با سدیم هیدروکسید، می‌توان صابون تولید کرد. *انگار قراره استر رو آبکافت کنیم، فقط چون سدیم هیدروکسید هم در محیط حضور داره، به جای اسید چرب، همون صابون به دست میاد:*

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R' + NaOH \longrightarrow R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^-Na^+ + R'OH$$

استر — صابون

حال فرض کنید استرهای سنگین (ماند چربی‌ها یا روغن‌ها) در واکنش بالا شرکت کنند، در این صورت می‌توان از گرم کردن آن‌ها با بازهای قوی، صابون به‌دست آورد.

$$\begin{array}{l} CH_2-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R \\ CH-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R \\ CH_2-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R \end{array} + 3NaOH \longrightarrow \begin{array}{l} CH_2-OH \\ CH-OH \\ CH_2-OH \end{array} + 3RCOONa$$

استر سه عاملی — الکل سه عاملی — صابون

تذکر برای محاسبات استوکیومتری، علاوه بر روش کسرتبدیل، می‌توانید از روش تناسب که در سال دهم آموختید، نیز استفاده کنید.

$$\frac{\text{لیتر محلول} \times \text{غلظت مولی}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$$

تمرین۱ از واکنش ۱۲/۱ گرم اسید چربی که بخش هیدروکربنی آن دارای ۱۴ اتم کربن است با مقدار کافی سدیم هیدروکسید، چند گرم صابون جامد به دست می‌آید؟ (بازده درصدی واکنش ۸۰٪ است و بخش هیدروکربنی اسید چرب، خطی و سیرشده می‌باشد) $(Na=23, O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

$$RCOOH + NaOH \rightarrow RCOONa + H_2O$$

۱) ۹/۸۱ ۲) ۱۰/۵۶ ۳) ۱۳/۲ ۴) ۱۶/۵

پاسخ با توجه به اینکه در انتهای تست به خطی و سیرشده بودن بخش هیدروکربنی اسید اشاره شده است، می‌توان نتیجه گرفت که با یک زنجیر آلکیلی (C_nH_{2n+1}) در آن سروکار داریم. پس فرمول شیمیایی اسید چرب به صورت $C_{14}H_{29}COOH$ است که می‌توان آن را به صورت $C_{15}H_{30}O_2$ نیز در نظر گرفت:

$$C_{14}H_{29}COOH + NaOH \rightarrow C_{14}H_{29}COONa + H_2O \quad \text{یا} \quad C_{15}H_{30}O_2 + NaOH \rightarrow C_{15}H_{29}O_2Na + H_2O$$

ابتدا جرم مولی اسید چرب و صابون را به دست می‌آوریم که محاسبات استوکیومتری را راحت‌تر شروع کنیم:

$$\text{جرم مولی } C_{15}H_{30}O_2 = (15\times12)+(30\times1)+(2\times16) = 242 g.mol^{-1}$$

$$\text{جرم مولی } C_{15}H_{29}O_2Na = \text{جرم مولی } C_{15}H_{30}O_2 - \text{جرم مولی } H + \text{جرم مولی } Na = 249 - 1 + 23 = 264 g.mol^{-1}$$

کسر تبدیل:

$$?g \text{ صابون} = 12/1 g\, C_{15}H_{30}O_2 \times \frac{1 mol\, C_{15}H_{30}O_2}{242 g\, C_{15}H_{30}O_2} \times \frac{1 mol\, C_{15}H_{29}O_2Na}{1 mol\, C_{15}H_{30}O_2} \times \frac{264 g\, C_{15}H_{29}O_2Na}{1 mol\, C_{15}H_{29}O_2Na} \times \underbrace{\frac{80}{100}}_{\text{بازده درصدی}} = 10/56 g\, C_{15}H_{29}O_2Na \Rightarrow \text{گ۲}$$

تناسب: دقت کنید که در روش تناسب، همواره «بازده درصدی» در تناسب «واکنش‌دهنده» ضرب می‌شود.

$$\frac{\text{گرم اسید چرب} \times \frac{R}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \quad \frac{\text{گرم صابون}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{12/1 \times \frac{80}{100}}{1\times242} = \frac{x}{1\times264} \Rightarrow x = 10/56 g \Rightarrow \text{گ۲}$$

۳ مسائل دیگری که به آن می‌پردازیم، مسائل مربوط به رسوب کردن صابون در حضور آب سخت (دارای یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+}) است. از آن‌جا که هر دو یون Mg^{2+} و Ca^{2+} دارای ظرفیت ۲ هستند، می‌توان آن‌ها را با نماد M نشان داد و واکنش‌های کلی زیر را نوشت:

$$2RCOONa(aq) + M^{2+}(aq) \rightarrow (RCOO)_2M(s) + 2Na^+(aq) \quad \text{یا} \quad 2RCOONa(aq) + MCl_2(aq) \rightarrow (RCOO)_2M(s) + 2NaCl(aq)$$

اگر جرم صابون و رسوب، موردنظر تست بود، ابتدا جرم مولی RCOO (بخش مشترک در هر دو) را حساب می‌کنیم *و بعدش بقیهٔ مظلفات رو بهش اضافه می‌کنیم، حالا یادتون میدیم نگران نباشین!*

تمرین ۲ **از واکنش ۱۴/۶ گرم صابون جامدی که زنجیر آلکیلی آن دارای ۱۶ اتم کربن است، با مقدار کافی کلسیم مطابق واکنش کلی زیر، چند گرم رسوب تولید می‌شود و سدیم کلرید تولید شده را با چند مول نیترات می‌توان رسوب داد؟** $(Cl=۳۵/۵, Mg=۲۴, Na=۲۳, O=۱۶, C=۱۲, H=۱: g.mol^{-۱})$

$$RCOONa(aq) + MgCl_۲(aq) \rightarrow (RCOO)_۲Mg(s) + NaCl(aq)$$ (موازنه شود)

۱) ۲۹/۱ و ۰/۰۵ ۲) ۲۹/۱ و ۰/۱ ۳) ۱۴/۰۵ و ۰/۰۵ ۴) ۱۴/۰۵ و ۰/۱

پاسخ زنجیر آلکیل $(C_nH_{۲n+۱})$ در صابون داده شده، ۱۶ اتم کربن است. بنابراین معادلهٔ واکنش شیمیایی موردنظر به صورت زیر است:

$$۲C_{۱۶}H_{۳۳}COONa + MgCl_۲ \rightarrow (C_{۱۶}H_{۳۳}COO)_۲Mg + ۲NaCl$$

$$\text{محاسبهٔ جرم مولی } C_{۱۶}H_{۳۳}COO = \underbrace{(۱۷\times ۱۲)}_{C} + \underbrace{(۳۳\times ۱)}_{H} + \underbrace{(۲\times ۱۶)}_{O} = ۲۶۹ g.mol^{-۱}$$

$$\text{جرم مولی } C_{۱۶}H_{۳۳}COONa = \text{جرم مولی } C_{۱۶}H_{۳۳}COO + \text{جرم مولی } Na = ۲۶۹ + ۲۳ = ۲۹۲ g.mol^{-۱}$$

$$\text{جرم مولی } (C_{۱۶}H_{۳۳}COO)_۲Mg = ۲(\text{جرم مولی } C_{۱۶}H_{۳۳}COO) + \text{جرم مولی } Mg = ۲(۲۶۹) + ۲۴ = ۵۶۲ g.mol^{-۱}$$

$$?g\,(\text{رسوب}) = ۱۴/۶ g\,(\text{صابون}) \times \frac{۱ mol\,(\text{صابون})}{۲۹۲ g\,(\text{صابون})} \times \frac{۱ mol\,(\text{رسوب})}{۲ mol\,(\text{صابون})} \times \frac{۵۶۲ g\,(\text{رسوب})}{۱ mol\,(\text{رسوب})} = ۱۴/۰۵ g$$

برای حل قسمت دوم سؤال، ابتدا شمار مول NaCl را از واکنش بالا به دست می‌آوریم:

$$?mol\,NaCl = ۱۴/۶ g\,(\text{صابون}) \times \frac{۱ mol\,(\text{صابون})}{۲۹۲ g\,(\text{صابون})} \times \frac{۲ mol\,NaCl}{۲ mol\,(\text{صابون})} = \frac{۱}{۲۰} mol\,NaCl$$

واکنش سدیم کلرید به دست آمده با نقره نیترات به صورت زیر است:

$$NaCl(aq) + AgNO_۳(aq) \rightarrow AgCl(s) + NaNO_۳(aq)$$

از آن‌جا که ضرایب استوکیومتری در واکنش بالا، برای همهٔ مواد یکسان است، می‌توان گفت که به ازای مصرف $\frac{۱}{۲۰}$ مول NaCl، $\frac{۱}{۲۰}$ یا ۰/۰۵ مول رسوب AgCl تشکیل می‌شود. بنابراین گزینهٔ (۳) درست است.

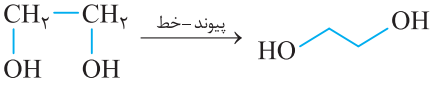
۱۹۰۱ **۴** **چکاپ کامل** آ نادرست ـ *آقا و خانم!* مواد مورد استفاده شبیه به صابون‌های امروزی بوده، *نه متفاوت!* ب نادرست ـ دلیل اصلی اسکان انسان در کنار رود و رودخانه، دسترسی آسان‌تر به آب بود. در زمان انسان‌های نخستین، شوینده‌ٔ خاصی وجود نداشته است. پ نادرست ـ با آلوده شدن آب، بیماری وبا به سرعت شیوع پیدا می‌کند. ت نادرست ـ ظرف‌های چرب آغشته به خاکستر (به دلیل تولید صابون) با آب گرم به‌آسانی تمیز می‌شوند.

۱۹۰۲ **۳** **بررسی تک‌تک غلط‌ها** آ وبا هنوز هم می‌تواند برای هر جامعه‌ای تهدیدکننده باشد. ب شاخص امید به زندگی نشان می‌دهد با وجود خطراتی که انسان‌ها با آن روبه‌رو هستند، به‌طور میانگین چند سال در این جهان زندگی می‌کنند.

۱۹۰۳ **۲** **بررسی تک‌تک غلط‌ها** ۱ وبا یک بیماری **واگیردار** است. ۳ نمودارهای امید به زندگی نواحی کم‌برخوردار و برخوردار، هر دو **صعودی** هستند، البته شیب نمودار نواحی کم‌برخوردار، بیشتر است. ۴ امروزه در جهان شمار افرادی که امید به زندگی آن‌ها بین ۶۰ تا ۷۰ سال است، **کم‌تر** از افرادی است که امید به زندگی آن‌ها بین ۷۰ تا ۸۰ سال است.

۱۹۰۴ **۴** اتیلن گلیکول با فرمول شیمیایی $C_۲H_۶O$ و فرمول ساختاری زیر به عنوان ضدیخ به کار می‌رود.

۱۹۰۵ **۱** **چکاپ کامل** آ نادرست ـ همان‌طور که گفتیم عسل ماده‌ای خالص نیست و قندهای گوناگون با مولکول‌های مختلف در آن حضور دارند. مولکول‌های سازندهٔ عسل شامل تعداد زیادی گروه هیدروکسیل (OH—) هستند.



ب نادرست ـ فرمول «پیوند ـ خط» اتیلن گلیکول به‌صورت مقابل است:

پ درست ـ فرمول شیمیایی اوره به‌صورت $CO(NH_۲)_۲$ و فرمول شیمیایی روغن زیتون به‌صورت $C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶$ است. بنابراین شمار عنصرهای سازندهٔ اوره و روغن زیتون به‌ترتیب برابر با ۴ و ۳ است. ت نادرست ـ *روغن زیتونو دیدید؟ وازلین رو چطور؟* در دمای اتاق، روغن زیتون به حالت مایع *روان!* ولی وازلین به حالت جامد *کره‌ای* وجود دارد. در نتیجه گرانروی روغن زیتون به مراتب کم‌تر از وازلین است. *اون قانون تعداد کربن*، برای مقایسهٔ هیدروکربن‌های هم‌خانواده مانند آلکان‌هاست.

۱۹۰۶ **۲** **چکاپ کامل** آ درست ـ جرم مولی اتیلن گلیکول $(C_۲H_۴(OH)_۲)$ همانند سدیم اکسید $(Na_۲O)$ برابر $۶۲ g.mol^{-۱}$ است. ب نادرست ـ اتیلن گلیکول، الکلی دوکربنی است و در ساختار آن دو گروه **هیدروکسیل** وجود دارد. پ درست ـ می‌دانیم اتانول به هر نسبتی در آب حل می‌شود. با توجه به این‌که بخش‌های ناقطبی اتانول و اتیلن گلیکول یکسان بوده و بخش قطبی اتیلن گلیکول بزرگ‌تر می‌باشد، درستی این عبارت بدیهی است.

ت درست - به محاسبات زیر توجه کنید:

$$\left.\begin{array}{l} \text{در } C_2H_4(OH)_2 \text{ تعداد اتم C} = 1g \times \frac{1mol}{62g} \times \frac{2N_A atom\,C}{1mol} = \frac{1}{31} N_A\ atom\,C \\ \text{در } CH_3OH \text{ تعداد اتم C} = 1g \times \frac{1mol}{32g} \times \frac{N_A atom\,C}{1mol} = \frac{1}{32} N_A atom\,C \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{1}{31} > \frac{1}{32}$$

۱۹۰۷ **۲** چکاپ کامل

آ درست ـ فرمول شیمیایی تقریبی وازلین، یعنی $C_{25}H_{52}$ با فرمول عمومی آلکان‌ها (C_nH_{2n+2}) مطابقت داشته و هر مولکول آن شامل $25 + 52 = 77$ اتم است. ب درست ـ گشتاور دوقطبی مولکول اغلب هیدروکربن‌ها ناچیز و در حدود صفر بوده و موادی ناقطبی هستند که میان مولکول‌های آن‌ها جاذبهٔ وان‌درواسی وجود دارد. پ نادرست ـ *اینو قبول داریم* که هیچ هیدروکربنی از جمله وازلین توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با هیچ مولکولی را ندارد ولی این دلیل نمی‌شود که *به اوره برچسب بزنیم!* مولکول‌های اوره *با قدرت* با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند. ت نادرست ـ به معادلهٔ موازنه‌شدهٔ سوختن وازلین دقت کنید:

$$C_{25}H_{52} + 38O_2 \rightarrow 25CO_2 + 26H_2O$$

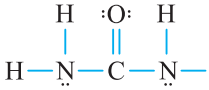
۱۹۰۸ **۱** چکاپ کامل

۱ نادرست ـ فرمول شیمیایی روغن زیتون به‌صورت $C_{57}H_{104}O_6$ است. دو برابر عدد ۵۷ میشه ۱۱۴ نه ۱۰۴!

۲ درست ـ فرمول مولکولی بنزین به‌صورت C_8H_{18} بوده و معادلهٔ سوختن کامل آن به‌صورت زیر است:

$$C_8H_{18}(l) + \frac{25}{2} O_2(g) \rightarrow 8CO_2(g) + 9H_2O(g)$$

۳ درست ـ ساختار لوویس اوره به‌صورت مقابل است:



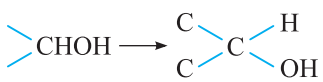
$$\left.\begin{array}{l} \text{شمار جفت الکترون پیوندی} = 8 \\ \text{شمار جفت الکترون ناپیوندی} = 4 \end{array}\right\} \Rightarrow \text{نسبت خواسته شده} = \frac{8}{4} = 2$$

۴ درست ـ وازلین $(C_{25}H_{52})$، گریس $(C_{18}H_{38})$ و بنزین (C_8H_{18}) همگی از فرمول همگانی آلکان‌ها یعنی C_nH_{2n+2} پیروی می‌کنند و می‌توان آن‌ها را جزو آلکان‌ها به حساب آورد.

۱۹۰۹ **۳** ساختار داده شده متعلق به گلوکز $(C_6H_{12}O_6)$ است که به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی به مقدار زیادی در آب حل می‌شود، اما مقدار انحلال‌پذیری آن محدود است. دقت کنید که اتانول به هر نسبتی در آب حل می‌شود و نمی‌توان محلول سیرشده‌ای از آن با آب تهیه کرد.

بررسی تک‌تک غلط‌ها

۱ منظور از $\rangle CHOH$، کربنی است که به دو اتم کربن دیگر و یک اتم هیدروژن و یک گروه هیدروکسیل متصل است. در ساختار داده شده ۴ اتم کربن با این شرایط وجود دارند.



۲ در مولکول داده شده، ۵ گروه عاملی الکلی یا هیدروکسیل (OH—) و یک گروه عاملی اتری (—O—) وجود دارد.

۴ در گلوکز با فرمول شیمیایی $C_6H_{12}O_6$، نسبت شمار اتم‌های H به اتم‌های C، همانند مولکول هگزن (C_6H_{12})، برابر $\frac{12}{6} = 2$ است.

۱۹۱۰ **۳** به دلیل زنجیر هیدروکربنی بلند در اسیدهای چرب، در مجموع مولکول آن‌ها، ناقطبی محسوب می‌شود. در نتیجه نیروی بین مولکولی غالب در آن از نوع وان‌درواسی است و در حلال‌های ناقطبی مانند هگزان به خوبی حل می‌شود.

تذکر توجه داشته باشید که اسیدهای چرب شامل شمار زیادی اتم کربن و یک گروه کربوکسیل هستند.

۱۹۱۱ **۳** *قبول داریم* که در اسیدهای چرب بخش ناقطبی بر بخش قطبی غلبه می‌کند، ولی به دلیل وجود پیوند O—H، اسیدهای چرب می‌توانند میان مولکول‌های خود پیوند هیدروژنی برقرار کنند.

فرمول شیمیایی این اسید چرب به‌صورت $C_{17}H_{35}COOH$ یا $C_{18}H_{36}O_2$ است که نسبت درصد جرمی کربن به درصد جرمی هیدروژن در آن به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{\text{درصد جرمی C}}{\text{درصد جرمی H}} = \frac{\frac{\text{جرم C}}{\text{جرم مولی اسید}}}{\frac{\text{جرم H}}{\text{جرم مولی اسید}}} = \frac{18 \times 12}{36 \times 1} = 6$$

در مورد درستی گزینهٔ (۴) بدانید که **در مولکول‌های آلی اکسیژن‌دار به ازای هر اتم اکسیژن، ۲ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.**

۱۹۱۲ **۴** با داشتن فرمول مولکولی استر سه عاملی به راحتی می‌توان فرمول مولکولی اسید چرب سازندهٔ آن را به‌دست آورد. برای این کار باید یک گروه C_3H_2 از فرمول استر کم کرد و سپس شمار هر کدام از اتم‌های باقی‌مانده را بر عدد ۳ تقسیم کرد. به عنوان مثال، اگر فرمول استر سه عاملی به‌صورت $C_{57}H_{110}O_6$ باشد، فرمول مولکولی اسید چرب سازندهٔ آن به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$C_{57}H_{110}O_6 \xrightarrow{-C_3H_2} C_{54}H_{108}O_6 \xrightarrow{\div 3} C_{18}H_{36}O_2$$

۱۹۱۳ **۲** نکتهٔ اولی که باید به آن توجه کرد این است که اسیدهای چرب مانند سایر اسیدهای آلی حداقل دارای دو اتم اکسیژن R—COOH هستند. به این ترتیب گزینه‌های (۱) و (۳) حذف می‌شوند.

از طرفی در اسیدهای چرب، شمار اتم‌های هیدروژن همواره زوج است. بنابراین گزینهٔ (۴) نیز حذف می‌شود.

۱۹۱۴ ۲ عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

چکاپ کامل آ و ت) ساختار داده‌شده یک استر بلندزنجیر را نشان می‌دهد که همانند اسیدهای چرب، جزو مولکول‌های سازندهٔ چربی است. استرهای بلندزنجیر همانند اسیدهای چرب در مجموع مولکول‌های ناقطبی محسوب شده و در نتیجه در آب حل نمی‌شوند. ب استر داده‌شده سه گروه عاملی $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-$ دارد و در نتیجه هر مول آن از سه مول اسید چرب با فرمول $C_{17}H_{35}COOH$ ساخته شده است، هرچند که اسید چرب سازندهٔ آن دارای ۱۸ اتم کربن است، اما زنجیر هیدروکربنی آن ۱۷ اتم کربن دارد. پ فرمول مولکولی استر داده‌شده به صورت $C_{57}H_{110}O_6$ و فرمول مولکولی روغن زیتون به صورت $C_{57}H_{104}O_6$ است.

۱۹۱۵ ۴ نمک سدیم، پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب، صابون به شمار می‌روند. زنجیر هیدروکربنی صابون، بخش ناقطبی صابون را تشکیل می‌دهد که آب‌گریز و چربی‌دوست است و در حلال‌های ناقطبی حل می‌شود.

۱۹۱۶ ۴ **چکاپ کامل** آ نادرست ـ سدیم هیدروکسید در این واکنش نقش واکنش‌دهنده را دارد نه کاتالیزگر! ب درست ـ صابون جامد، نمک سدیم اسید چرب است. **اینو هم اضافه کنید** پ نادرست ـ در زنجیر هیدروکربنی این صابون ۱۷ اتم کربن یافت می‌شود، بنابراین با اتم کربن موجود در گروه CO_2^-، این صابون در مجموع دارای ۱۸ اتم کربن است. در نتیجه فرمول شیمیایی آن به‌صورت $C_{17}H_{35}CO_2Na$ یا $C_{18}H_{35}O_2Na$ است. ت نادرست ـ صابون، نمک اسیدچرب است. زمانی که به یک کربوکسیلیک اسید، می‌گوییم اسیدچرب که زنجیر هیدروکربنی بلند (حداقل ۱۴ اتم کربن) داشته باشد. با این حساب $C_6H_{12}O_2$ اسید چرب به شمار نمی‌رود.

۱۹۱۷ ۱ **بررسی تک‌تک غلط‌ها** آ گشتاور دوقطبی (μ) بخش چربی‌دوست صابون، ناچیز و در حدود صفر است. ب صابون را می‌توان نمک سدیم یا پتاسیم **اسیدچرب** دانست. پ فرمول‌های RCOOK و RCOONa به ترتیب صابون‌های مایع و جامد را نشان می‌دهند. واضح است که نقطهٔ ذوب صابون مایع پایین‌تر از صابون جامد می‌باشد.

۱۹۱۸ ۴ فرمول کربوکسیلیک اسیدی که در آن گروه R شامل ۱۴ اتم کربن است به صورت $C_{14}H_{29}COOH$ و فرمول صابون جامد به دست آمده از آن به صورت $C_{14}H_{29}COONa$ خواهد بود که جرم مولی صابون برابر است با:

$$M_w = 14(12) + 29 + 12 + 2(16) + 23 = 264\,g.mol^{-1}$$

۱۹۱۹ ۳ فرمول صابون جامد را می‌توان به صورت RCOONa در نظر گرفت. مطابق داده‌های سؤال با احتساب یک پیوند دوگانهٔ $C=O$ در ساختار $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O$، می‌توان نتیجه گرفت که زنجیر هیدروکربنی ۱۶ کربنه، سیرنشده بوده و دارای یک پیوند دوگانهٔ $C=C$ است. بنابراین فرمول صابون جامد به صورت $C_{16}H_{31}COONa$ خواهد بود:

$$\frac{\text{درصد جرمی O}}{\text{درصد جرمی H}} = \frac{2\times16}{31\times1} = 1/03$$

تذکر در صورتی که زنجیر هیدروکربنی سیرشده باشد، فرمول شیمیایی آن از رابطهٔ C_nH_{2n+1} پیروی می‌کند. در واقع به ازای هر پیوند دوگانهٔ کربن - کربن در زنجیر هیدروکربنی، دو اتم هیدروژن از فرمول کلی C_nH_{2n+1} کم می‌شود.

۱۹۲۰ ۳ **چکاپ کامل** آ نادرست ـ مادهٔ ناخالص یا مخلوط به ماده‌ای گفته می‌شود که ذره‌های سازندهٔ آن یکسان نیست. پس در مخلوط‌ها حداقل دو ماده حضور دارند. ب درست ـ مخلوط آب، روغن و صابون به دلیل حضور مولکول‌های صابون، یک کلوئید به‌شمار می‌رود که پایدار بوده (ته‌نشین یا جدایی قسمت‌ها اتفاق نمی‌افتد) و به ظاهر همگن است، ***لطفاً گول نخورین!*** این مخلوط در مقیاس میکروسکوپی ناهمگن است، زیرا یک کلوئید می‌باشد. پ درست ـ ترکیب یونی $CuSO_4$ در آب و مولکول ناقطبی ید در هگزان حل می‌شود. ت نادرست ـ مسیر عبور نور در محلول، به علت کوچک بودن ذرات آن، قابل تشخیص نیست.

۱۹۲۱ ۲ **بررسی تک‌تک غلط‌ها** آ کلوئیدها غالباً مخلوط‌هایی کدر هستند و برخلاف محلول‌ها که نور را از خود عبور می‌دهند، نور را پخش می‌کنند. ت در سوسپانسیون‌ها که مخلوط‌هایی ناهمگن هستند، ماده‌ای در مادهٔ دیگر (مانند آب) حل نمی‌شود. برای مثال در آب گل‌آلود، ذره‌های جامد به‌صورت معلق در آب حضور دارند و استفاده از عبارت «مواد حل شده» برای آن نادرست است.

۱۹۲۲ ۱ • اگر پرتو نوری از درون مخلوط **کلوئید** بگذرد، به‌وسیلهٔ ذره‌های تشکیل‌دهندهٔ آن پخش می‌شود. به‌طوری که مسیر عبور نور در کلوئید قابل مشاهده است.

(محلول) (کلوئید)

• در شکل مقابل، مقایسهٔ میزان عبور و پخش نور در محلول و کلوئید را مشاهده می‌کنید. میزان عبور نور در محلول بیشتر می‌باشد ولی میزان پخش نور در کلوئید بیشتر است. زیرا ذره‌های سازندهٔ کلوئید از محلول بزرگ‌تر است و با افزایش اندازهٔ ذره‌ها، به‌تدریج میزان عبور نور کاهش‌یافته و میزان پخش نور افزایش می‌یابد. بخشی از نور پخش‌شده به چشم ما می‌رسد و به‌همین دلیل، مسیر عبور نور در کلوئید برخلاف محلول قابل مشاهده است. در واقع، نوری که عبور می‌کند قابل مشاهده نیست، بلکه نوری که پخش می‌شود و به چشم می‌رسد، دیده می‌شود.

۱۹۲۳ ۳ به‌جز عبارت «آ»، بقیهٔ عبارت‌ها درست هستند. شماری از کلوئیدها مانند ژله، به حالت جامدند.

۱۹۲۴ ۲ **بررسی تک‌تک غلط‌ها** آ به آب‌هایی که مقادیر چشم‌گیری از یون‌های کلسیم و منیزیم دارند، **آب سخت** می‌گویند. ب لکه‌های سفیدی که پس از شستن لباس با صابون روی آن‌ها بر جای می‌ماند، رسوب‌هایی با یون‌های **کلسیم** و یا منیزیم است.

۱۹۲۵ ۳ **بررسی تک‌تک غلط‌ها** آ) صابون همهٔ لکه‌ها را به یک اندازه از بین نمی‌برد. ت) معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش میان صابون جامد و محلول کلسیم کلرید به‌صورت زیر است:

$$2RCOONa(aq) + CaCl_2(aq) \rightarrow (RCOO)_2Ca(s) + 2NaCl(aq)$$

مجموع ضرایب مواد در دو سمت این معادله، با هم یکسان و برابر ۳ است. بنابراین نسبت خواسته‌شده برابر $\frac{۳}{۳} = ۱$ می‌باشد.

۱۹۲۶ ۴ در مورد نمودار اول، صابون در آب سخت به خوبی کف نمی‌کند، بنابراین با افزایش غلظت یون Ca^{2+}، خاصیت پاک‌کنندگی صابون کاهش می‌یابد و نمودار باید نزولی باشد (حذف آ). در مورد نمودار دوم، دقت کنید که با افزایش دما، قدرت پاک‌کنندگی صابون افزایش می‌یابد. پس هرچه دما بالاتر برود، درصد لکهٔ باقی‌مانده بر روی پارچه کاهش یافته و این نمودار نیز باید نزولی باشد.

۱۹۲۷ ۱ برای تولید صابون در مقیاس انبوه، به چربی بسیار زیادی نیاز است و تأمین این مقدار چربی خود چالشی بزرگ بود.

۱۹۲۸ ۳ $C_{18}H_{29}SO_3^-Na^+$، نمونه‌ای از پاک‌کننده‌های غیرصابونی است که از مواد پتروشیمیایی طی واکنش‌های پیچیده در صنعت تولید می‌شود.

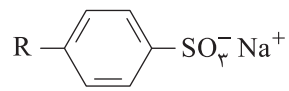
۱۹۲۹ ۲ **بررسی تک‌تک غلط‌ها** ب) تفاوت شمار اتم‌های هیدروژن و کربن در ترکیب داده‌شده $(C_{18}H_{29}SO_3Na)$ برابر ۱۱ و در مالتوز $(C_{12}H_{22}O_{11})$ برابر ۱۰ است. پ) زنجیر هیدروکربنی و **حلقهٔ بنزنی**، بخش‌های ناقطبی ترکیب داده‌شده را تشکیل می‌دهند.

۱۹۳۰ ۲ در جزء آنیونی هر دو پاک‌کننده، یک بخش قطبی (آب‌دوست) و یک بخش ناقطبی (آب‌گریز) وجود دارد. نسبت شمار کاتیون به شمار آنیون در هر دو پاک‌کننده نیز برابر یک است.

۱۹۳۱ ۳ فرمول همگانی پاک‌کننده‌های غیرصابونی به‌صورت مقابل است:

با توجه به داده‌های سؤال، فرمول R به‌صورت $C_{12}H_{25}$ و در نتیجه فرمول پاک‌کنندهٔ موردنظر به‌صورت $C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3^-Na^+$ بوده و هر واحد از آن شامل $۱+۳+۱+۴+۶+۲۵+۱۲ = ۵۲$ اتم است.

۱۹۳۲ ۴ فرمول همگانی پاک‌کننده‌های غیرصابونی به‌صورت روبه‌رو است:



در صورتی که زنجیر هیدروکربنی (R) سیرشده باشد، فرمول عمومی این پاک‌کننده به‌صورت $C_nH_{2n+1}C_6H_4SO_3^-Na^+$ خواهد بود. مطابق داده‌های سؤال می‌توان نوشت:

$$\frac{\%C}{\%O} = ۴/۵ \Rightarrow \frac{(n+۶)\times ۱۲}{۳\times ۱۶} = ۴/۵ \Rightarrow n = ۱۲$$

در ادامه خواهیم داشت:

$$\frac{\%O}{\%H} = \frac{۳\times ۱۶}{(۲n+۱+۴)\times ۱} \xrightarrow{n=۱۲} \frac{\%O}{\%H} = \frac{۴۸}{۲۹} \simeq ۱/۶۵$$

۱۹۳۳ ۱ **چکاپ کامل** آ) نادرست ـ صابون مراغه در حدود ۱۵۰ سال قدمت دارد. ب) نادرست ـ صابون مراغه به دلیل خاصیت بازی مناسب برای **موهای چرب** استفاده می‌شود. پ) و ت) نادرست ـ برای تهیهٔ این صابون، پیه گوسفند و سود سوزآور را در دیگ‌های بزرگ **به همراه آب برای چندین ساعت می‌جوشانند**.

۱۹۳۴ ۴ **بررسی تک‌تک غلط‌ها** آ) صابون **گوگرددار** برای از بین بردن جوش صورت و قارچ‌های پوستی استفاده می‌شود. ب) به منظور افزایش خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی صابون‌ها به آن‌ها **مادهٔ شیمیایی کلردار** اضافه می‌کنند. پ) برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی مواد شوینده به آن‌ها نمک‌های **فسفات** می‌افزایند.

۱۹۳۵ ۲ **سود (NaOH)**، **پتاس (KOH)**، **جوهر نمک (HCl)** و **سفیدکننده‌ها** جزو پاک کننده‌های خورنده دسته‌بندی می‌شوند. سایر مواد اشاره‌شده (سرکهٔ خوراکی ـ پاک کنندهٔ غیرصابونی ـ صابون جامد) هر چند خاصیت پاک‌کنندگی دارند، اما خاصیت خورندگی ندارند.

۱۹۳۶ ۲ **بررسی تک‌تک غلط‌ها** آ) واکنش موردنظر گرماده $(\Delta H < ۰)$ است و در واکنش‌های گرماده، آنتالپی فراورده‌ها، **کم‌تر** از آنتالپی واکنش‌دهنده‌ها است. ب) از این پاک‌کننده برای باز کردن مجاری مسدودشده **در برخی وسایل و دستگاه‌های صنعتی استفاده می‌شود**. پ) در واکنش موردنظر، گاز **هیدروژن** تولید می‌شود.

۱۹۳۷ ۳ فرمول کلی اسیدهای چرب با زنجیر هیدروکربنی سیرشده به‌صورت $C_nH_{2n}O_2$ است. نیازی به نوشتن و موازنهٔ کامل واکنش نیست، چون تمام H موجود در این اسید چرب در واکنش سوختن به H_2O تبدیل می‌شود، پس فقط کافیست میان این اسیدچرب و H_2O تناسب بنویسیم:

$$C_nH_{2n}O_2 \sim nH_2O$$

تناسب

$$\frac{\text{مول } C_nH_{2n}O_2}{\text{ضریب}} = \frac{\text{گرم } H_2O}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{۰/۰۳}{۱} = \frac{۹/۷۲}{n\times ۱۸} \Rightarrow ۱۸n = \frac{۹۷۲}{۳} = \frac{۹۰۰+۷۲}{۳} = ۳۲۴ \Rightarrow n = ۱۸$$

کسر تبدیل

$$?\,g\,H_2O = ۰/۰۳\,mol\,C_nH_{2n}O_2 \times \frac{n\,mol\,H_2O}{۱\,mol\,C_nH_{2n}O_2} \times \frac{۱۸\,g\,H_2O}{۱\,mol\,H_2O} = ۹/۷۲\,g\,H_2O \Rightarrow ۱۸n = ۳۲۴ \Rightarrow n = ۱۸$$

این اسید چرب دارای ۱۸ اتم کربن بوده و فرمول شیمیایی آن به‌صورت $C_{18}H_{36}O_2$ است، پس فرمول شیمیایی صابون مایع آن می‌تواند به صورت $C_{18}H_{35}O_2K$ یا $C_{18}H_{39}O_2N$ باشد.

۱۹۳۸ **۲** هر مول اسید چرب با یک مول سدیم هیدروکسید به‌طور کامل واکنش می‌دهد تا یک مول صابون تولید شود:

$$RCOOH + NaOH \rightarrow RCOONa + H_2O$$

برای حل از هر دو روش «کسر تبدیل» و «تناسب»، جرم مولی اسید چرب را برابر M در نظر می‌گیریم.

کسر تبدیل

$$?\,g\,NaOH = 18\,g\,RCOOH \times \frac{1\,mol\,RCOOH}{M\,g\,RCOOH} \times \frac{1\,mol\,NaOH}{1\,mol\,RCOOH} \times \frac{40\,g\,NaOH}{1\,mol\,NaOH} = 3g \Rightarrow \frac{18}{M} \times \frac{40}{1} = 3 \Rightarrow M = 240\,g \cdot mol^{-1}$$

تناسب

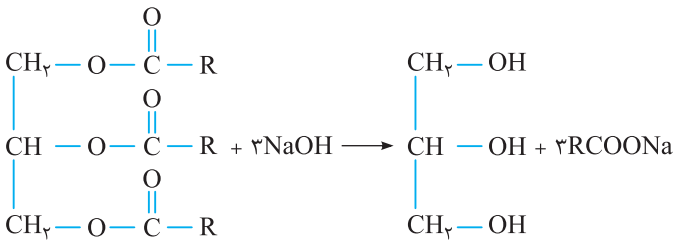
$$\frac{\text{گرم اسید}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم سود}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{18\,g\,RCOOH}{1 \times M} = \frac{3\,g\,NaOH}{1 \times 40} \Rightarrow M = 240\,g \cdot mol^{-1}$$

۱۹۳۹ **۳** با توجه به این‌که زنجیر هیدروکربنی در صابون موردنظر دارای یک پیوند دوگانه (C_nH_{2n-1}) و ۱۷ اتم کربن است، فرمول مولکولی صابون به صورت $C_{17}H_{33}COONa$ خواهد بود، معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش میان صابون و محلول منیزیم کلرید به صورت زیر است:

$$2C_{17}H_{33}COONa + MgCl_2 \rightarrow \underbrace{(C_{17}H_{33}COO)_2Mg}_{\text{رسوب}} + 2NaCl$$

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0/02\,mol\,\text{صابون}}{2} = \frac{x\,g\,\text{رسوب}}{1 \times 586} \Rightarrow x = 5/86\,g\,\text{رسوب}$$

۱۹۴۰ **۲** همان‌طور که در درسنامه گفته شد، سدیم هیدروکسید با استر سنگین سه‌عاملی به‌صورت زیر واکنش می‌دهد:



از آن‌جا که جرم صابون خواسته شده است، حتماً به جرم مولی آن نیاز داریم. از روی جرم مولی چربی، جرم مولی بخش مجهول R را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم مولی چربی} = 890 \Rightarrow \underbrace{6(12)}_{C} + \underbrace{5(1)}_{H} + \underbrace{6(16)}_{O} + 3R = 890 \Rightarrow 3R = 717 \Rightarrow R = 239\,g \cdot mol^{-1}$$

حالا با داشتن جرم مولی R، می‌توان جرم مولی $RCOONa$ را به راحتی حساب کرد:

$$\text{جرم مولی } RCOONa = 239 + 12 + 2(16) + 23 = 306\,g \cdot mol^{-1}$$

کسر تبدیل

$$?\,g\,(\text{صابون}) = 0/1\,mol\,(\text{چربی}) \times \frac{3\,mol\,(\text{صابون})}{3\,mol\,(\text{چربی})} \times \frac{306\,g\,(\text{صابون})}{1\,mol\,(\text{صابون})} = 91/8\,g\,(\text{صابون})$$

تناسب

$$\frac{\text{مول چربی}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{گرم صابون}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \underbrace{\frac{0/1}{1}}_{\text{چربی}} = \frac{x}{\underbrace{3 \times 306}_{\text{صابون}}} \Rightarrow x = 91/8\,(\text{صابون})$$

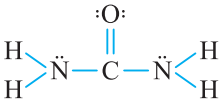
۱۹۴۱ **۲** چکاپ کامل [آ] درست ـ *میریم روی نمودار*، سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۴۰ را انتخاب می‌کنیم *و بعدش می‌بینیم* که محدودهٔ قرمزرنگ که متعلق به امید به زندگی کم‌تر از ۴۰ سال است، حدود ۲۰٪ جمعیت جهان را تشکیل داده است. [ب] نادرست ـ *حتی با نگاه چشم غیرمسلح* هم مشخص است که درصد جمعیتی که امید به زندگی بین ۶۰ تا ۷۰ سال دارند (بنفش) بیشتر از درصد جمعیتی است که امید به زندگی بین ۵۰ تا ۶۰ سال (سبز) دارند. [پ] نادرست ـ *نه نه!* امید به زندگی ۷۰ تا ۸۰ سال با رنگ نارنجی مشخص شده است، با توجه به نمودار، درصد جمعیتی که در دههٔ ۴۰ (از سال ۱۳۴۰ تا ۱۳۵۰) امید به زندگی ۷۰ تا ۸۰ سال دارند، بیشتر از درصد جمعیتی است که در دههٔ ۵۰ (از سال ۱۳۵۰ تا ۱۳۶۰) این امید زندگی را دارند. [ت] درست ـ *همه چی مشخصه! فقط دقت کن که* پنج سال دوم دههٔ پنجاه یعنی ۱۳۵۵ تا ۱۳۶۰ 🙂

۱۹۴۲ **۲** فقط عبارت «ت» نادرست است. وبا هنوز هم می‌تواند برای هر جامعه تهدیدکننده باشد.

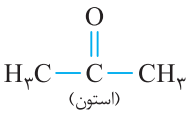
۱۹۴۳ **۲** بررسی تک‌تک غلط‌ها [آ] آب آلوده باعث ایجاد بیماری وبا می‌شود. [ب] شاخص امید به زندگی نشان می‌دهد با توجه به خطراتی که انسان‌ها در طول زندگی با آن مواجه هستند، به طور میانگین چند سال در این جهان زندگی می‌کنند.

۱۹۴۴ ۲ چکاپ کامل

آ نادرست ـ فرمول شیمیایی اوره به صورت $CO(NH_2)_2$ است. ب درست ـ همان‌طور که در ساختار زیر مشاهده می‌شود، نسبت جفت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی در اوره برابر $\frac{8}{4} = 2$ است.



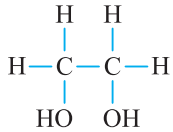
پ نادرست ـ اوره به دلیل داشتن پیوند N — H در ساختار خود، قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی با خود یا هر مولکول *طالب دیگه‌ای هستش* ولی مولکول‌های استون نمی‌توانند میان یکدیگر پیوند هیدروژنی برقرار کنند.



ت درست ـ *این خیلی خوبه* 🙂 از آن‌جا که نسبت درصد جرمی‌ها خواسته شده است، می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{درصد جرمی کربن}}{\text{درصد جرمی هیدروژن}} = \frac{\frac{\text{جرم اتم‌های C}}{\text{جرم مولی اوره}}}{\frac{\text{جرم اتم‌های H}}{\text{جرم مولی اوره}}} = \frac{1\times12}{4\times1} = 3$$

۱۹۴۵ ۱ چکاپ کامل



آ نادرست ـ **اتیلن** گلیکول به عنوان ضدیخ به کار می‌رود و در ساختار آن دو اتم کربن و دو گروه OH — وجود دارد:

ب درست ـ فرمول شیمیایی استون و اوره به ترتیب به صورت $CO(CH_3)_2$ و $CO(NH_2)_2$ است. پ درست ـ هر کدام از مولکول‌های گلوکز $(C_6H_{12}O_6)$ و روغن زیتون $(C_{57}H_{104}O_6)$ دارای ۶ اتم اکسیژن هستند. ت درست ـ فرمول مولکولی بنزین را می‌توان به صورت C_8H_{18} در نظر گرفت.

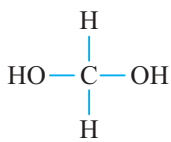
۱۹۴۶ ۲ چکاپ کامل

آ $CO(NH_2)_2$ در درصد جرمی C $= \frac{1\times12}{60}\times100 = 20\%$

ب $C_2H_4(OH)_2$ در درصد جرمی C $= \frac{2(12)}{62}\times100 = 38/7\%$

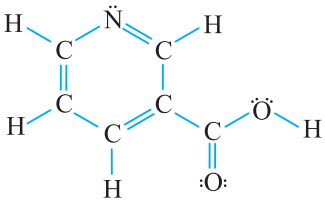
پ CH_4O_2 در درصد جرمی C $= \frac{12}{48}\times100 = 25\%$

ت $C_2H_2O_4$ در درصد جرمی C $= \frac{2(12)}{90}\times100 = 26/6\%$



۱۹۴۷ ۱ چکاپ کامل

آ درست ـ به‌دلیل بزرگ‌تر بودن بخش قطبی در مقایسه با بخش ناقطبی نیاسین، این ترکیب ماده‌ای قطبی محسوب شده و در آب انحلال‌پذیری خوبی دارد. به همین دلیل همانند ویتامین C، مصرف زیاد آن برای بدن مشکلی ایجاد نمی‌کند، زیرا مقدار اضافی آن می‌تواند از طریق ادرار دفع شود. ب نادرست ـ فرمول مولکولی آسپرین به‌صورت $C_9H_8O_4$ است. *اون خط پایین سمت راست یه گروه متیل هستش!* پ نادرست ـ ساختار لوویس نیاسین به صورت زیر است:



$$\left.\begin{matrix}\text{شمار جفت الکترون‌های پیوندی} = 18\\ \text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی} = 5\end{matrix}\right\} \Rightarrow \text{نسبت} : \frac{18}{5} = 3/6$$

ت نادرست ـ *همون اولش مشکل داره!* آسپرین دارای یک گروه عاملی کربوکسیل (COOH —) و یک گروه عامل استری (COO —) است.

۱۹۴۸ ۲ فرمول شیمیایی اتیلن گلیکول و اوره به‌ترتیب به‌صورت $C_2H_4(OH)_2$ و $CO(NH_2)_2$ است. همان‌طور که می‌بینید، هر واحد فرمولی از اتیلن گلیکول، شامل ۱۰ اتم و هر واحد فرمولی از اوره شامل ۸ اتم است. بنابراین شمار اتم‌ها در نیم‌مول اتیلن گلیکول با شمار اتم های موجود در $\frac{5}{8}$ مول اوره برابر است. هر مول اوره جرمی معادل ۶۰g دارد:

$$CO(NH_2)_2 : 12+16+2(14+2) = 60g$$

$$\frac{5}{8}\text{mol } CO(NH_2)_2 = \frac{5}{8}\times60 = 37/5g$$

۱۹۴۹ ۲ فرمول شیمیایی اوره و اتیلن گلیکول به‌ترتیب به‌صورت $CO(NH_2)_2$ و $C_2H_4(OH)_2$ است.

$$\text{درصد جرمی کربن در مخلوط} = \frac{(\text{درصد جرمی C در اتیلن گلیکول}\times\text{جرم اتیلن گلیکول}) + (\text{درصد جرمی C در اوره}\times\text{جرم اوره})}{\text{جرم اتیلن گلیکول} + \text{جرم اوره}}$$

$$\Rightarrow 30 = \frac{(x\times\frac{1(12)}{60}\times100) + (24/8\times\frac{2(12)}{62}\times100)}{x+24/8} \Rightarrow 30x+744 = 20x+960 \Rightarrow 10x = 216 \Rightarrow x = 21/6g$$

۱۹۵۰ **۳** **چکاپ کامل** آ) درست ـ در مولکول ایبوپروفن، به دلیل غلبهٔ بخش ناقطبی بر قطبی، مولکول در مجموع ناقطبی محسوب می‌شود. بنابراین همانند روغن زیتون در حلال‌های ناقطبی مانند هگزان به خوبی حل می‌شود. ب) نادرست ـ معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش سوختن بنزین به‌صورت زیر است:

$$۲C_۸H_{۱۸} + ۲۵O_۲ \rightarrow ۱۶CO_۲ + ۱۸H_۲O$$

$$\frac{C_۸H_{۱۸}\text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{H_۲O\text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{۳۴/۲}{\underbrace{۲ \times ۱۱۴}_{C_۸H_{۱۸}}} = \frac{x}{\underbrace{۱۸ \times ۱۸}_{H_۲O}} \Rightarrow x = ۴۸/۶ g H_۲O$$

پ) درست ـ جرم مولی $CaCO_۳$ و $CO(NH_۲)_۲$ به‌ترتیب برابر ۱۰۰ و ۶۰ گرم بر مول است.

بنابراین می‌توان نوشت:

$$\text{در } CaCO_۳ \quad ٪Ca = \frac{\text{جرم Ca}}{\text{جرم مولی } CaCO_۳} \times ۱۰۰ = \frac{۴۰}{۱۰۰} \times ۱۰۰ = ٪۴۰$$

$$\text{در } CO(NH_۲)_۲ \quad ٪C = \frac{\text{جرم C}}{\text{جرم مولی } CO(NH_۲)_۲} \times ۱۰۰ = \frac{۱۲}{۶۰} \times ۱۰۰ = ٪۲۰$$

همان‌طور که دیده می‌شود درصد جرمی Ca در $CaCO_۳$، دو برابر درصد جرمی C در $CO(NH_۲)_۲$ است. ت) درست ـ بنزین را می‌توان آلکانی با ۸ اتم کربن در نظر گرفت $(C_۸H_{۱۸})$. از طرفی می‌دانید که هرچه شمار اتم‌های کربن در یک آلکان افزایش یابد، نقطهٔ جوش آن افزایش و میزان فرارّیت آن کاهش می‌یابد. پس باید شمار اتم‌های کربن در آلکانی با ۱۹ پیوند اشتراکی *را دریابیم*.

ایستگاه شارژ در مولکول آلکان‌ها $(C_nH_{۲n+۲})$، شمار پیوندهای اشتراکی را می‌توان با کمک شمار اتم‌های کربن به‌دست آورد:

$$\text{شمار پیوندهای اشتراکی در آلکان‌ها} = ۳n + ۱$$

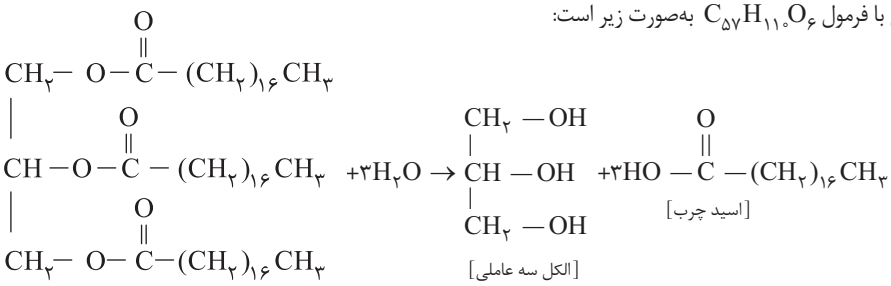
مثال در مولکول بوتان $(C_۴H_{۱۰})$ که آلکانی با ۴ اتم کربن است، $۳(۴) + ۱ = ۱۳$ پیوند اشتراکی یافت می‌شود.

با توجه به ایستگاه بالا می‌توان نوشت:

$$۳n + ۱ = ۱۹ \Rightarrow n = ۶ \Rightarrow$$ پس آلکان مورد نظر $C_۶H_{۱۴}$ است.

$C_۸H_{۱۸}$ از $C_۶H_{۱۴}$، دیرجوش‌تر بوده و میزان فراریت کم‌تری دارد.

۱۹۵۱ **۱** معادلهٔ واکنش آبکافت یک استر سه عاملی با فرمول $C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶$ به‌صورت زیر است:



فرمول مولکولی اسید چرب: $C_{۱۷}H_{۳۵}COOH$

جرم مولی اسید چرب: $۱۷(۱۲) + ۳۵(۱) + ۱۲ + ۲(۱۶) + ۱ = ۲۸۴ g.mol^{-۱}$

$$\text{درصد جرمی کربن} = \frac{\text{جرم کربن}}{\text{جرم یک مول اسید}} \times ۱۰۰ = \frac{(۱۷ + ۱) \times ۱۲}{۲۸۴} \times ۱۰۰ = \frac{۲۱۶}{۲۸۴} \times ۱۰۰ \simeq ٪۷۶/۰۵$$

۱۹۵۲ **۲** معادله آبکافت ترکیب به‌صورت زیر است:

$$C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶ + ۳H_۲O \rightarrow C_۳H_۵(OH)_۳ + ۳C_{۱۸}H_{۳۶}O_۲$$

$$\frac{\text{گرم چربی} \times \frac{R}{۱۰۰}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم الکل}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{۴۴۵۰ \times \frac{۹۰}{۱۰۰}}{۱ \times ۸۹۰} = \frac{x}{۱ \times ۹۲} \Rightarrow x = ۴۱۴ g\ C_۳H_۸O_۳$$

۱۹۵۳ **۳** **بررسی تک‌تک غلط‌ها** ۱) صابون ترکیبی با فرمول کلی **RCOONa** است که در آن R بیانگر زنجیر هیدروکربنی بلند است. ۲) **گروه COONa** — بخش قطبی صابون و **زنجیر هیدروکربنی** بخش ناقطبی آن را تشکیل می‌دهند. ۴) همان‌طور که در درسنامه گفته شد، زنجیر هیدروکربنی در صابون باید بلند باشد و تعداد اتم‌های کربن آن می‌تواند بین ۱۴ تا ۱۸ اتم باشد.

۱۹۵۴ **۴** **بررسی تک‌تک غلط‌ها** ب) در ساختار پاک‌کننده‌های غیرصابونی، علاوه بر عنصرهای C و H، عنصرهای S، O و Na نیز وجود دارند، بنابراین نمی‌توان آن‌ها را جزو **هیدروکربن‌ها** طبقه‌بندی کرد. پ) بخش قطبی در پاک‌کننده‌های غیر صابونی، گروه $SO_۳^-$ است. ت) پاک‌کننده‌های غیرصابونی در آب‌های سخت، خاصیت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کنند، زیرا با یون‌های $Mg^{۲+}$ و $Ca^{۲+}$ موجود در این آب‌ها، **واکنش نمی‌دهند**.

۱۹۵۵ **۲** ترکیب داده‌شده یک اسید چرب سیرشده است. برای یافتن فرمول مولکولی آن کافیست شمار اتم‌های کربن (کره‌های مشکی) را بشماریم و سپس از فرمول کلی $C_nH_{2n}O_2$ استفاده کنیم. با انجام این مراحل معلوم می‌شود که این اسید چرب دارای ۱۸ اتم کربن در مولکول خود است، پس فرمول شیمیایی آن به صورت $C_{18}H_{36}O_2$ می‌باشد. *در ضمن این مولکول با همین کیفیت در کتاب درسی اومده، پس باید خیلی قشنگ بلدش باشی.* 🙂

چکاپ کامل آ درست ـ *یه قاعده رو با هم مرور کنیم.*

ایستگاه شارژ در ترکیب فرضی $C_xH_yO_z$، شمار پیوندهای اشتراکی (جفت الکترون‌های پیوندی) از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{شمار پیوندهای اشتراکی در } C_xH_yO_z = \frac{4x+y+2z}{2}$$

شمار پیوندهای اشتراکی در $C_{18}H_{36}O_2$ به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{شمار پیوندها در } C_{18}H_{36}O_2 = \frac{4(18)+36+2(2)}{2} = 58$$

ب نادرست ـ در مولکول‌های سازندهٔ عسل، گروه عاملی هیدروکسیل (—OH) وجود دارد. پ درست ـ تفاوت شمار اتم‌های C و H در فرمول شیمیایی این اسید چرب $(C_{18}H_{36}O_2)$ برابر ۱۸ است که با عدد اتمی فراوان‌ترین گاز نجیب موجود در هواکره (یعنی $_{18}Ar$) یکسان می‌باشد. ت نادرست ـ ایستگاه شارژ زیر را به خوبی به خاطر بسپارید.

ایستگاه شارژ در میان اسیدهای آلی و استرهای هم‌کربن، نقطهٔ جوش اسید بالاتر است، زیرا اسیدها برخلاف استرها، قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی هستند که به هر حال باعث افزایش قدرت نیروی بین مولکولی می‌شود.

۱۹۵۶ **۱** **بررسی تک‌تک غلط‌ها** آ فرمول شیمیایی پاک‌کنندهٔ موردنظر به صورت $C_{17}H_{35}COONa$ است:

$$\frac{\text{درصد جرمی C}}{\text{درصد جرمی O}} = \frac{18\times12}{2\times16} = 6/75$$

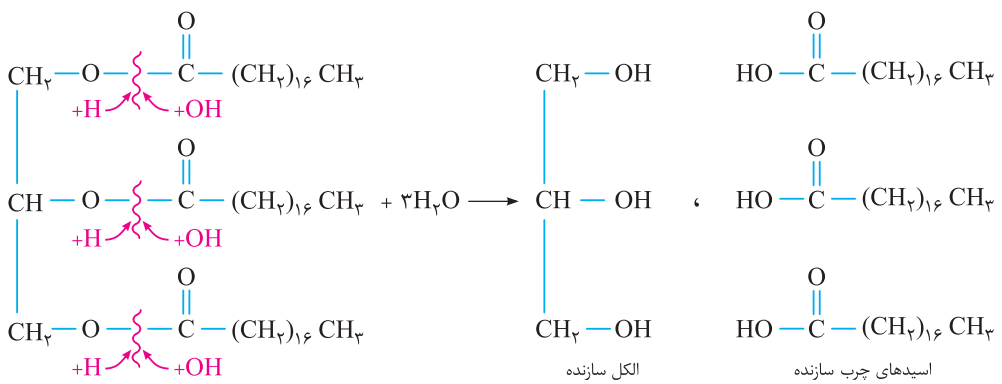
پ شمار اتم‌های هر واحد فرمولی از آن برابر ۵۶ اتم است. در صورتی که هر مولکول نفتالن $(C_{10}H_8)$ شامل ۱۸ اتم است:

$$\frac{56}{18} \uparrow 3$$

ت به یاد داشته باشید که در هیدروکربن C_xH_y، شمار پیوندهای C—H، برابر y است. در بخش هیدروکربنی صابون جامد، ۳۵ اتم هیدروژن حضور دارد، پس ۳۵ پیوند C—H در این صابون یافت می‌شود که نمی‌تواند دو برابر ۱۸ (شمار اتم‌های کربن در $C_{18}H_{38}$) باشد.

۱۹۵۷ **۲** فرمول مولکولی A و B به‌ترتیب $C_{18}H_{36}O_2$ و $C_{57}H_{110}O_6$ است.

چکاپ کامل آ نادرست ـ *همه‌چی درسته به جز اینکه اوره اون وسط کار رو خراب کرده!* اوره برخلاف ترکیب A و B، به‌خوبی در آب حل می‌شود ولی در هگزان انحلال‌ناپذیر می‌باشد. ب درست ـ نسبت $\frac{H}{C}$ در ترکیب A برابر $\frac{36}{18} = 2$ و در ترکیب B برابر $\frac{110}{57} < 2$ است. پ درست ـ با نگاهی به ترکیب B متوجه می‌شوید که اسید چرب سازندهٔ آن باید ۱۸ اتم کربن داشته باشد، *دقیقاً مثل A!*



$$C_{57}H_{110}O_6 + 3H_2O \rightarrow C_3H_8O_3 + 3C_{18}H_{36}O_2$$

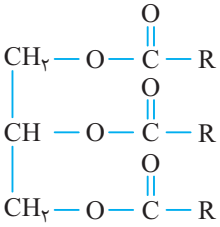
ت نادرست ـ همان‌طور که در فرآیند آبکافت بالا مشاهده می‌کنید، الکل سازندهٔ ترکیب B، به‌صورت $C_3H_8O_3$ است. $C_3H_8O_3$ به هر نسبتی در آب حل می‌شود، *شاید بپرسین از کجا اینو گفتیم!* ۱- پروپانول (C_3H_8O) که شمار اتم‌های کربن و هیدروژن آن برابر با $C_3H_8O_3$ است، به هر نسبتی در آب حل می‌شود. بنابراین $C_3H_8O_3$ که دو گروه هیدروکسیل بیشتر از ۱- پروپانول دارد نیز قطعاً به هر نسبتی در آب انحلال‌پذیر است.

ث) درست ـ همان‌طور که گفته شد، در مولکول‌های آلی اکسیژن‌دار به ازای هر اتم O، دو جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد. در ترکیب A و B به‌ترتیب ۲ و ۶ اتم O و به همین دلیل، ۴ و ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی یافت می‌شود. پس می‌توان گفت که این نسبت برابر $\frac{12}{4} = 3$ است.

۱۹۵۸ **۲** فرمول عمومی صابون موردنظر به صورت $RCOONH_4$ است که با توجه به داده‌های سؤال فرمول زنجیر هیدروکربنی سیرشده به صورت $C_{17}H_{35}$— است.

$$\text{درصد جرمی H} = \frac{(39)\times1}{18(12)+1(14)+2(16)+39(1)}\times100 = \frac{39}{301}\times100 \simeq \%12/9$$

۱۹۵۹ ۱ فرمول ساختاری استر موردنظر به‌صورت زیر خواهد بود که در آن فرمول شیمیایی R به صورت C_nH_{2n+1} است.



مطابق داده‌های سؤال داریم:

$$2+1+2+3(2n+1)=110 \Rightarrow 6n+8=110 \Rightarrow n=17$$

بنابراین فرمول صابون مایع (نمک پتاسیم اسید چرب) به‌صورت $C_{17}H_{35}COOK$ بوده و جرم مولی آن برابر است با:

$$17(12)+35(1)+12+2(16)+39=322 g.mol^{-1}$$

۱۹۶۰ ۴ محلول‌ها جزو مخلوط‌های همگن هستند.

- کلوئیدها و سوسپانسیون‌ها نور را پخش می‌کنند.
- محلول‌ها و کلوئیدها جزو مخلوط‌های پایدار هستند، زیرا ته‌نشین نمی‌شوند.

۱۹۶۱ ۳ چکاپ کامل آ نادرست ـ شیر بر خلاف شربت معده، مخلوطی از نوع کلوئید است. ب درست ـ با اضافه کردن صابون به محلول آب و روغن، یک کلوئید تشکیل می‌شود. پ نادرست ـ کلوئیدها همانند محلول‌ها، ته‌نشین نمی‌شوند و پایدارند. *اگه به گزینه‌ها توجه می‌کردی، با حذف مورد (پ) از همون اول جواب معلوم بود! طراح به این مهربونی ندیده بودیم والا* ت درست ـ ذرات سازندهٔ محلول‌ها، کلوئیدها و سوسپانسیون‌ها به‌ترتیب «یون‌ها یا مولکول‌ها»، «توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت» و «ذره‌های ریزماده» هستند.

۱۹۶۲ ۱ ابتدا ایستگاه شارژ زیر را برای یادآوری محاسبات استوکیومتری بخوانید.

ایستگاه شارژ

۱) معادلهٔ واکنش انجام شده را موازنه کنید.

۲) به کمک کسرهای تبدیل یا با استفاده از تناسب‌های هم‌ارز زیر، مقدار مجهول را از روی مقدار معلوم به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{میلی‌لیتر محلول} \times \text{غلظت مولی}}{1000 \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر محلول} \times \text{غلظت مولی}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{میلی‌لیتر گاز (STP)}}{22400 \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{22/4 \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$$

۳) اگر در تست، «درصد خلوص» ماده‌ای داده شد، فارغ از اینکه آن ماده جزو واکنش‌دهنده‌هاست یا فراورده‌ها، تناسب جرمی مادهٔ موردنظر را در $\frac{P}{100}$ ضرب می‌کنیم.

در مورد «بازده درصدی» هم دقت کنید که $\frac{R}{100}$ همواره در مقدار واکنش‌دهنده ضرب می‌شود.

درصد خلوص $(\frac{P}{100})$ ← فقط در تناسب جرمی همان ماده ضرب می‌شود (واکنش‌دهنده و فراورده اهمیتی ندارد)

بازده درصدی $(\frac{R}{100})$ ← فقط در تناسب مربوط به واکنش‌دهنده ضرب می‌شود (نوع تناسب اهمیتی ندارد)

فرمول کلی اسیدهای چرب که زنجیر هیدروکربنی آن‌ها آلکیلی است، به صورت $C_nH_{2n}O_2$ می‌باشد:

$$C_nH_{2n}O_2+(\frac{3n-2}{2})O_2 \rightarrow nCO_2+nH_2O$$

می‌تونید البته فیلی ساده‌تر تناسب بنویسید، چه جوری؟ با توجه به اینکه تمام اتم‌های C در سمت واکنش‌دهنده در اسید چرب و در سمت فراورده در CO_2 یافت می‌شود، به راحتی می‌توان گفت به ازای هر مول $C_nH_{2n}O_2$، مقدار n مول CO_2 تولید می‌شود *و دیگه نیازی به نوشتن و موازنهٔ کل واکنش نیست*

$$C_nH_{2n}O_2 \sim nCO_2$$

$$\text{جرم مولی } C_nH_{2n}O_2 = (12n)+(2n)+(2\times16)=14n+32$$

$$\frac{\text{گرم اسید چرب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم کربن دی‌اکسید}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{60/5}{\underbrace{1\times(14n+32)}_{\text{اسید}}} = \frac{\overset{3/75}{\cancel{165}}}{n\times\overset{1}{\cancel{44}}} \Rightarrow 60/5n=52/5n+120 \Rightarrow 8n=120 \Rightarrow n=15$$

بنابراین فرمول اسیدچرب به‌صورت $C_{15}H_{30}O_2$ است که به دلیل وجود دو اتم اکسیژن دارای ۴ جفت الکترون پیوندی است. *بریم سراغ پیدا کردن جفت الکترون‌های پیوندی؛*

$$\text{شمار پیوندها در } C_{15}H_{30}O_2 = \frac{\overbrace{(15\times4)}^{C}+\overbrace{(30\times1)}^{H}+\overbrace{(2\times2)}^{O}}{2}=47$$

$$\text{نسبت خواسته شده} = \frac{47}{4}=11/75$$

۱۹۶۳ ۲ چکاپ کامل آ نادرست ـ چگالی روغن کم‌تر از چگالی آب است. بنابراین A و B به ترتیب **روغن و آب** هستند. ب نادرست ـ اگر مقداری صابون به مخلوط (I) اضافه شود و **آن را به هم بزنیم**، یک مخلوط پایدار همانند شکل (II) ایجاد می‌شود. پ و ت) درست ـ اگر مخلوط (II) شامل آب، روغن و مقداری صابون باشد، یک کلوئید بوده و کلوئیدها مخلوط‌هایی پایدار و ناهمگن هستند. هم‌چنین کلوئیدها نور را پخش می‌کنند.

۱۹۶۴ ۱ چکاپ کامل

آ) درست ـ در زنجیر هیدروکربنی سیرشده این صابون، ۱۷ اتم کربن وجود دارد ($C_{17}H_{35}-$). به‌جز کربن موجود در سر زنجیر که به‌صورت متیل (CH_3-) است، بقیهٔ کربن‌های این زنجیر با دو کربن دیگر پیوند اشتراکی دارند و از آن‌جا که اتم کربن چهارظرفیتی است، قاعدتاً دو اتم هیدروژن نیز دارند و به‌صورت $-CH_2-$ هستند. پس در این صابون مایع، ۱۶ گروه $-CH_2-$ و یک گروه CH_3- یافت می‌شود. ب) نادرست ـ دقت کنید که فرمول شیمیایی اسید چرب با زنجیر آلکیلی به‌صورت $C_nH_{2n}O_2$ است که اگر یک هیدروژن را با یک کاتیون مانند K^+ جایگزین کنیم، به ساختار صابون می‌رسیم. پس در صابون، یک هیدروژن نسبت به اسید چرب هم‌کربن با آن، کم‌تر یافت می‌شود، *همهٔ اینا رو گفتیم که بگیم* فرمول بخش آنیونی صابون با ۱۸ اتم کربن به‌صورت $C_{18}H_{35}O_2^-$ است. پ) نادرست ـ *قاطی نکنید!* با حل شدن صابون در آب، بخش کاتیونی (در این‌جا K^+) از آن جدا شده و کل بخش آنیونی (A و B با هم) نقش پاک‌کنندگی را ایفا می‌کنند. ت) نادرست ـ سر آب دوست (CO_2^-) و سرآب‌گریز (R) با پیوند اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند. دقت کنید که در صابون، پیوند یونی میان جز کاتیونی (K^+) و جز آنیونی (A و B) پدید می‌آید.

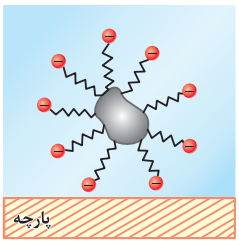
۱۹۶۵ ۴ چکاپ کامل

آ) نادرست ـ A همان CO_2^- — بوده که بخش قطبی جزء آنیونی به شمار می‌رود و دارای یک اتم کربن است.

ب) نادرست ـ *یه بار برای همیشه دقت کنید چیه داستان* 🙂 جزء آنیونی صابون (در این‌جا مجموع A و B) نقش پاک‌کنندگی صابون را برعهده دارد. بخش ناقطبی (زنجیر هیدروکربنی و در این‌جا A) آب‌گریز است و به مولکول‌های چربی می‌چسبد. بخش قطبی و باردار (گروه CO_2^- — و در این‌جا B) آب‌دوست بوده و باعث پخش شدن چربی‌ها در آب می‌شود.

پ) نادرست ـ حالت فیزیکی صابون به جز کاتیونی بستگی دارد.

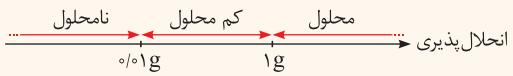
ت) نادرست ـ *از کی تا حالا* بخش قطبی صابون (همان گوی‌ها) به لکهٔ چربی می‌چسبند؟ شکل درست به‌صورت مقابل است.



۱۹۶۶ ۳ چکاپ کامل

آ) درست ـ ابتدا ایستگاه شارژ زیر را بخوانید.

ایستگاه شارژ در سال دهم خواندید که مواد را بر حسب مقدار انحلال‌پذیری که در آب دارند، می‌توان به سه دستهٔ محلول، کم‌محلول و نامحلول تقسیم‌بندی کرد. اگر انحلال‌پذیری ماده در ۱۰۰ گرم آب، بیشتر از ۱ گرم باشد، آن ماده محلول، اگر بین ۰/۰۱ گرم تا ۱ گرم باشد، آن ماده کم‌محلول و اگر کم‌تر از ۰/۰۱ گرم باشد، آن ماده را نامحلول در نظر می‌گیریم.



با توجه به ایستگاه شارژ بالا به راحتی متوجه می‌شوید که RCOOK که یک صابون مایع است، انحلال‌پذیری بیشتری از رسوب $(RCOO)_2Ca$ در آب دارد.

ب) نادرست ـ *یادت بمونه که اگه* صابون در آب کف نکند، خاصیت پاک‌کنندگی آن هم کاهش می‌یابد. *اصلاً یکی از نشونه‌های پاک‌کنندگی صابون، همین کَفِشه!*

پ) و ت) درست ـ بدون شرح!

۱۹۶۷ ۳

پاک‌کنندهٔ صابونی جامد : $R-COONa$

پاک‌کنندهٔ غیرصابونی جامد : $R-C_6H_4-SO_3^-Na^+$

با فرض این‌که Rها یکسان باشند، تفاوت جرم مولی این دو پاک‌کننده به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$(C_6H_4\text{جرم} + SO_3\text{جرم}) - (COO\text{جرم}) = (C_5H_4\text{جرم} + SO\text{جرم}) = 5(12) + 4(1) + 32 + 16 = 112g$$

۱۹۶۸ ۴ با افزایش دما و استفاده از صابون آنزیم‌دار به جای صابون بدون آنزیم، قدرت پاک‌کنندگی افزایش یافته و در نتیجه درصد لکهٔ باقی‌مانده کاهش می‌یابد. بنابراین b، a و c به‌طور حتم کوچک‌تر از ۲۵ هستند.

در مورد d باید گفت؛ هرچند قدرت پاک‌کنندگی صابون در پارچهٔ پلی‌استر، کم‌تر از نخی است، اما چون در مقایسه با ردیف اول، افزایش دما وجود داشته و هم‌چنین از صابون آنزیم‌دار استفاده شده، درصد لکهٔ باقی‌مانده کم‌تر از ردیف اول خواهد بود.

۱۹۶۹ ۱ چکاپ کامل

آ) درست ـ فرمول شیمیایی پاک‌کنندهٔ موردنظر به‌صورت $C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3Na$ یا $C_{18}H_{29}SO_3Na$ بوده و هر واحد فرمولی از آن شامل $1+3+1+29+18=52$ اتم است. ب) نادرست ـ یک پاک‌کنندهٔ غیرصابونی، بدون شاخهٔ فرعی است. پ) نادرست ـ پاک‌کننده‌های غیرصابونی از مواد پتروشیمیایی، طی واکنش‌های پیچیده در صنعت تولید می‌شوند و در ساخت آن‌ها از چربی استفاده نمی‌شود. ت) نادرست ـ پاک‌کننده‌های غیرصابونی در آب‌های سخت (آب‌های دارای یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+}) خاصیت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کنند، زیرا با یون‌های Mg^{2+} و Ca^{2+} رسوب نمی‌دهند؛ یعنی $(RC_6H_4SO_3)_2Mg$ و $(RC_6H_4SO_3)_2Ca$ در آب حل می‌شوند.

۱۹۷۰ ۳ به جز عبارت (ب) بقیهٔ عبارت‌ها درستند. در صابون‌های فسفات‌دار، Mg^{2+} و Ca^{2+} موجود در آب سخت، با نمک‌های فسفات واکنش داده و **از تشکیل رسوب و لکه بر روی لباس جلوگیری می‌کنند.**

۱۹۷۱ ۴ فرمول عمومی پاک‌کننده‌های غیرصابونی به صورت $C_xH_ySO_3Na$ بوده و درصد جرمی اکسیژن در آن‌ها، ۱/۵ برابر درصد جرمی گوگرد است:

$$\frac{\text{درصد جرمی O}}{\text{درصد جرمی S}} = \frac{\text{جرم اتم‌های O}}{\text{جرم اتم S}} = \frac{3\times 16}{32} = 1/5$$

۱۹۷۲ ۲ بررسی تک‌تک غلط‌ها آ) پاک‌کننده‌های غیر صابونی همانند صابون‌ها، قادر به زدودن رسوب تشکیل‌شده روی دیوارهٔ کتری‌ها و لوله‌ها نیستند.
پ) از نوعی صابون سنتی در تنور نان سنگک برای **چرب کردن** سطح سنگ‌ها استفاده می‌شود.

۱۹۷۳ ۲ چکاپ کامل آ) مخلوط آلومینیم و سدیم هیدروکسید نوعی پاک‌کننده است که به شکل **پودر** عرضه می‌شود. ب) درست پ) X همان گاز **هیدروژن** است که در واکنش اسیدها با اغلب فلزها نیز تولید می‌شود. ت) واکنش موردنظر گرماده بوده و در واکنش‌های گرماده، سطح انرژی فراورده‌ها **پایین‌تر** از سطح انرژی واکنش‌دهنده‌هاست.

۱۹۷۴ ۴ معادلهٔ موازنه‌شده به صورت زیر است (یون ناظر Cl^- حذف شده است):

$$\underset{\text{صابون}}{2RCOONa\,(aq)} + Ca^{2+}\,(aq) \rightarrow (RCOO)_2Ca\,(s) + 2Na^+\,(aq)$$

ابتدا جرم Ca^{2+} موجود در آب سخت را حساب می‌کنیم:

$$?g\,Ca^{2+} = 200mL\,(\text{آب سخت}) \times \frac{2000mg\,Ca^{2+}}{1000mL\,(\text{آب سخت})} \times \frac{1g}{1000mg} = 0/4g\,Ca^{2+}$$

حالا محاسبه می‌کنیم چه مقدار صابون برای مصرف کامل ۰/۴ گرم یون کلسیم لازم است:

$$\frac{\text{گرم } Ca^{2+}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم RCOONa}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0/4g\,Ca^{2+}}{1 \times 40} = \frac{x\,g\,RCOONa}{2 \times 236} \Rightarrow x = 4/72g\,RCOONa$$

بنابراین برای مصرف ۰/۴ گرم Ca^{2+} به ۴/۷۲ گرم از صابون موردنظر، نیاز است. طبق صورت سؤال دقیقاً همین مقدار به آب سخت اضافه شده است. پس ۱۰۰٪ صابون مصرف شده و به رسوب تبدیل می‌شود.

۱۹۷۵ ۲ فکر کنیم تا الان متوجه شدید که معادله واکنش رسوب دادن صابون در آب سخت *رو بهتره یاد بگیرید!* معادلهٔ موازنه‌شدهٔ این واکنش به‌صورت زیر است:

$$2RCOONa + MgCl_2 \rightarrow (RCOO)_2Mg + 2NaCl$$

برای به دست آوردن شمار گروه‌های CH_2 در این صابون، نیاز به شمار اتم‌های کربن در زنجیر هیدروکربنی داریم:

کسر تبدیل

$$?g\,\text{صابون} = 60mL\,(\text{محلول}) \times \frac{1L}{1000mL} \times \frac{0/5\,mol\,Mg^{2+}}{1L\,(\text{محلول})} \times \frac{2mol\,(\text{صابون})}{1mol\,Mg^{2+}} \times \frac{M\,g\,(\text{صابون})}{1mol\,(\text{صابون})} = 16/68g \Rightarrow 0/06M = 16/68 \Rightarrow M = 278g.mol^{-1}$$

تناسب

$$\frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{میلی‌لیتر محلول} \times \text{غلظت مولی}}{1000 \times \text{ضریب}} \Rightarrow \underbrace{\frac{16/68g}{2 \times M}}_{\text{صابون}} = \underbrace{\frac{0/5 \times 60}{1 \times 1000}}_{MgCl_2} \Rightarrow M = 278g \cdot mol^{-1}$$

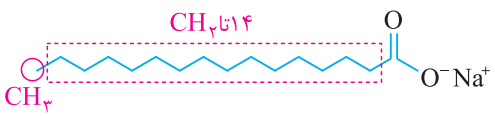
فرمول کلی صابون به‌صورت RCOONa بوده که R در این سؤال همان گروه آلکیلی است:

$$\text{جرم مولی } C_nH_{2n+1}COONa = 12n + (2n+1) + 12 + 2(16) + 23 = 14n + 68$$

با توجه به محاسباتی که انجام دادیم، جرم مولی صابون را برابر ۲۷۸ گرم بر مول به‌دست آوردیم:

$$14n + 68 = 278 \Rightarrow n = 15$$

بنابراین در زنجیر هیدروکربنی این صابون ۱۵ اتم کربن یافت می‌شود که یکی از آن‌ها در سر زنجیر قرار داشته و به‌صورت $-CH_3$ است. ۱۴ تای دیگر به‌صورت $-CH_2-$ هستند.



۱۹۷۶ ۱ معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش به‌صورت زیر است:

$$2RCOONa + Ca^{2+} \rightarrow (RCOO)_2Ca + 2Na^+$$

قبل از شروع هر محاسبه‌ای، چون جرم رسوب $(RCOO)_2Ca$ داده‌شده است، باید جرم مولی آن را به‌دست آوریم. تنها اطلاعاتی که از $RCOO^-$ داریم، این است که R یک گروه آلکیلی با ۱۳ اتم کربن است:

$$\text{جرم مولی } RCOO^- = \text{جرم مولی } C_{13}H_{27}CO_2^- = \underbrace{(14 \times 12)}_{C} + \underbrace{(27 \times 1)}_{H} + \underbrace{(2 \times 16)}_{O} = 227$$

$$\text{جرم مولی } (RCOO)_2Ca = 2(\text{جرم مولی } RCOO^-) + \text{جرم مولی } Ca^{2+} = 2(227) + 40 = 494g \cdot mol^{-1}$$

کسر تبدیل

$$?g\,Ca^{2+} = 9/88g\,(\text{رسوب}) \times \frac{1mol\,(\text{رسوب})}{494g\,(\text{رسوب})} \times \frac{1mol\,Ca^{2+}}{1mol\,(\text{رسوب})} \times \frac{40g\,Ca^{2+}}{1mol\,Ca^{2+}} = 0/8g\,Ca^{2+}$$

تناسب

$$\frac{\text{گرم } Ca^{2+}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم رسوب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x}{1 \times 40} = \frac{9/88}{1 \times 494} \Rightarrow x = 0/8\,g\,Ca^{2+}$$

برای محاسبهٔ ppm و کلاً غلظت‌ها به کادر زیر توجه کنید.

ایستگاه شارژ ۱ ppm همان میلی‌گرم حل‌شونده در کیلوگرم محلول است که اگر محلول بسیار رقیق باشد، می‌توان آن را میلی‌گرم حل‌شونده در لیتر محلول هم در نظر گرفت:

$$ppm = \frac{\text{میلی‌گرم حل‌شونده}}{\text{کیلوگرم محلول}} \xrightarrow{\text{در محلول بسیار رقیق}} ppm = \frac{\text{میلی‌گرم حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}}$$

۲ میان درصد جرمی و غلظت مولی یک محلول رابطهٔ بسیار مهم زیر برقرار است:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{10 \times w/w \times d}{M_w}$$

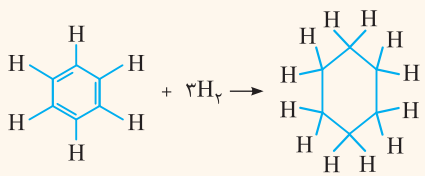
M_w = جرم مولی ماده ؛ d = چگالی محلول ؛ w/w : درصد جرمی

در ۵ لیتر از آب سخت (با چگالی $1g \cdot mL^{-1}$)، ۰/۸ گرم یا ۸۰۰ میلی‌گرم یون Ca^{2+} یافت می‌شود:

$$ppm = \frac{\text{میلی‌گرم حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{800}{5} = 160$$

۱۹۷۷ ۳ ساده‌ترین نکته در مورد این تست *اینکه* چون حرفی از زنجیر هیدروکربنی سیرشده یا سیرنشده نزده، پس طبق یک قرارداد *نانوشته* آن را سیرشدهٔ خطی یا همان آلکیل (C_nH_{2n+1}) در نظر می‌گیریم. برای ادامهٔ حل، ابتدا ایستگاه شارژ زیر را بخوانید.

ایستگاه شارژ به‌طور کلی، هر مول پیوند $C=C$ برای سیر شدن کامل و تبدیل به پیوند $C-C$، به یک مول H_2 (گاز هیدروژن) نیاز دارد. برای مثال هر مول بنزن (C_6H_6) که دارای ۳ مول پیوند $C=C$، با ۳ مول H_2 به‌طور کامل سیر شده و به سیکلوهگزان (C_6H_{12}) تبدیل می‌شود.



هر مول از پاک‌کنندهٔ غیرصابونی موردنظر به دلیل حضور حلقهٔ بنزنی یک مادهٔ آروماتیک با ۳ مول پیوند $C=C$ به‌شمار می‌رود. بنابراین هر مول از آن با ۳ مول هیدروژن به‌طور کامل سیر می‌شود.

$$C_nH_{2n+1}-C_6H_4-SO_3Na + 3H_2 \rightarrow C_nH_{2n+1}-C_6H_{10}-SO_3Na$$

$$\text{جرم مولی پاک‌کنندهٔ غیرصابونی} = 12n + (2n+1) + 6(12) + 4(1) + 32 + 3(16) + 23 = 14n + 180$$

با توجه به داده‌های تست، از تناسب زیر استفاده می‌کنیم:

$$\frac{\text{گرم پاک‌کننده} \times \frac{R}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{چگالی گاز} \times \text{لیتر گاز}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{16/16 \times \frac{75}{100}}{\underbrace{1 \times (14n+180)}_{\text{پاک‌کننده}}} = \frac{3L \times 0/06 \frac{g}{L}}{\underbrace{3 \times 2}_{H_2}} \Rightarrow 14n + 180 = \underbrace{16/16 \times \frac{75}{100} \times \frac{100}{3}}_{404} \Rightarrow 14n + 180 = 404 \Rightarrow n = 16$$

بنابراین زنجیر هیدروکربنی این پاک‌کنندهٔ غیرصابونی دارای ۱۶ اتم کربن بوده و فرمول شیمیایی آن به‌صورت $C_{16}H_{33}C_6H_4SO_3Na$ یا $C_{22}H_{37}SO_3Na$ است. از آن‌جا که تمام هیدروژن‌ها در بخش هیدروکربنی این پاک‌کننده قرار دارند، می‌توان گفت که به اندازهٔ زیروند H در این ترکیب، پیوند $C-H$ یافت می‌شود.

۱۹۷۸ ۴ معادلهٔ واکنش مورد نظر به‌صورت زیر است:

$$CH_3(CH_2)_{16}COOH + NaOH \rightarrow CH_3(CH_2)_{16}COONa + H_2O$$

کسر تبدیل

$$?g\,NaOH = 1420\,g\,(\text{اسید چرب}) \times \frac{1mol\,(\text{اسید چرب})}{284\,g\,(\text{اسید چرب})} \times \frac{1molNaOH}{1mol\,(\text{اسید چرب})} \times \frac{40\,g\,NaOH}{1molNaOH} = 200\,g\,NaOH$$

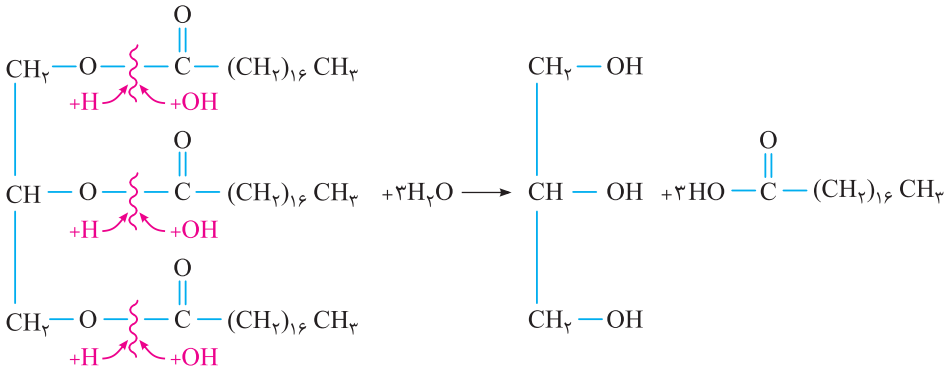
تناسب

$$\frac{\text{گرم اسید چرب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم سدیم هیدروکسید}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{1420}{1 \times 284} = \frac{x}{1 \times 40} \Rightarrow x = 200\,gNaOH$$

از طرفی برای تهیهٔ این صابون، به ۱۰٪ سدیم هیدروکسید اضافی هم نیاز است:

$$\text{جرم } NaOH = 200g + \underbrace{(\frac{10}{100} \times 200)}_{\text{۱۰٪ اضافی}} = 220gNaOH$$

۱۹۷۹ **۴** ترکیب A یک استر سنگین سه‌عاملی است و هر مول از آن بر اثر آبکافت، یک مول الکل سه‌عاملی و سه مول اسید تک‌عاملی (اسید چرب) تولید می‌کند:



همان‌طور که در سؤال گفته، از ترکیب D در ساخت صابون استفاده می‌شود، پس D همان اسید چرب در واکنش بالاست. بنابراین از روی فرمول ساختاری می‌توان به فرمول شیمیایی A و D رسید. فرمول شیمیایی A و D به‌ترتیب $C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶$ و $C_{۱۸}H_{۳۶}O_۲$ است. با توجه به معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش می‌توان نوشت:

$$\underbrace{\frac{\text{گرم استر}\times\frac{R}{۱۰۰}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}}_{A}=\underbrace{\frac{\text{مول اسید چرب}}{\text{ضریب}}}_{D}\Rightarrow\frac{۲۲۲۵\times\frac{۶۰}{۱۰۰}}{۱\times۸۹۰}=\frac{x}{۳}\Rightarrow x=\overset{۲/۵}{\frac{۲۲۲۵}{۸۹۰}}\times۳\times\frac{۶۰}{۱۰۰}=۴/۵\text{mol}$$

۱۹۸۰ **۴** برای به‌دست آوردن درصد جرمی کربن در اسید چرب، به شمار اتم‌های کربن و جرم مولی اسید چرب نیاز داریم. معادلهٔ واکنش میان اسید چرب با فرمول $C_nH_{۲n+۱}COOH$ و سدیم هیدروکسید به‌صورت زیر است:

$$C_nH_{۲n+۱}COOH+NaOH\rightarrow C_nH_{۲n+۱}COONa+H_۲O$$

$$\frac{\text{گرم اسید چرب}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{گرم سود ناخالص}\times\frac{P}{۱۰۰}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{۱۵۳/۶}{۱\times M}=\frac{۳۰\times\frac{۸۰}{۱۰۰}}{۱\times۴۰}\Rightarrow M=\frac{\overset{۱}{\cancel{۴۰}}\times\overset{۵/۱۲}{۱۵۳/۶}\times۱۰۰}{\underset{۱}{\cancel{۳۰}}\times\underset{۲}{\cancel{۸۰}}}=۲۵۶\text{g}\cdot\text{mol}^{-۱}$$

$$C_nH_{۲n+۱}COOH\text{ جرم مولی}=۲۵۶\Rightarrow ۱۲n+(۲n+۱)+۱۲+۲(۱۶)+۱=۲۵۶\Rightarrow n=۱۵$$

بنابراین زنجیر هیدروکربنی این اسید چرب شامل ۱۵ اتم کربن بوده و فرمول شیمیایی آن به‌صورت $C_{۱۶}H_{۳۲}O_۲$ است:

$$\text{درصد جرمی C}=\frac{\text{جرم عنصر C}}{\text{جرم مولی ترکیب}}\times۱۰۰=\frac{۱۶\times۱۲}{۲۵۶}\times۱۰۰=٪۷۵$$

۱۹۸۱ **۲** جاذبهٔ هر سه مادهٔ عسل، اوره و اتیلن گلیکول با آب از نوع پیوند هیدروژنی است.

۱۹۸۲ **۲** بررسی تک‌تک غلط‌ها ب) نسبت شمار اتم‌ها به عنصرها در اوره $(CO(NH_۲)_۲)$ برابر با $\frac{۸}{۴}=۲$ است. پ) فرمول $C_{۲۵}H_{۵۲}$ را می‌توان به وازلین نسبت دارد.

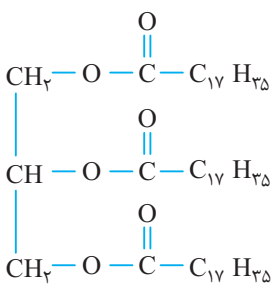
معادلهٔ واکنش سوختن کامل آن به صورت زیر است:

$$C_{۲۵}H_{۵۲}+۳۸O_۲\rightarrow ۲۵CO_۲+۲۶H_۲O$$

مشاهده می‌کنید که بر اثر سوختن هر مول وازلین، ۵۱ مول فراورده (۲۶ + ۲۵) تولید می‌شود.

۱۹۸۳ **۴** چکاپ کامل آ) درست ـ فرمول تقریبی روغن زیتون به صورت $C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶$ است. از آن‌جاکه در ساختار نشان داده‌شده سه گروه عاملی $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-$ و سه اتم کربن متصل به هر کدام از این گروه‌ها مشخص شده است، مجموع شمار اتم‌های کربن در زنجیرهای هیدروکربنی برابر با ۵۱ خواهد بود.

ب) درست ـ در شیمی یازدهم خواندید که زنجیر هیدروکربنی در روغن‌ها، سیرنشده و در چربی‌ها، سیرشده است. *ببین اگه یادتون رفته، غمتون نباشه*، اگر هر سه زنجیر هیدروکربنی سیرشده باشد، فرمول مولکولی روغن به جای $C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶$ باید به صورت $C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶$ می‌بود یعنی ساختار مقابل:



پ) درست ـ جرم مولی روغن زیتون $(C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶)$ در مقایسه با چربی ذخیره‌شده در کوهان شتر $(C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶)$، به اندازهٔ جرم مولی ۶ اتم هیدروژن کم‌تر است.

ت) درست ـ در شیمی یازدهم خواندید که از دیدگاه شیمیایی در ساختار روغن در مقایسه با چربی، پیوندهای دوگانهٔ بیشتری وجود داشته و واکنش‌پذیری آن نیز بیشتر است.

۱۹۸۴ **۲** بررسی تک‌تک غلط‌ها ۱) محلول‌ها **برخلاف** کلوئیدها جزو مخلوط‌های همگن در نظر گرفته می‌شوند. ۳) محلول‌ها **همانند** کلوئیدها جزو مخلوط‌های پایدار طبقه‌بندی می‌شوند. ۴) محلول‌ها برخلاف کلوئیدها نور را پخش **نمی‌کنند**.

۱۹۸۵ **۳** چکاپ کامل

آ نادرست ـ کاتیون صابون یعنی K^+ نقشی در پاک‌کنندگی آن ندارد. بلکه بخش $-CO_2^-$ ، سر قطبی و آب‌دوست آن است و در حلال‌های قطبی مانند آب حل می‌شود. ب درست ـ فرمول شیمیایی این پاک‌کننده به صورت $C_{17}H_{35}COO^-K^+$ است و شمار اتم‌های کربن آن برابر ۱۸ اتم است . شمار اتم‌های هیدروژن موجود در بنزین (C_8H_{18}) نیز برابر ۱۸ اتم است. پ درست ـ آنیون این پاک‌کننده به صورت $C_{17}H_{35}COO^-$ است که اگر با کاتیون کلسیم (Ca^{2+}) ترکیب شود، فرمول آن به صورت $(C_{17}H_{35}COO)_2Ca$ خواهد بود و شامل $2(17+35+1+2)+1=111$ اتم است. ت نادرست ـ اگر شمار اتم‌های کربن این پاک‌کننده به نصف کاهش یابد، یعنی از ۱۸ اتم به ۹ اتم کربن برسد، فاقد خاصیت پاک‌کنندگی خواهد بود. توجه داشته باشید که پاک‌کننده‌های صابونی، نمک سدیم، پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب هستند و زنجیر هیدروکربنی اسیدچرب نیز حداقل ۱۴ اتم کربن دارد.

۱۹۸۶ **۱**

فرمول کلی صابون مایع که فقط از عنصرهای نافلزی تشکیل شده است، به‌صورت $RCOONH_4$ است که مطابق داده‌های سؤال زنجیر هیدروکربنی اسید سازندهٔ صابون، سیرشده است بنابراین R به‌صورت C_nH_{2n+1} می‌باشد.

$$\frac{\text{درصد جرمی H}}{\text{درصد جرمی N}}=2/5 \Rightarrow \frac{\text{H جرم}}{\text{N جرم}}=2/5 \Rightarrow \frac{(2n+1+4)\times 1}{1\times 14}=2/5 \Rightarrow n=15$$

بنابراین فرمول صابون به‌صورت $C_{15}H_{31}COONH_4$ بوده و هر واحد فرمولی از آن شامل $15+31+1+1+1+1+4=54$ اتم است.

۱۹۸۷ **۴** بررسی تک‌تک غلط‌ها

ب آب گل‌آلود جزو **سوسپانسیون‌ها** طبقه‌بندی می‌شود. ب شربت معده برخلاف محلول کات کبود در آب، نور را **پخش** می‌کند.

۱۹۸۸ **۴**

فرمول استر مورد نظر $C_{57}H_{110}O_6$ می‌باشد. ابتدا واکنش را نوشته و موازنه می‌کنیم:

$$C_{57}H_{110}O_6+3H_2O \rightarrow C_3H_8O_3+3CH_3(CH_2)_{16}COOH$$

جرم مولی اسید چرب و استر موجود در واکنش را محاسبه می‌کنیم. جرم مولی اسید چرب، ۲۸۴ گرم بر مول و جرم مولی استر، ۸۹۰ گرم بر مول می‌باشد.

کسر تبدیل:

$$?\,g\ \text{اسید چرب}=2/67\,kg\ \text{استر}\times\frac{1000\,g\ \text{استر}}{1\,kg\ \text{استر}}\times\frac{1\,mol\ \text{استر}}{890\,g\ \text{استر}}\times\frac{3\,mol\ \text{اسید چرب}}{1\,mol\ \text{استر}}\times\frac{284\,g\ \text{اسید چرب}}{1\,mol\ \text{اسیدچرب}}\times\underbrace{\frac{75}{100}}_{\text{بازده درصدی}}=1917\,g\ \text{اسید چرب}$$

تناسب:

$$\frac{\text{گرم}\times\frac{R}{100}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{\text{استر}}}=\frac{\text{گرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{\text{اسید چرب}}} \Rightarrow \frac{2/67\times 10^3\,g\ \text{استر}\times\frac{75}{100}}{1\times 890}=\frac{x\,g\ \text{اسید چرب}}{3\times 284} \Rightarrow x=1917\,g\ \text{اسید چرب}$$

۱۹۸۹ **۲**

با توجه به فرمول مولکولی نفتالن $(C_{10}H_8)$، زنجیر هیدروکربنی متصل به حلقهٔ بنزنی در این پاک‌کننده دارای فرمول $-C_{12}H_{25}$ است، بنابراین فرمول کلی پاک‌کنندهٔ موردنظر به‌صورت $C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3Na$ بوده و هر واحد فرمولی از آن شامل $12+25+6+4+1+3+1=52$ اتم است.

۱۹۹۰ **۳**

بارها خواندیم که در واکنش پودر آلومینیم و سدیم هیدروکسید با آب، برای باز کردن مجاری مسدودشده، گاز هیدروژن آزاد می‌شود (حذف گزینه‌های ۲ و ۴).

معادلهٔ موازنه‌شدهٔ این واکنش به‌صورت مقابل است:

$$2Al+2NaOH+6H_2O \rightarrow 2NaAl(OH)_4+3H_2$$

$$\frac{\text{گرم}\times\frac{R}{100}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{NaOH}}=\frac{\text{میلی‌لیتر گاز (STP)}}{\underbrace{22400\times\text{ضریب}}_{H_2}} \Rightarrow \frac{x\times\frac{\cancel{8}}{\cancel{10}}}{\cancel{8}\times 40}=\frac{672}{3\times 22400} \Rightarrow x=\frac{\cancel{3}\times 40\times\cancel{672}}{\cancel{3}\times\cancel{224}\times 10^2}=1/2\,g\,H_2$$

نکته در محاسبات بالا به‌جای ۶۶/۷٪ از کسر $\frac{2}{3}$ استفاده کردیم که *خیلی راحت‌تره* 🙂

۱۹۹۱ **۴**

با توجه به ساختار داده شده، فرمول شیمیایی صابون مایع به‌صورت $C_{18}H_{35}KO_2$ و جرم مولی آن برابر $322\,g\cdot mol^{-1}$ است.

$$\text{شمار مول‌های صابون}=\frac{1127\,g}{322\,g\cdot mol^{-1}}=3/5\,mol$$

هر مول از یون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} با ۲ مول صابون واکنش داده و طی آن، رسوب تولید می‌شود.

$$2C_{18}H_{35}KO_2 \sim Ca^{2+} \sim Mg^{2+}$$

اگر فرض کنیم ۳/۵ مول صابون مایع با x مترمکعب آب شور واکنش دهد می‌توان نوشت:

$$Ca^{2+}:\ ppm=\frac{\text{گرم کلسیم}}{\text{گرم آب}}\times 10^6 \Rightarrow 120=\frac{\text{گرم کلسیم}}{x\times 10^6\,mL\times 1/25\,\frac{g}{mL}}\times 10^6 \Rightarrow \text{گرم کلسیم}=150x$$

$$Mg^{2+}:\ ppm=\frac{\text{گرم منیزیم}}{\text{گرم آب}}\times 10^6 \Rightarrow 96=\frac{\text{گرم منیزیم}}{x\times 10^6\,mL\times 1/25\,\frac{g}{mL}}\times 10^6 \Rightarrow \text{گرم منیزیم}=120x$$

شمار مول‌های صابون را که به ترتیب با یون‌های کلسیم و منیزیم واکنش می‌دهند به‌ترتیب با a و b نمایش می‌دهیم. واضح است که $a+b=3/5$ می‌باشد.

$$\frac{\text{مول صابون}}{\text{ضریب}}=\frac{\text{گرم } Ca^{2+} \text{ یا } Mg^{2+}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}} \Rightarrow \begin{cases}\frac{a\,mol\ \text{صابون}}{2}=\frac{150x\,g\,Ca^{2+}}{1\times 40} \Rightarrow a=7/5x\\ \frac{b\,mol\ \text{صابون}}{2}=\frac{120x\,g\,Mg^{2+}}{1\times 24} \Rightarrow b=10x\end{cases}$$

با توجه به معادله‌های قبل، a و b را برحسب x به‌دست آوردیم:

$$a+b=۳/۵ \xrightarrow{a=۷/۵x\ ،\ b=۱۰x} ۷/۵x+۱۰x=۳/۵ \Rightarrow ۱۷/۵x=۳/۵ \Rightarrow x=۰/۲m^۳ \text{ (آب شور)}$$

۱۹۹۲ | ۳ ایستگاه شارژ زیر را بخوانید.

ایستگاه شارژ فرمول عمومی استرهای بلندزنجیر سه عاملی که زنجیر هیدروکربنی آن‌ها سیر شده است، به‌صورت $C_xH_{۲x-۴}O_۶$ است. *با دانستن این فرمول دیگه نیازی نیس که حتماً ساختار استر رو رسم کنی* 😂

منظور از محلول دسی مولار سدیم هیدروکسید، همان محلول ۰/۱ مولار آن است. می‌دانیم هر مول استر سه عاملی با ۳ مول NaOH واکنش می‌دهد. ابتدا شمار مول این استر را محاسبه می‌کنیم:

۳ مول صابون جامد + ۱ مول الکل سه عاملی ← ۳ مول سدیم هیدروکسید + ۱ مول استر سه عاملی

$$?\,mol(\text{استر})=۶\,L(\text{محلول NaOH})\times\frac{۰/۱mol\,NaOH}{۱L(\text{محلول NaOH})}\times\frac{۱mol(\text{استر})}{۳\,mol\,NaOH}=۰/۲\,mol(\text{استر})$$

حالا با استفاده از شمار مول و جرم استر داده شده، جرم مولی این استر را حساب می‌کنیم:

$$\text{مول}=\frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی ماده}}\Rightarrow \text{جرم مولی ماده}=\frac{۱۶۹/۶\,g}{۰/۲\,mol}=۸۴۸\,g\cdot mol^{-۱}$$

در گام آخر توجه کنید که در ایستگاه شارژ بالا خواندیم که فرمول عمومی این استر به‌صورت $C_xH_{۲x-۴}O_۶$ است:

$$\text{جرم مولی استر}=۸۴۸\Rightarrow(۱۲x)+(۲x-۴)+(۶\times۱۶)=۸۴۸\Rightarrow x=۵۴$$

بنابراین فرمول مولکولی استر موردنظر به‌صورت $C_{۵۴}H_{۱۰۴}O_۶$ است.

۱۹۹۳ | ۳ در انتهای سؤال اشاره شده است که صابون موردنظر دارای ۳۵ اتم هیدروژن در زنجیر آلکیلی خود است. به راحتی می‌توان فهمید که تعداد اتم‌های کربن در این زنجیر برابر ۱۷ و فرمول کلی صابون به‌صورت $C_{۱۷}H_{۳۵}COONa$ است. معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش میان صابون جامد و محلول کلسیم کلرید به‌صورت زیر است:

$$۲C_{۱۷}H_{۳۵}COONa(s)+CaCl_۲(aq)\rightarrow \underbrace{(C_{۱۷}H_{۳۵}COO)_۲Ca(s)}_{\text{رسوب}}+۲NaCl(aq)$$

$$\text{جرم مولی } C_{۱۷}H_{۳۵}COONa=(۱۷\times۱۲)+(۳۵\times۱)+۱۲+(۲\times۱۶)+۲۳=۳۰۶\ g\cdot mol^{-۱}$$

$$\frac{\text{گرم صابون ناخالص}\times\frac{P}{۱۰۰}\times\frac{R}{۱۰۰}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{مول رسوب}}{\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{۲۷/۲g\times\frac{P}{۱۰۰}\times\frac{R}{۱۰۰}}{۲\times۳۰۶}=\frac{۰/۰۲}{۱}$$

خب الان دو تا مجهول داریم، چکار کنیم؟ تقریباً هیچ کاری نمیشه کرد فقط می‌توان حاصل‌ضرب $P\times R$ را به‌دست آورد و از گزینه‌ها کمک گرفت:

$$P\times R=\frac{۰/۰۲\times۲\times۳۰۶}{۲۷/۲}\times۱۰^۴=۴۵۰۰$$

از میان گزینه‌ها فقط حاصل‌ضرب اعداد ۷۵ و ۶۰ در گزینهٔ (۳)، برابر ۴۵۰۰ می‌شود.

۱۹۹۴ | ۳ معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش موردنظر به‌صورت زیر است:

$$۲C_{۱۵}H_{۳۱}COONa(s)+MgCl_۲(aq)\rightarrow(C_{۱۵}H_{۳۱}COO)_۲Mg(s)+۲NaCl(aq)$$

$$\frac{\text{گرم صابون}\times\frac{R}{۱۰۰}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{گرم رسوب}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{x\times\frac{۸۰}{۱۰۰}}{۲\times۲۷۸}=\frac{۲۳/۰۵}{۱\times۵۳۴}\Rightarrow x\simeq ۳۰\ \text{صابون}$$

$$\text{حجم صابون}=\frac{۴}{۳}\pi r^۳=\frac{۴}{۳}(۳)(\frac{۴}{۲})^۳=۳۲\,cm^۳$$

$$d_{\text{صابون}}=\frac{m}{V}=\frac{۳۰g}{۳۲cm^۳}=۰/۹۳۷۵\,g.cm^{-۳}\equiv ۹۳۷/۵\,kg.m^{-۳}$$

۱۹۹۵ | ۲ معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش موردنظر به‌صورت زیر است:

$$۲C_nH_{۲n+۱}COONa+CaCl_۲\rightarrow\underset{\text{[رسوب]}}{(C_nH_{۲n+۱}COO)_۲Ca}+۲NaCl$$

$$\text{جرم مولی رسوب}:۲(۱۲n+۲n+۱+۱۲+۲(۱۶))+۴۰=۲۸n+۱۳۰\,g.mol^{-۱}$$

$$\frac{\text{لیتر}\times\text{غلظت مولی}\times\frac{R}{۱۰۰}}{\text{ضریب}}=\frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{۰/۰۴\times۰/۴\times\frac{۷۵}{۱۰۰}}{۱}=\frac{۶/۲۶۴}{۱\times(۲۸n+۱۳۰)}\Rightarrow n=۱۴$$

$$\text{فرمول صابون}:C_{۱۴}H_{۲۹}COONa\Rightarrow\text{شمار اتم‌ها}=۱۴+۲۹+۱+۱+۱+۱=۴۷$$