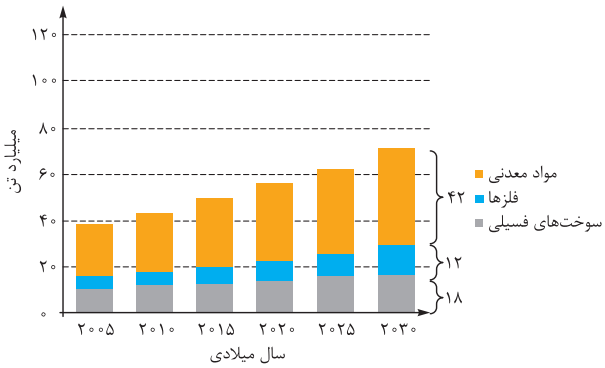
هدایای زمینی

- زمین سرشار از نعمت‌ها و هدایای پیدا و ناپیدای گوناگونی است که هر یک **اندازهٔ معینی** دارد.
- رشد و گسترش تمدن بشری، در گرو **کشف و شناخت مواد** جدید است.
- گسترش فناوری، به میزان **دسترسی به مواد مناسب** وابسته است.
  - گسترش صنعت خودرو ← شناخت و دسترسی به **فولاد**
  - پیشرفت صنعت الکترونیک ← دسترسی به موادی ساخته شده از **نیمه‌رساناها**
- همهٔ مواد طبیعی و ساختگی از کرهٔ زمین به دست می‌آیند.
- به تقریب جرم کل مواد در کرهٔ زمین **ثابت** می‌ماند.
- این جمله غلط است: هر چه میزان بهره‌برداری از منابع یک کشور بیشتر باشد، آن کشور توسعه‌یافته‌تر است.
- میزان تولید یا مصرف نسبی برخی مواد:



- مقایسهٔ مقدار استخراج و مصرف سالیانه:
  فلزها < سوخت‌های فسیلی < مواد معدنی
- بیشترین مقدار افزایش رشد مصرف: **مواد معدنی**
- برخی محصولات و منابع تهیهٔ آن‌ها:

محصول	منبع	محصول	منبع
استکان شیشه‌ای	شن و ماسه	ظرف غذا	خاک چینی
قاشق	فولاد زنگ‌نزن، حاصل از سنگ معدن آهن	سوخت	نفت موجود در دل زمین

- منابع شیمیایی در جهان به طور یکسان توزیع **نشده‌اند**.
- پراکندگی منابع شیمیایی، دلیلی بر پیدایش تجارت جهانی است.

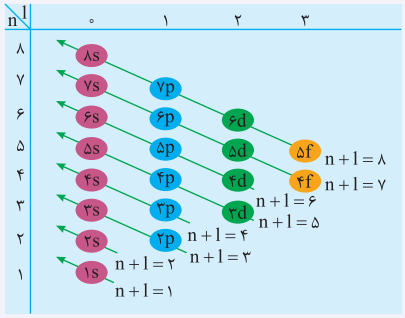
«تکمیل در کلاس»

رفتار عنصرها و شعاع اتم

یادآوری آرایش الکترونی:

n (عدد کوانتومی اصلی): شمارهٔ لایه $n = ۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,\ldots$

l (عدد کوانتومی فرعی): شمارهٔ زیرلایه $l = \underset{s^{۲}}{۰}, \underset{p^{۶}}{۱}, \underset{d^{۱۰}}{۲}, \underset{f^{۱۴}}{۳}, \ldots$



قاعدهٔ آفبا، ترتیب پرشدن زیرلایه‌های الکترونی در اتم

- انرژی زیرلایه‌ها اول به $n+l$ و بعد از آن به n وابسته است؛ یعنی اگر $n+l$ برای چند زیرلایه یکسان باشد، زیرلایهٔ با n کوچک‌تر، انرژی کم‌تری دارد.

برای زیرلایه‌ها:
- $n+l$ کوچک‌تر ← انرژی کم‌تر ← زودتر از الکترون پر می‌شود.
- $n+l$ برابر ← n کوچک‌تر ← انرژی کم‌تر ← زودتر از الکترون پر می‌شود.

- ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها، مطابق قاعدهٔ آفبا به صورت زیر است:

۱s ـ ۲s ۲p ـ ۳s ۳p ـ ۴s ۳d ۴p ـ ۵s ۴d ۵p ـ ۶s ۴f ۵d ۶p ـ ۷s ۵f ۶d ۷p

دورهٔ اول دورهٔ دوم دورهٔ سوم دورهٔ چهارم دورهٔ پنجم دورهٔ ششم دورهٔ هفتم

مثلاً بعد از پرشدن ۳p، اول ۴s پر می‌شود و بعد ۳d.

- ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها در ۳۶ عنصر اول:

$$۱s^{۲}\ ۲s^{۲}\ ۲p^{۶}\ ۳s^{۲}\ ۳p^{۶}\ ۳d^{۱۰}\ ۴s^{۲}\ ۴p^{۶}$$

(۱) (۲) (۳)

$$_{۱۵}P: ۱s^{۲}\ ۲s^{۲}\ ۲p^{۶}\ ۳s^{۲}\ ۳p^{۳} \quad , \quad _{۲۸}Ni: ۱s^{۲}\ ۲s^{۲}\ ۲p^{۶}\ ۳s^{۲}\ ۳p^{۶}\ ۳d^{۸}\ ۴s^{۲}$$

(۱) (۲)

- آرایش الکترونی با استفاده از گاز نجیب قبل از آن فشرده می‌شود.

$$_{۱۵}P: [_{۱۰}Ne]۳s^{۲}\ ۳p^{۳} \quad , \quad _{۲۸}Ni: [_{۱۸}Ar]۳d^{۸}\ ۴s^{۲}$$

- هر وقت آرایش الکترونی به $d^{۴}s^{۲}$ یا $d^{۹}s^{۲}$ رسید، سریع *تبدیلش کن به* $d^{۵}s^{۱}$ یا $d^{۱۰}s^{۱}$.

$$_{۲۴}Cr: [_{۱۸}Ar]۳d^{۵}\ ۴s^{۱} \ , \ _{۲۹}Cu: [_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}\ ۴s^{۱} \ , \ _{۴۲}Mo: [_{۳۶}Kr]۴d^{۵}\ ۵s^{۱}$$

برای عنصرهای $_{۲۰}Ca$ تا $_{۲۹}Cu$، عدد دهگان عدد اتمی، تعداد الکترون‌های ۴s بوده و عدد یکان، تعداد الکترون‌های ۳d است، *فقط بعدش هواستون به تبدیل آرایش‌های الکترونی* $d^{۴}s^{۲}$ *به* $d^{۵}s^{۱}$ *و* $d^{۹}s^{۲}$ *به* $d^{۱۰}s^{۱}$ *باشه!*

$_{۲۶}Fe$: ۲ ۶ → $۳d^{۶}\ ۴s^{۲}$

$_{۲۳}V$: ۲ ۳ → $۳d^{۳}\ ۴s^{۲}$

سوال ۱: آرایش الکترونی های زیر را با نکته تستی رسم کنید:

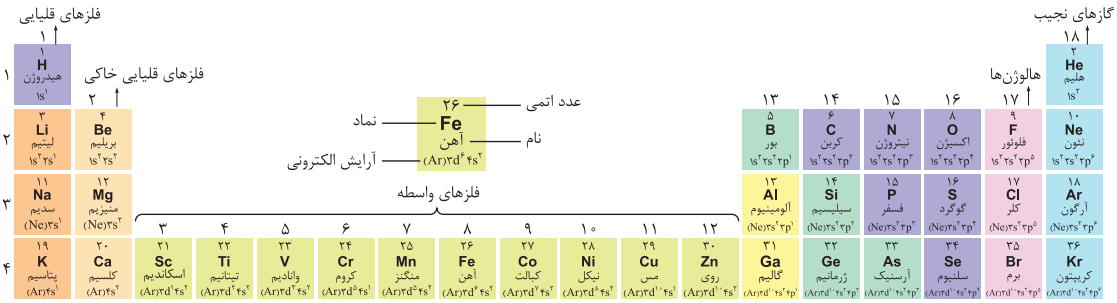
$_{۲۱}Sc$:

$_{۱۶}S$:

$_{۳۳}As$:

جدول تناوبی

- عنصرها در جدول دوره‌ای براساس **بنیادی‌ترین ویژگی** آن‌ها یعنی **عدد اتمی** (Z) چیده شده‌اند.
- عنصرهایی که آرایش الکترونی **لایهٔ ظرفیت** اتم آن‌ها مشابه است، در یک گروه جای گرفته‌اند. (به جز $_2He$، که آرایش لایهٔ ظرفیت آن ($1s^2$) با بقیهٔ عنصرهای گروه ۱۸ (ns^2np^6) متفاوت است.)
- جدول تناوبی دارای ۷ دوره و ۱۸ گروه است.
- نام، نماد، جایگاه و آرایش الکترونی ۳۶ عنصر اول جدول دوره‌ای را بلد باشید.
- اسم خاص گروه‌های ۱، ۲، ۱۷ و ۱۸ را بلد باشید.



«تکمیل در کلاس»

سوال ۲: جدول تناوبی عنصرها (به ترتیب از راست به چپ)، دارای چند دوره و چند گروه است؟ (کنکور ریاضی خارج ۹۶)

۱) ۷، ۱۶

۲) ۷، ۱۸

۳) ۸، ۱۶

۴) ۸، ۱۸

- آرایش الکترون‌های ظرفیت گروه‌ها

شمار گروه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
الکترون‌های ظرفیت	s^1	s^2	d^1s^2	d^2s^2	d^3s^2	d^5s^1	d^5s^2	d^6s^2	d^7s^2	d^8s^2	$d^{10}s^1$	$d^{10}s^2$	s^2p^1	s^2p^2	s^2p^3	s^2p^4	s^2p^5	s^2p^6

تعیین الکترون‌های ظرفیتی، شمارهٔ دوره و شمارهٔ گروه از روی آرایش الکترونی

الکترون‌های ظرفیتی

(۱) اگر زیرلایهٔ p در حال پرشدن **نباشد**: مجموع‌الکترون‌های ns و $(n-1)d$ ← در عناصر دستهٔ s، زیرلایهٔ $(n-1)d$ خالی است.

(۲) اگر زیرلایهٔ p در حال پرشدن باشد: مجموع‌الکترون‌های np و ns آخرین لایه (بزرگ‌ترین n)

$_{11}Na:[Ne]3s^{1}$ ← ۱ الکترون ظرفیتی

$_{22}Ti:[Ar]3d^{2}4s^{2}$ ← ۴ الکترون ظرفیتی

$_{8}O:[He]2s^{2}2p^{4}$ ← ۶ الکترون ظرفیتی

شمارهٔ دوره: شمارهٔ بالاترین لایه‌ای که الکترون در آن قرار گرفته است. (بزرگ‌ترین شمارهٔ n)

شمارهٔ گروه

(۱) اگر زیرلایهٔ p در حال پرشدن **نباشد**: تعداد الکترون‌های ظرفیتی = جمع الکترون‌های ns و $(n-1)d$

(۲) اگر زیرلایهٔ p در حال پرشدن باشد: تعداد الکترون‌های ظرفیتی $+10$ = جمع الکترون‌های np و $ns+10$

$_{17}Cl:[Ne]3s^{2}3p^{5}$ ← گروه $2+5+10=17$، دورهٔ ۳

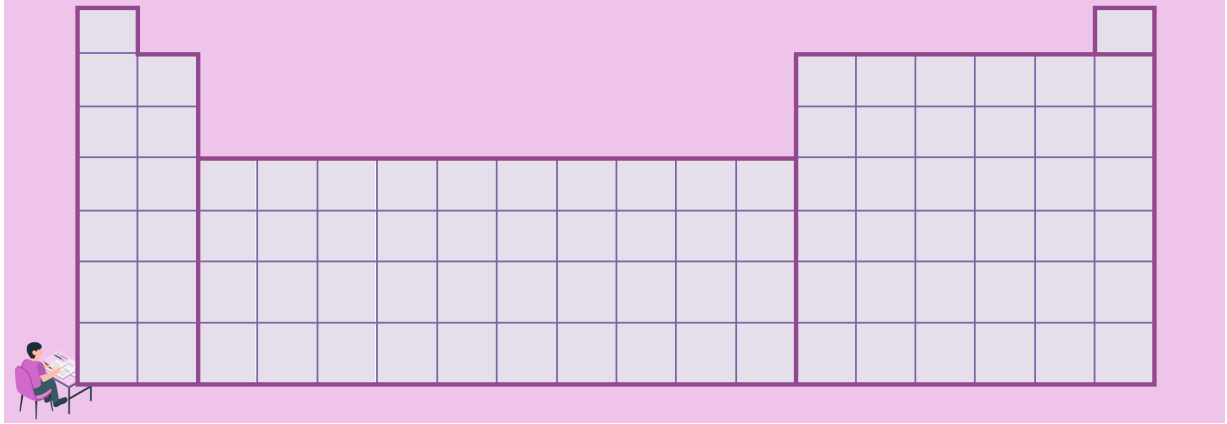
$_{25}Mn:[Ar]3d^{5}4s^{2}$ ← گروه $5+2=7$، دورهٔ ۴

$_{38}Sr:[Kr]5s^{2}$ ← گروه ۲ (۴d الکترون ندارد.)، دورهٔ ۵

سوال ۳: جایگاه X , Y , Z را با توجه به آرایش لایه ظرفیت در جدول مشخص کنید.

$X: 5s^{1}$ $\quad Y: 4s^{2},4p^{3}$ $\quad Z:3d^{6}/4s^{2}$

«تکمیل در کلاس»

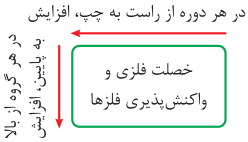


سوال ۴: عنصری که آخرین لایهٔ الکترونی اشغال شدهٔ اتم آن $4s^{2}4p^{3}$ است، در کدام گروه و کدام دورهٔ جدول تناوبی جای دارد؟ (سراسری ریاضی ۹۶)

عنصرها براساس رفتار به سه دسته تقسیم می‌شوند: **فلز**، **نافلز** و **شبه‌فلز**

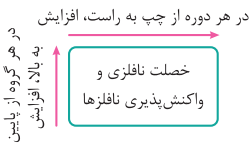
فلزها

- جایگاه: بیشتر عنصرهای جدول (به‌طور عمده در سمت چپ و مرکز) ← اکثر عنصرهای دستهٔ s (به‌جز $_1H$ و $_2He$)، همهٔ عنصرهای دستهٔ d و دستهٔ f و برخی عنصرهای دستهٔ p
- رفتار فیزیکی
  - داشتن سطح صیقلی
  - رسانایی الکتریکی و گرمایی
  - خاصیت چکش‌خواری و شکل‌پذیری
- رفتار شیمیایی: تمایل به از دست دادن الکترون و تشکیل کاتیون ـ هر چه از دست دادن الکترون آسان‌تر، خصلت فلزی و واکنش‌پذیری فلز بیشتر ـ خصلت فلزی به رفتار شیمیایی وابسته است، نه فیزیکی.
- روند تغییرات در جدول دوره‌ای عنصرها (این روند برای فلزهای گروه‌های اصلی است. فعلاً به عنصرهای دستهٔ d کاری نداریم):



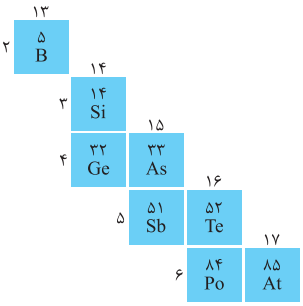
نافلزها

- جایگاه: در سمت راست و بالای جدول (به‌جز $_1H$) ← دو عنصر از دستهٔ s ($_1H$ و $_2He$) و بقیه از دستهٔ p.
- رفتار فیزیکی
  - سطح کدر و مات
  - عدم رسانایی الکتریکی و گرمایی (کربن (گرافیت) رسانایی الکتریکی دارد.)
  - خردشدن در اثر ضربه (عدم خاصیت چکش‌خواری و شکل‌پذیری)
- رفتار شیمیایی: تمایل به گرفتن الکترون و تشکیل آنیون یا به اشتراک گذاشتن الکترون ـ هر چه تمایل به گرفتن الکترون بیشتر، خصلت نافلزی و واکنش‌پذیری نافلز، بیشتر ـ خصلت نافلزی به رفتار شیمیایی وابسته است، نه فیزیکی.
- روند تغییرات در جدول دوره‌ای عنصرها:



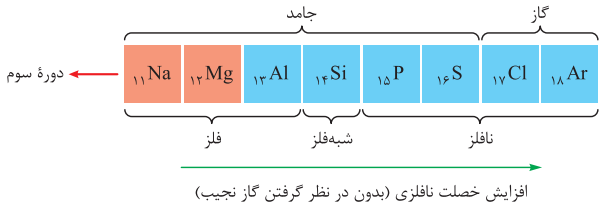
شبه‌فلزها

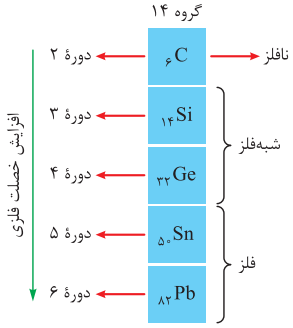
- جایگاه: مثل مرزی بین فلزها و نافلزها قرار دارند؛ مثل سیلیسیم ($_{14}Si$) و ژرمانیم ($_{32}Ge$).
- رفتار فیزیکی
  - رفتار فیزیکی بیشتر شبیه فلزها، به جز چکش‌خواری
  - برای دو شبه‌فلز Si و Ge
    - سطح صیقلی
    - رسانایی الکتریکی کم
    - رسانایی گرمایی بالا
    - خردشدن در اثر ضربه (عدم خاصیت چکش‌خواری و شکل‌پذیری)
- رفتار شیمیایی: رفتار شیمیایی همانند نافلزها (توانایی به اشتراک گذاشتن الکترون)



- کربن (C)، نافلز گروه ۱۴، تنها توانایی به اشتراک گذاشتن الکترون را دارد.
- از آلومینیم (Al) در تهیهٔ ظروف آشپزخانه استفاده می‌شود.
- دو دگر شکل مهم فسفر (P)، فسفر قرمز و فسفر سفید هستند که فسفر سفید، زیر آب نگه‌داری می‌شود.
- گوگرد (S) به‌صورت جامد زردرنگ بوده و کلر (Cl) گاز زردرنگ است.
- گازهای نجیب به دلیل رفتارهای فیزیکی، نافلز هستند، ولی رفتار شیمیایی (خصلت نافلزی) برای آن‌ها بررسی نمی‌شود، چون تمایلی به انجام واکنش ندارند.

آشنایی با عنصرهای گروه ۱۴ و عنصرهای دورهٔ سوم جدول دوره‌ای *(لازمه عدد اتمی و ویژگی‌های این عناصر رو بلد باشین!)*





سوال ۵: جدول زیر را درباره عناصر گروه ۱۴ تکمیل کنید.

	خواص فیزیکی				خواص شیمیایی		
	رسانایی الکتریکی	رسانایی گرمایی	سطح صیقلی	چکش خواری	دادن الکترون	گرفتن الکترون	اشتراک الکترون
کربن $_{6}C$							
سیلیسیم $_{14}Si$							
ژرمانیم $_{32}Ge$							
قلع $_{50}Sn$							
سرب $_{82}Pb$							

سوال ۶: جدول زیر را درباره عناصر دوره ۳ تکمیل کنید.

	خواص فیزیکی				خواص شیمیایی		
	رسانایی الکتریکی	رسانایی گرمایی	سطح صیقلی	چکش خواری	دادن الکترون	گرفتن الکترون	اشتراک الکترون
$_{11}Na$							
$_{12}Mg$							
$_{13}Al$							
$_{14}Si$							
$_{15}P$							
$_{16}S$							
$_{17}Cl$							

سوال ۷: درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید.

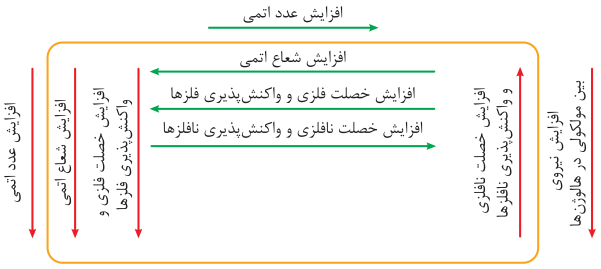
- در تمام گروه‌های جدول دوره‌ای، شمار الکترون‌های ظرفیتی همه عنصرها با یکدیگر برابر است.
- هر عنصری که رسانای خوب جریان برق باشد، چکش‌خوار است.
- هر عنصری که در دما و فشار اتاق حالت فیزیکی جامد داشته باشد، سطح درخشان دارد.
- هر عنصری که در اثر ضربه خرد شود، نمی‌تواند رسانایی گرمایی داشته باشد.
- اتم هر عنصری که نافلز باشد، تمایل برای گرفتن الکترون و تشکیل آنیون تک اتمی خواهد داشت.
- بنیادی‌ترین ویژگی عنصرها، عدد اتمی (Z) آن‌هاست.
- اتم عنصرهای فلزهای قلیایی خاکی با از دست دادن دو الکترون و تشکیل کاتیون پایدار M^{2+} ، به آرایش هشت‌تایی گاز نجیب قبل از خود می‌رسند.

سوال۸: با انتخاب یکی از موارد داده شده عبارت‌های زیر را به درستی کامل کنید.

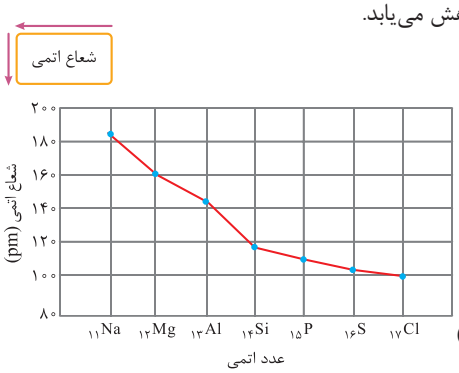
- جدول دوره‌ای عنصرها براساس افزایش (عدد اتمی / عدد جرمی) مرتب شده است.
- آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم هلیم با اتم بقیه گازهای نجیب (یکسان / متفاوت) است.
- بیشتر عنصرهای جدول دوره‌ای را (فلزها / نافلزها) تشکیل می‌دهند که به طور عمده در سمت چپ و مرکز راست و بالای جدول قرار دارند
- عنصرهای جدول دوره‌ای را براساس (عدد اتمی / رفتار آن‌ها) می‌توان در (دو / سه) دسته قرار داد.
- خواص فیزیکی شبه فلزها بیشتر به (فلزها / نافلزها) شبیه بوده در حالی که رفتار شیمیایی آنها همانند (فلزها / نافلزها) است.
- عنصر ژرمانیم، همانند نافلزهای جامد (درخشان / شکننده) است.
- (شبه فلزی / نافلزی) مانند گوگرد رسانایی گرمایی و الکتریکی (دارد / ندارد) و در اثر ضربه خرد (می‌شود / نمی‌شود).
- (همه / برخی از) مواد طبیعی و (همه / برخی از) مواد ساختگی از کره زمین به دست می‌آیند.

خلاصهٔ روندهای تناوبی

دیگه بدونین چیا با هم رابطهٔ مستقیم یا معکوس دارن!



- شعاع اتمی در یک گروه از بالا به پایین، افزایش و در یک دوره از چپ به راست، کاهش می‌یابد.



- تفاوت شعاع اتمی عناصر متوالی در یک دوره، در فلزها، بیشتر از نافلزها است.
(شیب نمودار تغییرات شعاع اتمی رفته‌رفته کاهش می‌یابد.)
- بیشترین تفاوت شعاع اتمی عناصر متوالی دورهٔ سوم: بین فلز $_{13}Al$ و شبه‌فلز $_{14}Si$
- تفاوت شعاع $_{13}Al$ و $_{14}Si$ حتی از تفاوت شعاع $_{14}Si$ با $_{17}Cl$ هم بیشتره!
- مقایسهٔ شعاع عناصر موجود در کتاب درسی (صرفاً جهت محکم‌کاری):

$_{9}F < _{17}Cl < _{35}Br < _{3}Li < _{12}Mg < _{11}Na < _{20}Ca < _{38}Sr < _{19}K$:شعاع اتمی(pm)

(۷۱) (۹۹) (۱۱۴) (۱۵۲) (۱۶۰) (۱۸۶) (۱۹۷) (۲۱۵) (۲۳۱)

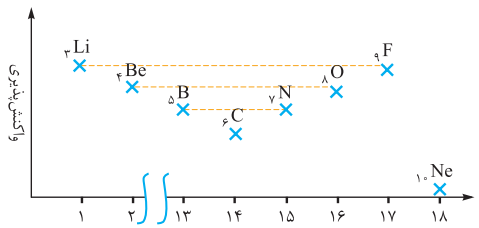
- یون پایدار فلزهای قلیایی: M^{+}
- یون پایدار فلزهای قلیایی خاکی: M^{2+}
- یون پایدار هالوژن‌ها: X^{-} (یون هالید)

- هر چه شدت نور یا آهنگ خروج گاز آزادشده در یک واکنش شیمیایی بیشتر باشد، واکنش سریع‌تر و شدیدتر بوده و واکنش‌دهنده فعالیت شیمیایی بیشتری دارد.
- در فلزها شعاع اتمی با خصلت فلزی و واکنش‌پذیری، رابطهٔ مستقیم دارد.
- در نافلزها شعاع اتمی با خصلت نافلزی و واکنش‌پذیری، رابطهٔ معکوس دارد.

نام هالوژن	شرایط واکنش با گاز هیدروژن
فلوئور	حتی در دمای $-200^{\circ}C$ به سرعت واکنش می‌دهد.
کلر	در دمای اتاق $(25^{\circ}C)$ به آرامی واکنش می‌دهد.
برم	در دمای $200^{\circ}C$ واکنش می‌دهد.
ید	در دمای بالاتر از $400^{\circ}C$ واکنش می‌دهد.

- در تولید لامپ چراغ‌های جلوی خودروها از هالوژن‌ها استفاده می‌شود.

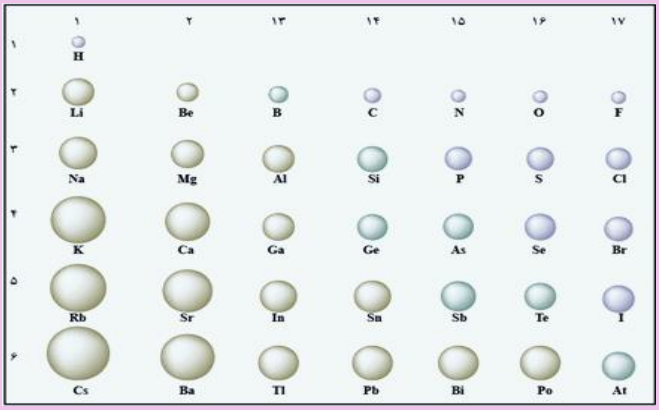
روند کلی تغییر واکنش‌پذیری عنصرهای دورهٔ دوم جدول تناوبی



سوال ۹: با انتخاب یکی از موارد داده شده عبارت‌های زیر را به درستی کامل کنید.

- در هر دوره از جدول تناوبی، از راست به چپ، از خاصیت (فلزی / نافلزی) کاسته و به خاصیت (فلزی / نافلزی) افزوده می‌شود.
- (فلزها / نافلزها) تمایل به از دست دادن گرفتن الکترون داشته به طوری که واکنش‌پذیرترین آنها در سمت چپ و پایین جدول قرار دارد.
- واکنش‌پذیرترین (فلز / نافلز) در سمت (چپ / راست) و بالای گروه (اول / هفدهم) قرار دارد.
- هالوژن‌ها با (از دست دادن / گرفتن) یک الکترون به آرایش گاز نجیب (بعد از خود / دورهٔ قبل از خود) می‌رسند.
- هرچه شعاع اتمی یک فلز بزرگ‌تر شود، واکنش‌پذیری آن فلز (بیشتر / کمتر) می‌شود.
- واکنش‌پذیری فلزهای قلیایی از فلزهای قلیایی خاکی هم دورهٔ خود (کمتر / بیشتر) است.
- از بالا به پایین در گروه هالوژن‌ها، خصلت نافلزی (افزایش / کاهش) و واکنش‌پذیری (افزایش / کاهش) می‌یابد.

«تکمیل در کلاس»

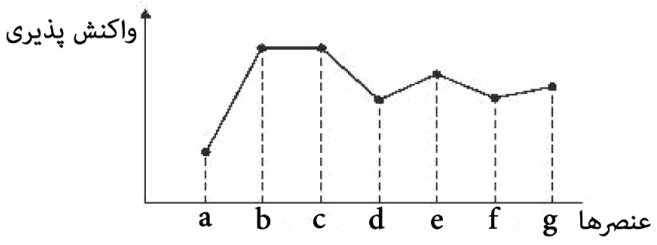


سوال ۱۰: چرا خصلت نافلزی $_{35}Br$ از $_{17}Cl$ کمتر است؟ (نهایی ۱۴۰۳)

سوال ۱۱: درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید.

- در جدول تناوبی، خواص فیزیکی و شیمیایی عنصرها، دوره ای تکرار میشود که به قانون دورهای عنصرها معروف است.
- در یک دوره از چپ به راست، شعاع اتمی ها کاهش می‌یابد بنابراین فلزهای قلیایی در هر دوره بیشترین شعاع اتمی را دارند.
- در دمای ۱۰۰°C، تنها دو عنصر از هالوژن‌ها توانایی انجام واکنش با گاز هیدروژن را دارند.
- هالوژنی که در دمای ۲۰۰°C توانایی انجام واکنش با گاز هیدروژن را دارد در دما و فشار اتاق به حالت جامد است.
- آرایش الکترونی همه عنصرها از قاعدهٔ اوکتت پیروی می کند.

سوال ۱۲: با بررسی نمودار شکل زیر ، که واکنش پذیری شماری از عنصرهای دوره دوم جدول تناوبی را به صورت نامرتب نشان می دهد ، می توان دریافت که ..... است.(تجربی خارج ۹۹)



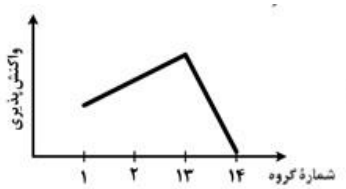
۱) a : کربن ، c : فلوئور ، g: اکسیژن

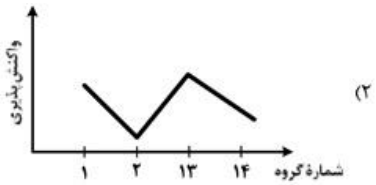
۲) c : اکسیژن ، f : نیتروژن ، a: کربن

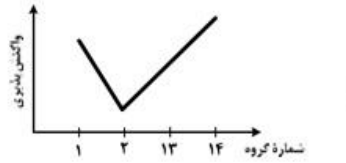
۳) f : کربن ، e : بریلیوم ، b : فلوئور

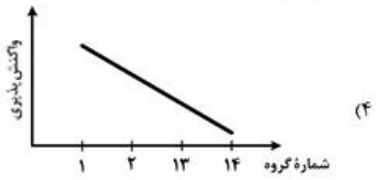
۴) b : نیتروژن ، d : بور ، e : لیتیم

سوال ۱۳: روند کلی واکنش پذیری چهار عنصر نخست از سمت چپ دوره دوم جدول دوره ای (تناوبی) در برابر اکسیژن در دمای اتاق ، به ترتیب شماره گروه آن ها ، کدام است ؟ (ریاضی ۹۸)

۱)


۲)


۳)


۴)


سوال ۱۴: مقایسهٔ شعاع اتمی در کدام مورد درست است؟ (تجربی اردیبهشت ۱۴۰۳)

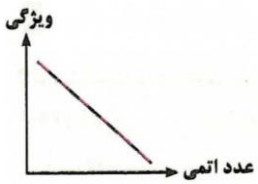
۱) $_{11}Na > {}_{17}Cl$

۲) $_{20}Ca > {}_{19}K$

۳) $_{3}Li < {}_{4}Be$

۴) $_{34}Se < {}_{16}S$

سوال ۱۵: نمودار تقریبی مقابل را به کدام ویژگی پنج عنصر ابتدایی گروه چهاردهم جدول می توان نسبت داد؟



تمایل برای تشکیل کاتیون

خاصیت فلزی

$\frac{۱}{\text{شعاع اتمی}}$

سوال ۱۶: با توجه به عنصرهای مشخص شده در جدول دوره ای زیر، درستی یا نادرستی عبارت های داده شده را تعیین کنید.

شعاع اتمی X از شعاع اتمی E بزرگ تر ولی از شعاع اتمی G کوچک تر است.

D بزرگ ترین شعاع اتمی را در دورهٔ پنجم دارد.

در حالت جامد، Q برخلاف G چکش خوار نیست.

خصلت نافلزی X از J کم تر بوده و شمار الکترون های آخرین زیرلایهٔ اتم J دو برابر همین مقدار در اتم X است.

E و X در واکنش با دیگر اتم ها تمایل به اشتراک گذاری دارند.

												E			B	C	
A											G	X		J			
														Q			
D																۵۴	

دنیایی رنگی با عنصرهای دستهٔ d

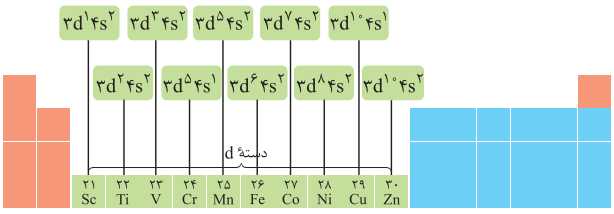
- همهٔ فلزها در حالت‌های کلی رفتارهای مشابهی دارند، اما تفاوت‌های قابل‌توجهی میان آن‌ها وجود دارد.

سدیم $(_{11}Na)$: نرم ـ با چاقو بریده می‌شود ـ به سرعت در هوا تیره می‌شود. ـ جلای نقره‌ای آن، به سرعت از بین می‌رود.

آهن $(_{26}Fe)$: محکم ـ ساخت در و پنجرهٔ فلزی ـ واکنش کند با اکسیژن در هوای مرطوب ـ تبدیل به زنگ آهن (Fe_2O_3).

طلا $(_{79}Au)$: واکنش‌پذیری بسیار کم و ناچیز ـ حفظ جلا در گذر زمان ـ تزیین گنبد و گلدسته با ورقه‌های نازکی از طلا.

- فلزهای اصلی: فلزهای دستهٔ s و p
- فلزهای واسطه: فلزهای دستهٔ d
- برخی کاتیون‌های فلزهای واسطه، رنگی هستند. ← محلول آبی‌رنگ: $Cu^{2+}(aq)$
- آرایش الکترونی اولین سری از فلزهای واسطه، در دورهٔ چهارم جدول خیلی مهم است:



- اغلب این فلزها در طبیعت به شکل ترکیب‌های یونی همچون اکسیدها (O^{2-})، کربنات‌ها (CO_3^{2-}) و ... یافت می‌شوند.
- آهن، دو اکسید طبیعی با فرمول‌های FeO (آهن (II) اکسید) و Fe_2O_3 (آهن (III) اکسید) دارد.
- اغلب فلزهای واسطه، با تشکیل کاتیون به آرایش گاز نجیب نمی‌رسند (به‌جز $_{21}Sc^{3+}$).

$_{21}Sc^{3+}:[Ar]$, $_{30}Zn^{2+}:[_{18}Ar]3d^{10}$, $_{26}Fe^{3+}:[Ar]3d^5$, $_{26}Fe^{2+}:[Ar]3d^6$

- **اغلب** فلزهای اصلی با تشکیل کاتیون به آرایش گاز نجیب می‌رسند. (موارد استثناء مثل $_{82}Pb^{2+}$، $_{50}Sn^{4+}$ و ...)

- همهٔ نافلزهای گروه ۱۵، ۱۶ و ۱۷ با گرفتن الکترون و تشکیل آنیون، به آرایش گاز نجیب بعد از خود (هم‌دورهٔ خود) می‌رسند.

فلزهای گروه ۱، ۲، $_{13}Al$ و $_{21}Sc$ با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب پیش از خود (دورهٔ قبل) می‌رسند.

«تکمیل در کلاس»

نکته رسم آرایش الکترونی یون‌ها:

$(_{16}S^{2-}:[_{10}Ne]3s^2 3p^{4+2} \rightarrow [_{18}Ar])$ اعمال بار به بیرونی‌ترین زیرلایه $\rightarrow$ $(_{16}S:[_{10}Ne]3s^2 3p^4)$ آرایش الکترونی اتم

$$\text{اعمال بار به بیرونی‌ترین زیرلایه} \rightarrow \begin{cases} (_{26}Fe^{2+}:[Ar]3d^6) \\ (_{26}Fe^{3+}:[Ar]3d^5) \end{cases} \leftarrow (_{26}Fe:[Ar]3d^6 4s^2) \text{ آرایش الکترونی اتم}$$

اول از 4s الکترون کم می‌کنیم، بعد اگه لازم بود از 3d.

اسکاندیم ($_{21}Sc$): نخستین فلز واسطهٔ جدول ـ موجود در تجهیزات خانگی، مانند تلویزیون رنگی و برخی شیشه‌ها ـ یون پایدار $_{21}Sc^{3+}$ که به آرایش گاز نجیب $_{18}Ar$ می‌رسد.

سوال ۱۷: در کاتیون $_{23}V^{2+}$، چند الکترون با $l = 0$ یافت می‌شود.

سوال ۱۸: درباره یون پایدار نخستین فلز واسطه، به سوالات زیر پاسخ دهید.

شمار الکترون‌های با $l = 1$ برابر چند است؟

شمار الکترون‌های با $l = 0$ برابر چند است؟

کدام آرایش مربوط به کدام ذره؟ (بررسی برای ۳۶ عنصر اول جدول تناوبی)

- آرایش الکترونی زیرلایه‌های پر s و p (s^2 یا s^2p^6) ← کاتیون یا آنیون یا گاز نجیب
  - آرایش $1s^2$: $_1H^-$, $_2He$, $_3Li^+$
  - آرایش $2s^2\ 2p^6$: $_7N^{3-}$, $_8O^{2-}$, $_9F^-$, $_{10}Ne$, $_{11}Na^+$, $_{12}Mg^{2+}$, $_{13}Al^{3+}$
  - آرایش $3s^2\ 3p^6$: $_{15}P^{3-}$, $_{16}S^{2-}$, $_{17}Cl^-$, $_{18}Ar$, $_{19}K^+$, $_{20}Ca^{2+}$, $_{21}Sc^{3+}$
- آرایشی که به زیرلایهٔ d ختم شود. ← کاتیون فلز واسطه (به‌جز $_{31}Ga^{3+}: [_{18}Ar]3d^{10}$)

طلا ($_{79}Au$)
- بسیار چکش‌خوار و نرم ← تبدیل چند گرم با چکش‌کاری به صفحه‌ای با مساحت چند متر مربع ـ ساخت برگه‌ها و رشته‌سیم‌های بسیار نازک (نخ طلا).
- رسانای الکتریکی بالا و حفظ آن در شرایط دمایی گوناگون ـ استفاده در قطعات الکترونیکی.
- واکنش‌ندادن با گازهای موجود در هواکره و مواد موجود در بدن انسان ـ استفاده در دندان‌پزشکی.
- توانایی بازتاب زیاد پرتوهای خورشیدی (جلای بسیار) ـ استفاده در کلاه فضانوردی.
- یافت‌شدن در طبیعت به شکل فلزی و عنصری ـ مقدار بسیار کم در معادن آن ـ استخراج همراه با تولید مقدار بسیار زیادی پسماند.

عنصرها به چه شکلی در طبیعت یافت می‌شوند؟

- اغلب عنصرها در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شوند.
- برخی نافلزها، مانند اکسیژن، نیتروژن و گوگرد و هم‌چنین نمونه‌هایی از فلزهای نقره، مس و پلاتین به شکل آزاد در طبیعت وجود دارند.
- در بین فلزها، تنها طلا به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های زرد لابه‌لای خاک یافت می‌شود.

کاتیون‌ها و آنیون‌ها

- بار یون‌های تک‌اتمی که به آرایش گاز نجیب می‌رسند، برابر فاصلهٔ عنصر آن‌ها تا گاز نجیب مورد نظر، در جدول دوره‌ای است.
- اغلب یون تک‌اتمی با بار بیشتر از ۳+ یا ۳− نداریم، پس سه عنصر اول گروه ۱۴ جدول تناوبی ($_6C$، $_{14}Si$ و $_{32}Ge$)، یون تک‌اتمی ندارند.
- اتم‌های Be، B هم مانند C، Si و Ge یون تک‌اتمی ندارند.
- برخی فلزهای واسطه، تنها یک نوع یون تولید می‌کنند؛ مثل $_{21}Sc^{3+}$، $_{30}Zn^{2+}$ و $_{47}Ag^+$. پس برای نام‌گذاری ترکیب‌های یونی آن‌ها از اعداد رومی استفاده نمی‌شود.
- اکثر فلزهای واسطه، چند نوع یون تولید می‌کنند.
  - ۲+ و ۳+: $_{23}V$، $_{24}Cr$، $_{25}Mn$، $_{26}Fe$، $_{27}Co$ و $_{28}Ni$
  - ۱+ و ۲+: $_{29}Cu$

کاتیون‌ها
- فلزاتی که یک نوع کاتیون تولید می‌کنند: گروه ۱، ۲، Al^{3+}، Sc^{3+}، Zn^{2+}، Ag^+ و $_{31}Ga^{3+}$
- نام: «یون + نام فلز» مثال: یون آلومینیم (Al^{3+}) و یون روی (Zn^{2+})
- فلزاتی که بیش از یک نوع کاتیون تولید می‌کنند.
  - ۲+ و ۳+ ← $_{23}V$، $_{24}Cr$، $_{25}Mn$، $_{26}Fe$، $_{27}Co$ و $_{28}Ni$
  - ۱+ و ۲+ ← $_{29}Cu^+$ و $_{29}Cu^{2+}$
- نام: «یون + نام فلز + (بار به صورت عدد رومی)» مثال: یون آهن (III) (Fe^{3+})، یون مس (I) (Cu^+)، یون کبالت (III) (Co^{3+})

- آمونیوم (NH_4^+) یک کاتیون چنداتمی است.

آنیون‌ها
- آنیون‌های تک‌اتمی: گروه ۱۵، ۱۶ و ۱۷ (۳−، ۲−، −)
- نام: «یون + نام (ریشهٔ نام) نافلز + ید» مثال: یون اکسید (O^{2-})، یون کلرید (Cl^-) و یون نیترید (N^{3-})
- آنیون‌های چنداتمی: *اینا رو بهتره همین‌جوری حفظ کنیم:*

۱−: OH^- (هیدروکسید)، NO_3^- (نیترات)، HCO_3^- (هیدروژن کربنات)، CH_3COO^- (استات)، CN^- (سیانید)، MnO_4^- (پرمنگنات)

۲−: CO_3^{2-} (کربنات) و SO_4^{2-} (سولفات)

۳−: PO_4^{3-} (فسفات)

۴−: SiO_4^{4-} (سیلیکات)

فرمول‌نویسی و نام‌گذاری ترکیب‌های یونی

برای فرمول‌نویسی:

۱) نماد کاتیون را سمت چپ نوشته و نماد آنیون را سمت راست می‌نویسیم.

۲) اگر بارها قابل ساده‌شدن بودند، آن‌ها را ساده می‌کنیم.

۳) بار یون‌ها را پاس‌کاری کرده و به عنوان زیروند یون دیگر قرار می‌دهیم. (بدون توجه به علامت بار)

زیروند یون‌های چندتایی متعلق به همهٔ ذرات آن است، بنابراین باید یون چندتایی را داخل پرانتز نوشته و زیروند آن را بیرون پرانتز بنویسیم.

آهن (III) کلرید: $Fe^{3+}, Cl^{-} \Rightarrow$ بارها ساده نمی‌شوند: $Fe^{(3)+}, Cl^{-} \Rightarrow FeCl_3$

منیزیم اکسید: $Mg^{2+}, O^{2-} \Rightarrow$ بارها به ۲ ساده می‌شوند: $Mg^{+}, O^{-} \Rightarrow MgO$

آلومینیم نیترات: $Al^{3+}, NO_3^{-} \Rightarrow$ بارها ساده نمی‌شوند: $Al^{(3)+}, NO_3^{-} \Rightarrow Al(NO_3)_3$

- برای نام‌گذاری، برعکس بالا عمل می‌کنیم. فقط حواستان باشد، ممکن است بارها ساده شده باشند.

$Mg_3N_2 \Rightarrow Mg^{2+}, N^{3-}, \Rightarrow$ بارها ساده نشده بودند. $\Rightarrow$ منیزیم نیترید

$Cu_2S_2 \Rightarrow Cu^{+}, S^{-} \Rightarrow$ بارها به ۲ ساده شده بودند. $(Cu^{2+}, S^{2-}) \Rightarrow$ مس(II) سولفید

$Ba(CN)_2 \Rightarrow Ba^{2+}, CN^{-} \Rightarrow$ بارها ساده نشده بودند. $\Rightarrow$ باریم سیانید

- آهن، فلزی است که در سطح جهان بیشترین مصرف سالانه را دارد.
- آهن، اغلب در طبیعت به شکل اکسید یافت می‌شود.

سوال ۱۹: در جدول زیر، نسبت شمار کاتیون به شمار آنیون در کدام ترکیب ها برابر $\frac{۲}{۳}$ است. (تجربی دی ۱۴۰۲)

سدیم هیدروژن کربنات		آلومینیم سولفات	
فرمول:	نسبت کاتیون به آنیون:	فرمول:	نسبت کاتیون به آنیون:
اسکاندیم اکسید		**منیزیم سولفات**	
فرمول:	نسبت کاتیون به آنیون:	فرمول:	نسبت کاتیون به آنیون:
آلومینیم فسفید		**پتاسیم نیترات**	
فرمول:	نسبت کاتیون به آنیون:	فرمول:	نسبت کاتیون به آنیون:
باریم فسفات		**لیتیم سولفید**	
فرمول:	نسبت کاتیون به آنیون:	فرمول:	نسبت کاتیون به آنیون:

واکنش دو ترکیب (واکنش جابه‌جایی دوگانه)

$$AB + CD \rightarrow CB + AD$$

- جای دو عنصر اول ترکیب‌ها، با هم عوض می‌شود.
- محصولات اغلب، دو ترکیب دیگر هستند.
- شرط انجام واکنش: در فراورده‌ها حالتی غیر از (aq) هم داشته باشیم. (مثل رسوب (s) یا آب (l))
- در انجام واکنش‌های جابه‌جایی دوگانه، انجام واکنش هیچ ارتباطی به واکنش‌پذیری عنصرها ندارد.

واکنش آهن (II) کلرید با سدیم هیدروکسید:

$$FeCl_2(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow \underbrace{Fe(OH)_2(s)}_{\text{رسوب سبزرنگ}} + 2NaCl(aq)$$

- $Fe(OH)_2(s)$: رسوب سبزرنگ ← شناسایی یون Fe^{2+}

واکنش آهن (III) کلرید با سدیم هیدروکسید:

$$FeCl_3(aq) + 3NaOH(aq) \rightarrow \underbrace{Fe(OH)_3(s)}_{\text{رسوب قرمز ـ قهوه‌ای رنگ}} + 3NaCl(aq)$$

- $Fe(OH)_3(s)$: رسوب قرمز ـ قهوه‌ای رنگ ← شناسایی یون Fe^{3+}

واکنش زنگ آهن (آهن (III) اکسید) با هیدروکلریک اسید:

$$Fe_2O_3(s) + 6HCl(aq) \rightarrow 2FeCl_3(aq) + 3H_2O(l)$$

- تبدیل زنگ آهن ($Fe_2O_3(s)$ نامحلول در آب) به یک ترکیب محلول در آب ($FeCl_3(aq)$).

«تکمیل در کلاس»

واکنش یک عنصر با یک ترکیب (واکنش جابه‌جایی یگانه)

$A + BC \rightarrow AC + B$

- جای عنصر با یکی از عنصرهای موجود در ترکیب عوض می‌شود.
- محصول، یک عنصر و یک ترکیب است.
- شرط انجام واکنش: واکنش‌پذیری عنصر موجود در واکنش‌دهنده بیشتر از عنصر موجود در فراورده (واکنش‌پذیری $A > B$)
- به طور کلی در هر واکنش شیمیایی که به طور طبیعی انجام می‌شود، واکنش‌پذیری فراورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها کمتر است.
- اگر واکنشی به طور طبیعی انجام شود ⟵ واکنش‌پذیری: فراورده < واکنش‌دهنده

$Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s) \Rightarrow$ واکنش‌پذیری: $Fe > Cu$

- اگر واکنشی به طور طبیعی انجام نشود ⟵ واکنش‌پذیری: فراورده > واکنش‌دهنده

$Na_2O(s) + C(s) \rightarrow$ واکنش نمی‌دهد $\Rightarrow$ واکنش‌پذیری: $C < Na$

واکنش‌پذیری: $K > Na > Mg > Al > C > Zn > Fe > Cu > Ag > Au$

واکنش‌پذیری: $C > Si$ و واکنش‌پذیری: $Mg > Ti > Fe$

«تکمیل در کلاس»

مقایسه واکنش‌پذیری چند عنصر

- واکنش فلز فعال‌تر با ترکیبی از فلز دیگر به طور طبیعی انجام می‌شود. مثلاً: $2Al(s)+3Zn(NO_3)_2(aq) \rightarrow 2Al(NO_3)_3(aq)+3Zn(s)$
- ترکیبی از یک فلز را نمی‌توان در ظرفی از جنس فلز فعال‌تر نگه‌داری کرد. مثلاً: محلول $FeSO_4(aq)$ را نمی‌توانیم در ظرفی از جنس $Al(s)$ نگه‌داری کنیم، چون با هم واکنش می‌دهند و ظرف و محلول اولیه از بین می‌روند. $2Al(s)+3FeSO_4(aq) \rightarrow Al_2(SO_4)_3(aq)+3Fe(s)$

عنصر واکنش‌پذیرتر
- شرایط نگه‌داری دشوارتر
- تمایل برای تبدیل‌شدن به ترکیب بیشتر
- ترکیب‌هایش پایدارتر از خودش
- استخراج آن دشوارتر

- اغلب فلزها در طبیعت به شکل سنگ معدن یافت می‌شوند.
- برای استخراج آهن از Fe_2O_3 می‌توان از عنصرهای فعال‌تر (مثل Na یا C) استفاده کرد.
- دلیل استفاده از کربن: دسترسی آسان‌تر ـ صرفهٔ اقتصادی بیشتر

واکنش استخراج آهن: $2Fe_2O_3(s)+3C(s) \xrightarrow{\Delta} 4Fe(s)+3CO_2(g)$

- واکنش تولید سیلسیم: عنصر اصلی سازندهٔ سلول‌های خورشیدی $SiO_2(s)+2C(s) \xrightarrow{\Delta} Si(l)+2CO(g)$

- تیتانیم (Ti): فلزی محکم با چگالی کم و مقاوم در برابر خوردگی ـ کاربرد در بدنهٔ دوچرخه‌ـ این فلز را می‌توان از واکنش زیر تهیه کرد:
$TiCl_4+2Mg \rightarrow Ti+2MgCl_2$

«تکمیل در کلاس»

- یکی از راه‌های تهیهٔ سوخت سبز (اتانول (C_2H_5OH)): استفاده از بقایای گیاهانی مانند نیشکر، سیب‌زمینی و ذرت

- واکنش بی‌هوازی تخمیر گلوکز: $C_6H_{12}O_6(aq) \rightarrow 2C_2H_5OH(aq) + 2CO_2(g)$

- واکنش فلز آهن با محلول هیدروکلریک اسید: $Fe(s) + 2HCl(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g)$
  - ← از واکنش اغلب فلزها با اسید، گاز هیدروژن تولید می‌شود.

- واکنش ترمیت: $2Al(s) + Fe_2O_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 2Fe(l)$
  - ← فعالیت: $Al > Fe$
  - ← استفاده: صنعت جوشکاری ـ جوش‌دادن خطوط راه‌آهن

- واکنش Fe_2O_3 با CO: $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightarrow 2Fe(s) + 3CO_2(g)$
  - ← آهن (III) اکسید: رنگ قرمز در نقاشی

- گیاه‌پالایی: بیرون‌کشیدن فلز از لایه‌لای خاک با استفاده از گیاهان
  - ← برای استخراج فلزهای روی (Zn) و نیکل (Ni) مقرون به صرفه نیست. ← درصد مناسب در سنگ معدن
  - ← برای استخراج فلزهای طلا (Au) و مس (Cu) مقرون به صرفه است. ← درصد کم در سنگ معدن

- تهیه مس خام: $Cu_2S + O_2 \rightarrow 2Cu + SO_2$

گنج‌های اعماق دریا
- سولفید چندین فلز واسطه
- کلوخه‌ها و پوسته‌هایی غنی از فلزهایی مانند منگنز (Mn)، کبالت (Co)، آهن (Fe)، نیکل (Ni)، مس (Cu) و ...

- غلظت این گونه‌های فلزی در کف اقیانوس، نسبت به ذخایر زمینی بیشتر است.

جریان فلز بین محیط‌زیست و جامعه

- آهنگ مصرف و استخراج فلز، بسیار بیشتر از آهنگ بازگشت فلز به طبیعت به شکل سنگ معدن است.

- فلزها منابعی تجدیدناپذیر هستند.

مزایای بازیافت فلزها
- کاهش ردپای کربن دی‌اکسید
- کاهش سرعت گرمایش جهانی
- کاهش از بین رفتن گونه‌های زیستی
- کمک به توسعهٔ پایدار کشور

سوال ۲۰: درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید.

- عنصر A.۲، یک فلز اصلی و عنصر D.۳، آخرین عنصر واسطه دورهٔ چهارم محسوب می‌شود.
- به طور کلی فلزهای دسته d شبیه فلزهای دستهٔ s و p ، چکش‌خوارند و قابلیت ورقه‌شدن دارند.
- اتم هیچ فلز واسطه‌ای با از دست دادن الکترون و تشکیل کاتیون به آرایش گاز نجیب نمی‌رسد.
- کاتیون حاصل از اتم فلزهای اصلی همواره به آرایش پایدارگاز نجیب می‌رسد.
- همهٔ فلزها در حالت‌های کلی رفتارهای مشابهی دارند و تفاوت‌های قابل‌توجهی میان آنها وجود ندارد.
- درمیان فلزها، تنها طلا به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های زرد رنگ لابه‌لای خاک یافت می‌شود
- همه فلزهای واسطه به حالت جامد در دما و فشار اتاق یافت می‌شوند.
- فلزی که به صورت رگه‌هایی لابه‌لای خاک یافت می‌شود، به دلیل جذب پرتوهای خورشیدی به میزان بالا، در ساخت کلاه فضانوردان استفاده می‌شود.
- اسکاندیم، سومین عنصر دورهٔ چهارم است که در وسایل خانه مانند تلویزیون رنگی وجود دارد.
- در عنصرهای واسطهٔ دورهٔ چهارم، با افزایش عدد اتمی، واکنش‌پذیری فلزها به طور منظم کاهش می‌یابد.
- طلا در طبیعت به شکل فلزی و عنصری خود نیز یافت می‌شود و مقدار این فلز در معادن آن نسبتاً زیاد است.
- با افزایش عدد اتمی فلزهای قلیایی، استخراج آنها دشوارتر می‌شود.
- هرچه فلزی فعال‌تر باشد نسبت به ترکیب‌هایش، پایدارتر است.
- با قرار دادن یک تیغه از جنس مس درون محلولی از کاتیون‌های روی، واکنشی انجام نمی‌شود.
- واکنش سدیم اکسید با کربن به صورت طبیعی انجام‌پذیر نیست، پس واکنش‌پذیری سدیم بیشتر است.
- با قراردادن یک میخ آهنی درون محلولی از مس (II) سولفات، با گذشت زمان از شدت رنگ آبی محلول کاسته می‌شود.
- در واکنش کربن با سنگ معدن آهن، پایداری واکنش‌دهنده‌ها بیشتر از فراورده‌هاست.
- سدیم فلزی نرم است و جلای نقره ای آن در مجاورت هوا به کندی از بین می‌رود و سطح آن کدر می‌شود.
- بازیافت فلزها از جمله فلز آهن، گونه‌های زیستی کمتری را از بین می‌برد.(درست /نادرست) (نهایی ۱۴۰۳)
- اغلب فلزهای واسطه با تشکیل کاتیون به آرایش الکترونی گاز نجیب دست می‌یابند. (درست /نادرست) (نهایی ۱۴۰۳)

سوال ۲۱ : چرا از طلا برای ساخت برگه‌ها و رشته سیم‌های بسیار نازک (نخ طلا) استفاده می‌شود؟ (نهایی ۱۴۰۳)

سوال ۲۲: واکنش‌پذیری سه فلز A و B و C به صورت $C > B > A$ است. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید. (نهایی ۱۴۰۳)

الف) در شرایط یکسان کدام واکنش روبه‌رو انجام‌پذیر است؟

(۱) $ASO_4(aq) + B(s) \longrightarrow$

(۲) $B(s) + C(NO_3)_2(aq) \longrightarrow$

ب) اگر A و C در یک دوره از جدول دوره‌ای عنصرها باشند. عدد اتمی کدام یک بیشتر است؟ چرا؟

سوال۲۳: چند واکنش داده شده‌ی زیر به صورت خودبه‌خودی انجام می‌شود؟

$Cu^{2+}(aq) + Al(l) \longrightarrow Al^{3+}(aq) + Cu(s)$

$Mg\ (s) + Fe_2O_3(s) \longrightarrow MgO(s) + Fe\ (s)$

$TiCl_4(g) + Mg(l) \longrightarrow Ti(s) + MgCl_2(l)$

$Cu\ (s) + FeO(s) \longrightarrow CuO(s) + Fe(s)$

سوال۲۴: با استفاده از واژه‌های درون کادر، عبارت‌های زیر را کامل کنید. (برخی از کلمات اضافی‌اند و استفاده از کلمات تکراری، مجاز است.)

روی سولفید - $CuCO_3$ - روی - ۲ تا ۱۳ - اسکاندیم - d - روی (II) سولفید- Cu_2CO_3 - نمی‌شود - ۳ تا ۱۲ - دو - S - گالیم - سه - منیزیم - $FeCl_2$ - کلر - می‌شود - $FeCl_3$ - گوگرد

- نام درست ترکیب ZnS به صورت ..... است.
- فرمول شیمیایی ترکیب مس (I) کربنات به صورت ..... است.
- عنصرهای واسطه در گروه‌های ..... حضور دارند و زیرلایهٔ ..... اتم آن‌ها در حال پرشدن است.
- عنصر ..... نخستین فلز واسطه در جدول محسوب می‌شود که کاتیون آن در ترکیب‌هایش بار مثبت دارد.
- فلز اصلی ..... هم دوره با فلز آهن محسوب می‌شود
- از واکنش محلول ..... با محلول سدیم هیدروکسید، رسوب سبزرنگ تولید می‌شود.
- نافلز ..... همانند نیتروژن در طبیعت به شکل آزاد یافت.

سوال۲۵: کدام موارد از مطالب زیر ، درست اند ؟ (ریاضی ۹۸)

آ) معمولا ، هر چه واکنش پذیری فلزی بیشتر باشد ، استخراج آن ، دشوارتر است .

ب) واکنش پذیری هر عنصر ، به معنای تمایل اتم آن به انجام واکنش شیمیایی است .

پ) در واکنش : $FeO(s)$ با $Na(s)$ ، واکنش پذیری فرآورده ها از واکنش دهنده ها بیشتر است .

ت) در واکنش : $Na_2O(s)$ با $C(s)$ ، واکنش پذیری واکنش دهنده ها از فرآورده ها بیشتر است .

سوال ۲۶: با انتخاب یکی از موارد داده شده عبارت‌های زیر را به درستی کامل کنید.

- فلز (سدیم / آهن) نرم است و به سرعت کندی در هوا اکسید می‌شود.
- اغلب عنصرها در طبیعت به شکل (عنصر / ترکیب) یافت می‌شوند.
- فلز (آهن / طلا) در طبیعت به شکل عنصری خود نیز یافت می‌شود.
- فلز (سزیم / سدیم) نرم است به طوری که می‌توان آن را با چاقو برید.
- برای تشکیل کاتیون از اتم فلزهای دستهٔ d در دوره چهارم، الکترون‌ها ابتدا از (۴s / ۳d) جدا می‌شوند.
- آلومینیم (همانند / برخلاف) اسکاندیم، یک فلز (اصلی / واسطه) در نظر گرفته می‌شود.
- فرایند استخراج طلا (همانند / برخلاف) دیگر فعالیت‌های صنعتی آثار زیان بار زیست محیطی برجای (می‌گذارد / نمی‌گذارد).
- (یاقوت / زمرد) سنگی گران‌بها به رنگ (سرخ / زرد) است.
- آهن در طبیعت اغلب به شکل (سولفید / اکسید) خود یافت می‌شود.
- در زنگ آهن، یون (آهن (II) / آهن (III)) حضور دارد.
- در شرایط یکسان، فلز آهن، کندتر از (نقره / پتاسیم) اکسید می‌شود.
- در فولاد مبارکهٔ اصفهان، برای استخراج آهن از (کربن / سدیم) استفاده می‌شود.
- فلز نقره، (همانند / برخلاف) فلز وانادیم، قادر به تشکیل کاتیون با بارهای الکتریکی متفاوت (است / نیست).
- ژرمانیم (Ge) رسانایی الکتریکی (بیشتری / کمتری) از قلع (Sn) دارد. (نهایی ۱۴۰۳)

یاد آوری مسائل از دهم

موازنه از دهم (اختیاری)

- باید به هر یک از واکنش دهنده ها و فراورده ها ضریبی داد تا تعداد اتم های هر عنصر در دو سوی معادله برابر شود.
- ضریب ها در معادلهٔ موازنه شده، باید ساده شده ترین اعداد طبیعی(غیر اعشاری و کسری) ممکن باشند.
- هنگام موازنه کردن، نباید زیروندها را در فرمول شیمیایی واکنش دهنده ها و فراورده ها تغییر داد، فقط ضریب ها قابل تغییرند.

موازنه (دو خطی):

۱. به ترکیبی که بیشترین تعداد اتم را دارد ضریب یک می دهیم. (حتما ضریب یک را بنویسید!)

۲. نوبت موازنه اتمی است که فقط یک جا بدون ضریب مانده باشد.

سوال ۲۷ (vip): واکنش های زیر را موازنه کنید.

$KNO_3 + KI + HCl \rightarrow KCl + NO + I_2 + H_2O$

$S_2Cl_2 + NH_4Cl \rightarrow S_4N_4 + S + HCl$

$KClO_3 + NaI + HCl \rightarrow KCl + NaCl + I_2 + H_2O$

هر وقت مجبور بودیم ضریب کسری استفاده کنیم، بلافاصله همه مواد ضریب دار را در مخرج آن کسر ضرب می کنیم.

سوال ۲۸ (vip): مجموع ضریب های استوکیومتری فراورده ها در معادله واکنش زیر پس از موازنه ، کدام است؟ (سراسری ریاضی ۹۷)

$C_2H_5NH_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + N_2$

۱) ۲۳
۲) ۲۴
۳) ۱۵
۴) ۱۲

سوال ۲۹ (vip): ضریب استوکیومتری کدام ماده، پس از موازنه معادله واکنش زیر ، بیشتر است؟ (سراسری ریاضی خارج ۹۸)

$CaSiO_3(s) + HF(aq) \rightarrow CaF_2(aq) + SiF_4(g) + H_2O(l)$

۱) H_2O
۲) $CaSiO_3$
۳) HF
۴) CaF_2

ممکنه توی آزمون یا کتاب ها به واکنش هایی برخورد کنی که انجام موازنشون سخته، کافیه بارکد زیر رو اسکن کنی و موازنه واکنش مورد نظرت رو توش ببینی!

پیش نیازهای مسائل پایه از دهم (اختیاری)

محاسبهء جرم مولی:

هر گاه در سوال دربارهٔ جرم(گرم یا gr) ماده ای صحبت شود ابتدا باید جرم مولی آن را با جمع کردن جرم اتم های سازنده اش محاسبه کرد.

سوال ۳۰ (vip): جرم مولی گونه های زیر را حساب کنید.($g.mol^{-1}$: H =۱ ، O =۱۶ ، C =۱۲)

CO

H_2

H_2O

CO_3^{2-}

کسر تبدیل

کسرهای تبدیل کسرهایی هستند که صورت و مخرجشان با یکدیگر برابرند و در نتیجه برابر ۱ هستند!

پس می توان به راحتی آن ها را در هر مقداری ضرب کرد، زیرا ضرب کردن در عدد یک ایرادی ندارد.

هدف از نوشتن این کسر ها، تبدیل کردن یک واحد به واحدی دیگر است.

درنوشتن کسر تبدیل ، واحدی که داریم را زیر کسر نوشته و واحدی که می خواهیم را بالای کسر می نویسیم.

تبدیل مول به گرم:

هر گاه بخواهیم مول یک ماده را به گرم(gr) همان ماده تبدیل کنیم باید از یکی دو کسر زیر استفاده کنیم:(۱mol= جرم مولی)

$\frac{\text{جرم مولی}}{1mol}$ یا $\frac{1mol}{\text{جرم مولی}}$

تبدیل مول به تعداد:

هر گاه بخواهیم مول یک ماده را به تعداد همان ماده تبدیل کنیم باید از یکی از دو کسر زیر استفاده کنیم ($1mol = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$):

$\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}{1mol}$ یا $\frac{1mol}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}$

تبدیل مول به حجم گاز:

هر گاه بخواهیم مول یک ماده را به حجم(L,mL) همان ماده تبدیل کنیم در **شرایط استاندارد (STP)** باید از یکی از دو کسر زیر استفاده کنیم(۱mol =۲۲/۴L):

$\frac{۲۲/۴L}{1mol}$ یا $\frac{1mol}{۲۲/۴L}$

تبدیل تعداد ماده به تعداد اتم:

هر گاه بخواهیم تعداد یک ماده را به تعداد اتم های همان ماده تبدیل کنیم باید از یکی از دو کسر زیر استفاده کنیم:

$\frac{\text{تعداد اتم همان ماده}}{\text{۱ ماده}}$ یا $\frac{\text{۱ ماده}}{\text{تعداد اتم همان ماده}}$

برای ۲۰!

سوال ۳۱ (vip): در نمونه ای از گاز CO_2 ، به جرم ۸/۸ گرم، چند مول از این گاز وجود دارد؟($g.mol^{-1}$: O =۱۶ ، C =۱۲)

سوال ۳۲ (vip): ۰/۵ مول NO_2 چند گرم جرم دارد؟ ($g.mol^{-1}$: O =۱۶ ، N =۱۴)

سوال ۳۳ (vip): ۴ گرم گاز هیدروژن معادل، چند مول از این گاز است؟ ($g.mol^{-1}$: H =۱)

وقتی در سوالی به کلمه هیدروژن اشاره شود، می تواند منظور H یا H_2 باشد:

- اگر سوال به فرم اتمی هیدروژن اشاره کند منظورش H است.
- اگر سوال به فرم مولکولی هیدروژن اشاره کند و از کلمهٔ گاز هیدروژن استفاده کند منظورش H_2 است.
- این نکته به نکتهٔ «ژن ها» مربوط است و برای تمام موادی که نامشان با ژن تمام شود صدق می کند. (اکسیژن، نیتروژن، هیدروژن، هالوژن ها)

سوال ۳۴ (vip): ۰/۵ مول گاز نیتروژن معادل، چند گرم از این گاز است؟ ($g.mol^{-1}$: N =۱۴)

سوال ۳۵ (vip): ۲ مول آب، شامل چند مولکول آب است؟

برای ۲۰!

سوال ۳۶ (vip): $۳/۰۱\times۱۰^{۲۳}$ عدد گاز اکسیژن، معادل چند مول از این گاز است؟

سوال ۳۷ (vip): شمار مولکول های موجود در یک ظرف حاوی ۱/۵ مول گاز متان برابر چند است؟

سوال ۳۸ (vip): هر۵ مول گاز اکسیژن، در شرایط استاندارد(STP) چند لیتر حجم دارد؟

سوال ۳۹ (vip): ۲/۲۴ لیتر گاز CO_2، حاوی چند مول از این گاز است؟(شرایط STP)

تعداد اتم، فقط به تعداد مولکول تبدیل می شود.

- هرگاه در سوال تعداد اتم داده شود، باید آن را ابتدا به تعداد مولکول تبدیل کرد.
- هرگاه در سوال تعداد اتم خواسته شود، باید تعداد مولکول را به آن تبدیل کرد.

سوال ۴۰ (vip): $۶/۰۲\times۱۰^{۲۴}$ مولکول آب، شامل چند اتم است؟

سوال ۴۱ (vip): $۱۸/۰۶\times۱۰^{۲۳}$ اتم در یک نمونه CO_2، موجود است، این نمونه متشکل از چند مولکول است؟

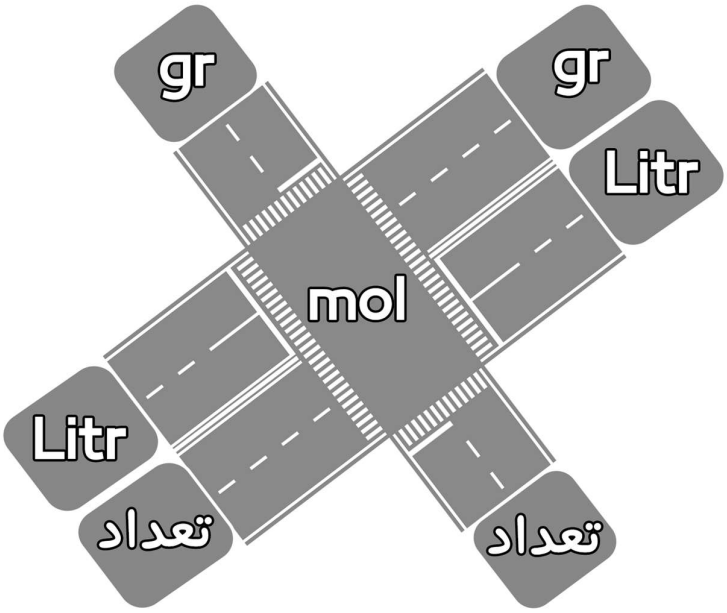
استوکیومتری یک ماده از دهم (اختیاری)

به سوال زیر دقت کنید:

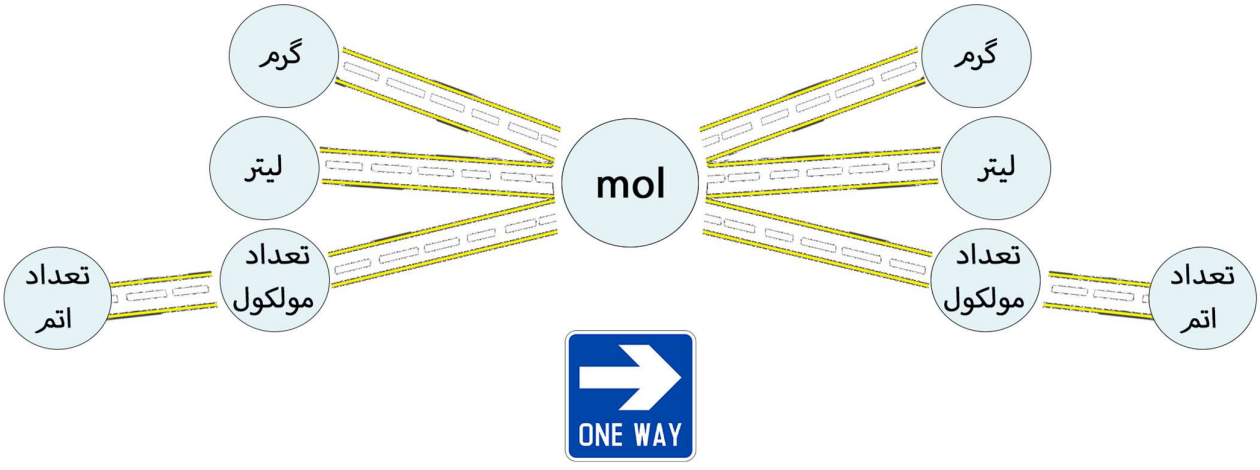
۲۲/۴ لیتر گاز CO_2، معادل چند مولکول از این گاز است؟

در این سوال داده مسئله لیتر یک ماده و خواسته مسئله تعداد مولکول همان ماده است!

همانطور که متوجه شدید کسری برای تبدیل مستقیم این دو واحد به یکدیگر وجود ندارد پس باید مسیر طولانی تری را برای این مدل سوالات طی کنیم که مسیریابی این سوالات را با نقشه زیر انجام می دهیم:

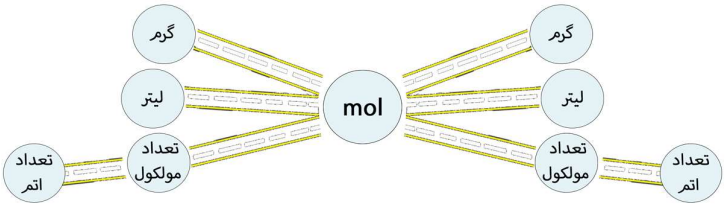


در استفاده از این نقشه، همواره داده را در سمت چپ و خواسته را در سمت راست مشخص می کنند و به صورت یک طرفه از چپ به راست حرکت می کنیم:

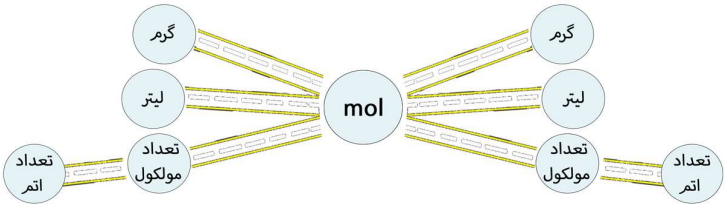


اتم به صورت مستقیم فقط به تعداد مولکول راه دارد.

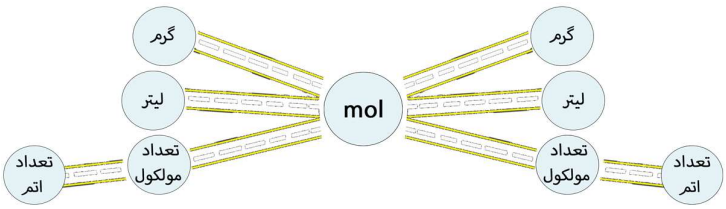
سوال ۴۲ (vip): ۲۲/۴ لیتر گاز CO_2، معادل چند مولکول از این گاز است؟(STP)



سوال ۴۳ (vip): ۲۲ گرم گاز CO_2، معادل چند مولکول از این گاز است؟($g.mol^{-1}$: O =۱۶ ، C =۱۲)

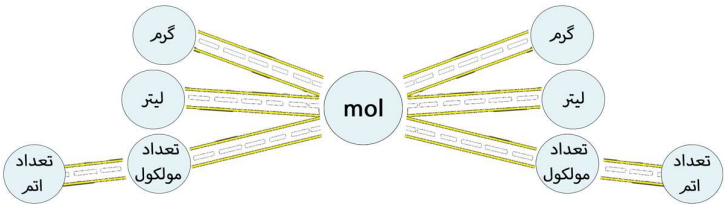


سوال ۴۴ (vip): ۴/۴۸ لیتر گاز CO_2، چند گرم جرم دارد؟($g.mol^{-1}$: O =۱۶ ، C =۱۲)

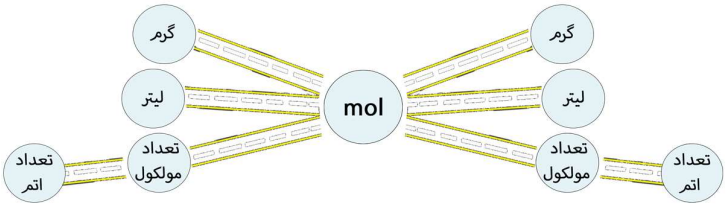


برای ۲۰!

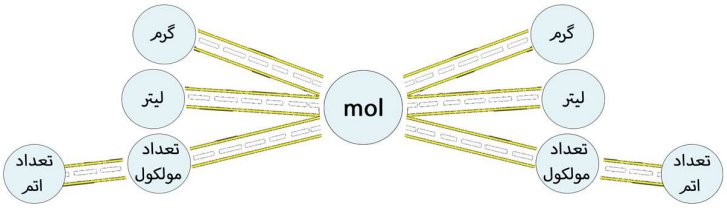
سوال ۴۵ (vip): در شرایط استاندارد، ۲/۲۴ لیتر گاز NO_2، شامل چند مولکول از این گاز است ؟



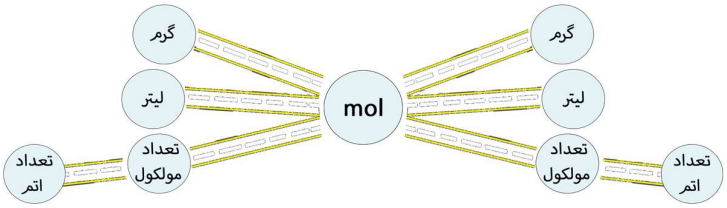
سوال ۴۶ (vip): تعداد اتم ها در ۳۲ گرم گاز CH_4، است؟($g.mol^{-1}$: H =۱ ، C =۱۲)



سوال ۴۷ (vip): $۲۴/۰۸\times۱۰^{۲۵}$ اتم در یک ظرف از گاز SO_3 وجود دارد، حجم این گاز در شرایط استاندارد چند لیتر است؟



سوال ۴۸ (vip): ۲مول آب متشکل از چند اتم است؟



برای ۲۰!

استوکیومتری دو ماده از دهم (اختیاری)

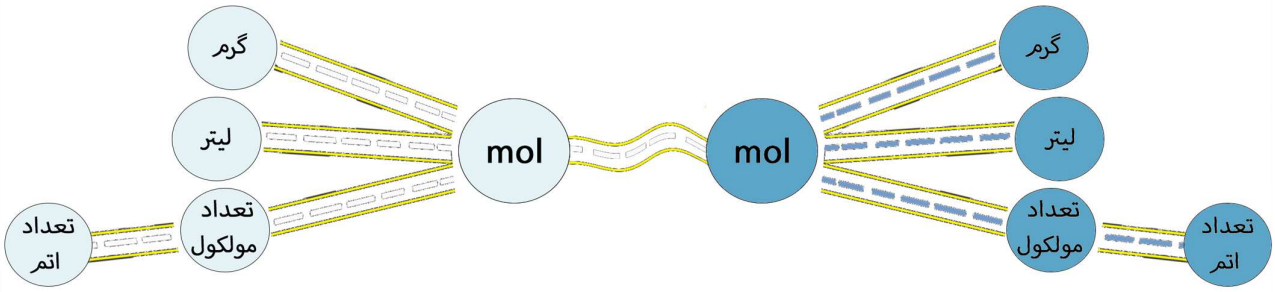
به سوال زیر دقت کنید:

در واکنش زیر، به ازای مصرف ۲/۲۴لیتر گاز اکسیژن(O_2) در شرایط استاندارد، چند مول آب تولید می شود؟

$$2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O .$$

در این سوال داده مسئله یک ماده و خواسته مسئله ماده دیگری است!

مسیریابی این سوالات را با نقشه زیر انجام می دهیم:



- تبدیل مول یک ماده به ماده دیگر

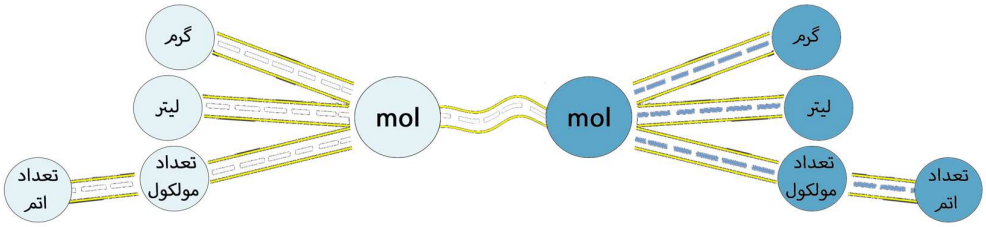
برای تبدیل مول یک ماده به مادهٔ دیگر، باید ضریب هر ماده در واکنش را به عنوان مول آن در کسرهای تبدیل قرار داد. مثلا در واکنش زیر:

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

برای تبدیل مول CO_2 به مول O_2 از کسر زیر استفاده می شود:

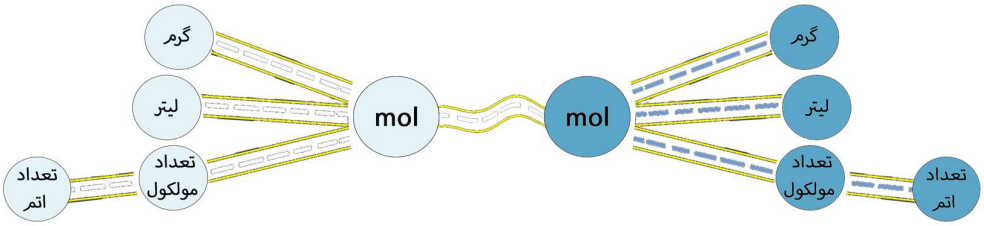
$$\frac{۲mol\ O_۲}{۱mol\ CO_۲} \quad \text{یا} \quad \frac{۱mol\ CO_۲}{۲mol\ O_۲}$$

سوال ۴۹ (vip): در واکنش زیر، به ازای مصرف ۲/۲۴لیتر گاز اکسیژن(O_2) در شرایط استاندارد، چند مول آب تولید می شود؟



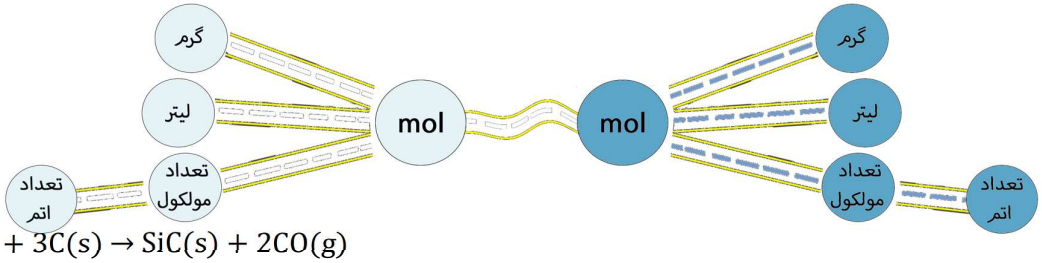
$$2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$$

سوال ۵۰ (vip): در واکنش زیر، به ازای تولید ۴۴گرم گاز کربن دی اکسید(CO_2) ، چند لیتر گاز اکسیژن(O_2) مصرف می شود؟



$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

سوال ۵۱ (vip): سیلیسیم کاربید (SiC) از واکنش زیر، تولید می شود. به ازای تولید ۱۰۰۰ گرم از این ماده، چند لیتر گاز CO (در شرایط STP) تولید می شود؟ ($g.mol^{-1}$:C = ۱۲ ، Si = ۲۸) (سراسری تجربی ۹۸)



$$SiO_2(s) + 3C(s) \rightarrow SiC(s) + 2CO(g)$$

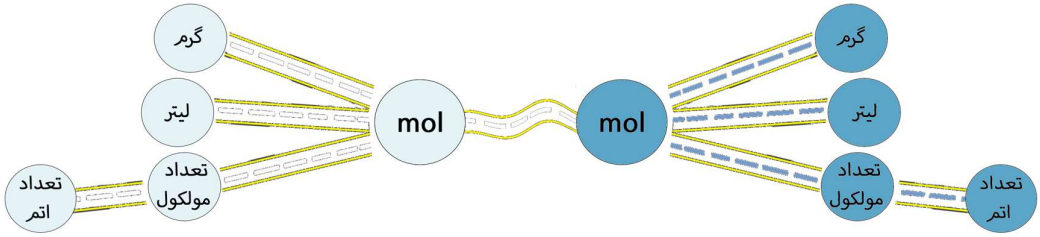
۱) ۵۶۰

۲) ۱۱۲۰

۳) ۱۶۸۰

۴) ۲۲۴۰

سوال ۵۲ (vip): با توجه به واکنش زیر، از مصرف ۱ مول B_2O_3، چند لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP، تولید می شود؟
(ریاضی خارج ۹۸)



$$B_2O_3(s) + Cl_2(g) \rightarrow BCl_3(l) + O_2(g)$$

۱) ۳۳/۶
۲) ۳۹/۲
۳) ۴۴/۸
۴) ۶۷/۲

دنیای واقعی واکنش ها

حل مسائل استوکیومتری همراه با درصد خلوص

ناخالص نامرئی!(مرحله ظهور!)

- هر گاه در سوال گرم یک ماده با کلمه درصد خلوص گفته شود، به جای گرم آن ماده بنویسید: «**گرم ناخالص**» آن ماده ، مثلا:

۵۰ گرم مس با خلوص ۸۰ درصد = ۵۰ گرم مس **ناخالص** با خلوص ۸۰ درصد

چند گرم مس با خلوص ۸۰ درصد = چند گرم مس **ناخالص** با خلوص ۸۰ درصد

- کسر تبدیل ها درمس **ناخالص** با خلوص ۸۰ درصد:

$$\frac{\text{مس } ۸۰\ gr}{\text{مس ناخالص } ۱۰۰gr} \quad \text{یا} \quad \frac{\text{مس ناخالص } ۱۰۰gr}{\text{مس } ۸۰\ gr}$$

اول و آخر!

- در سوالاتی که عدد درصد خلوص(P) معلوم باشد، گرم ناخالص فقط می تواند اول محاسبات(وقتی معلوم است) یا آخر محاسبات باشد(وقتی مجهول است) و مستقیم فقط به گرم همان ماده قابل تبدیل است:

حالت۱: گرم ناخالص معلوم

$$\text{گرم ناخالص} \times \frac{P\ gr}{\text{ناخالص } ۱۰۰gr} \times \dots \times \dots$$

حالت ۲: گرم ناخالص مجهول:

$$\text{گرم ناخالص} = \frac{\text{ناخالص } ۱۰۰gr}{P\ gr} \times \dots \times \dots \times \dots \times \dots \times \dots$$

سوال ۵۳ (vip): با استفاده از ۳۵۰ گرم آهن با خلوص ۸۰٪ طبق معادلهٔ زیر، چند لیتر گاز هیدروژن در شرایط استاندارد تولید می شود؟ ($Fe = ۵۶ : g.mol^{-1}$)

$$Fe(s) + 2HCl(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g)$$

سوال ۵۴ (vip): با توجه به معادله زیر با استفاده از ۱۶۸ گرم کربن مونوکسید(CO) چند گرم Fe_2O_3 با درصد خلوص ٪۸۰ را می توان به آهن مذاب تبدیل کرد؟ (Fe_2O_3 = ۱۶۰ :$g.mol^{-1}$ ، CO =۲۸)

$$Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightarrow 2Fe(l) + 3CO_2(g)$$

سوال ۵۵ (vip): اگر در واکنش زیر ۶۸ گرم $CaHPO_4$ تشکیل شده باشد، چند گرم $NaHCO_3$ با خلوص ۹۶ درصد مصرف شده است؟ ($NaHCO_3$ = ۸۴ :$g.mol^{-1}$ ، $CaHPO_4$ =۱۳۶) (تجربی ۱۴۰۲)

$$1Ca(H_2PO_4)_2(s) + 2NaHCO_3(s) \rightarrow 1CaHPO_4(s) + 1Na_2HPO_4(s) + 2CO_2(s) + 2H_2O(g)$$

سوال ۵۶ (vip): برای تهیه گاز هیدروژن می‌توان از واکنش هیدریدهای فلزی با آب استفاده کرد. برای تولید ۵/۶ لیتر گاز هیدروژن، چند گرم SrH_2 با خلوص ۴۵ درصد نیاز است؟ شرایط اندازه‌گیری حجم گاز، STP است. $(1molSrH_2 = 90g)$ (حل مسئله با کسر تبدیل انجام شود) (نهایی خرداد ۱۴۰۳)

$$SrH_2(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Sr(OH)_2(s) + 2H_2(g)$$

برای ۲۰!

حل مسائل استوکیومتری همراه با بازده درصدی

عملی نامرئی!(مرحله ظهور!)

- همواره اگر در سوال کلمه بازده درصدی دیدیم، به دنبال فراورده ای می گردیم که در صورت سوال درباره اش صحبت شده و کنار مقدار آن کلمه «**فراورده عملی**» را می نویسیم.
- کسر تبدیل ها در واکنشی با **بازده درصدی(R)** ۸۰ درصد:

$$\frac{\text{فراورده عملی } ۸۰\ gr}{\text{فراورده نظری } ۱۰۰gr} \quad \text{یا} \quad \frac{\text{فراورده نظری } ۱۰۰gr}{\text{فراورده عملی } ۸۰\ gr}$$

اول و آخر!

- در سوالاتی که عدد بازده درصدی معلوم باشد، فراورده عملی فقط می تواند اول محاسبات(وقتی معلوم است) یا آخر محاسبات باشد(وقتی مجهول است) و مستقیم فقط به مقدار فراورده نظری همان ماده قابل تبدیل است:

حالت۱: فراورده عملی معلوم:

$$\text{فراورده عملی} \times \frac{\text{فراورده نظری } ۱۰۰gr}{\text{فراورده عملی } R\ gr} \times .... \times ....$$

حالت ۲: فراورده عملی مجهول:

$$\text{فراورده عملی} = ... \times .... \times .... \times .... \times \frac{\text{فراورده عملی } R\ gr}{\text{فراورده نظری } ۱۰۰gr}$$

عدد ۱۰۰ در کسر های تبدیل درصد خلوص و بازده درصدی، همیشه کنار مقدار بیشتر است!

(۱۰۰)گرم ناخالص > گرم خالص(P) **(۱۰۰)فراورده نظری > فراورده عملی(R)**

سوال ۵۸ (vip): اگر بازده درصدی واکنش زیر برابر ۸۰ باشد، چند گرم گاز هیدروژن می تواند ۸۵ گرم آب تولید کند؟

$(H = ۱ ، O = ۱۶ : g.mol^{-1})$

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$$

سوال ۵۹ (vip): در واکنش زیر، از سوختن ۸۰ گرم گاز متان (CH_4) چند گرم کربن دی اکسید (CO_2) تولید خواهد شد. اگر بازده درصدی واکنش ۶۰٪ باشد؟($H=1$ ، $C=12$ ، $O=16$:$g.mol^{-1}$)

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$$

سوال ۶۰ (vip): در واکنش زیر اگر بازده درصدی برابر ۸۵٪ باشد،به ازای مصرف ۱/۶ مول PH_3 ،چند مول P_4O_{10} به دست می آید؟ (ریاضی ۹۵)

$$4PH_3(g) + 8O_2(g) \rightarrow P_4O_{10}(s) + 6H_2O(l)$$

سوال ۶۱ (vip): تیتانیم فلزی محکم، با چگالی کم و مقاوم در برابر خوردگی است که از واکنش زیر در صنعت به دست می‌آید. اگر بازده واکنش ۹۰ درصد باشد، برای تهیه ۲۷ مول فلز تیتانیم به چند گرم فلز منیزیم نیاز است؟ (حل مسئله با روش کسر تبدیل باشد) ($1mol\ Mg = 24g$)(نهایی خرداد ۱۴۰۳)

$$2Mg + TiCl_4 \xrightarrow{\Delta} Ti + 2MgCl_2$$

حل سوالات درصد خلوص و بازده درصدی مجهول

◀ اگر درصد خلوص یک ماده مجهول(X) باشد، کسر تبدیل های آن به صورت زیر خواهد بود(مثلا *مس با درصد خلوص مجهول*):

$\frac{\text{مس } X\ gr}{\text{مس ناخالص } ۱۰۰gr}$ یا $\frac{\text{مس ناخالص } ۱۰۰gr}{\text{مس } X\ gr}$

◀ اگر بازده درصدی مجهول(X) باشد، کسر تبدیل های آن به صورت زیر خواهد بود:

$\frac{\text{فراورده عملی } X\ gr}{\text{فراورده نظری } ۱۰۰gr}$ یا $\frac{\text{فراورده نظری } ۱۰۰gr}{\text{فراورده عملی } X\ gr}$

سوال ۶۲ (vip): اگر از واکنش ۵ گرم از $LiAlH_4(s)$ ناخالص با آب ، طبق معادله زیر ، ۱۱/۲L گاز H_2 در شرایط STP تولید شود ، درصد خلوص $LiAlH_4(s)$ ، کدام است ؟($LiAlH_4 = ۳۸ :g.mol^{-1}$) (ریاضی ۹۸)

$$LiAlH_۴(s) + ۴\ H_۲O(l) \rightarrow LiOH(aq) + Al(OH)_۳(s) + ۴H_۲(g)$$

سوال ۶۳ (vip): از تجزیه ۳۵ گرم سدیم آزید (NaN_3) طبق واکنش زیر، پس از تبدیل شرایط واکنش به شرایط استاندارد، ۱۵ لیتر گاز نیتروژن تولید شده است، درصد خلوص NaN_3 را محاسبه کنید. (NaN_3 = ۶۵ :$g.mol^{-1}$)

$$2NaN_3\,(s) \rightarrow 2Na(s) + 3N_2\,(g)$$

سوال ۶۴ (vip): در تهیه مس خام از سنگ معدن آن واکنش زیر انجام می شود، از واکنش ۱۴۴۰گرم مس (II) سولفید (CuS) خالص مقدار ۴۶۰ گرم مس خام (Cu) تهیه شده است. بازده درصدی واکنش چقدر است؟

(Cu=۶۴ ، S =۳۲ ، O = ۱۶ :$g.mol^{-1}$)

$$CuS(s) + O_2(g) \rightarrow Cu(s) + SO_2(g)$$

سوال ۶۵ (vip): از واکنش ۱۱/۲ لیتر گاز نیتروژن(N_2) با فلز منیزیم در شرایط STP ، ۳۰ گرم منیزیم نیترید(Mg_3N_2) به دست آمده است، بازده درصدی واکنش را به دست آورید (Mg_3N_2 = ۱۰۰ :$g.mol^{-1}$)

$$3Mg(s) + N_2(g) \rightarrow Mg_3N_2(s)$$

سوال۶۶ (vip): واکنش زیر یکی از مراحل تولید سولفوریک اسید در صنعت است. اگر از واکنش ۳۳۶ لیتر گاز SO_2 با گاز اکسیژن، ۸۴۰ گرم گاز SO_3 تشکیل شود، بازده درصدی واکنش را حساب کنید. حجم گاز را در STP در نظر بگیرید.(حل مسئله با روش کسر تبدیل باشد)(۱$molSO_3$ = ۸۰) (شبه نهایی ۱۴۰۴)

$$2SO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2SO_3(g)$$

کلام آخر: در تمام سوالات درصد خلوص و بازده درصدی، نوشتن رابطه های زیر در بارم بندی نمره دارد!

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{فراورده عملی}}{\text{فراورده نظری}} \times 100$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{گرم خالص}}{\text{گرم ناخالص}} \times 100$$

نفت، هدیه‌ای شگفت‌انگیز

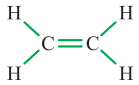
- نفت خام باعث حل مشکل حمل‌ونقل و ساخت داروهای تازه شد.

موارد مصرف نفت خام
- بیش از ۹۰ درصد برای تأمین انرژی سوزانده می‌شود
  - حدود ۵۰ درصد: سوخت در وسایل نقلیه
  - حدود ۴۰ درصد: تأمین گرما و انرژی الکتریکی
- کم‌تر از ۱۰ درصد: تولید مواد

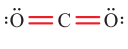
- بخش عمدهٔ نفت خام: هیدروکربن‌های گوناگون ← ترکیب‌هایی شامل هیدروژن و کربن

کربن، اساس استخوان‌بندی هیدروکربن‌ها

- ترکیب‌های شناخته‌شده از کربن، از مجموع ترکیب‌های شناخته‌شده از دیگر عنصرهای جدول دوره‌ای بیشتر است.
- اتم کربن افزون بر تشکیل پیوند اشتراکی یگانه، توانایی تشکیل پیوندهای اشتراکی دوگانه و سه‌گانه را با خود و برخی اتم‌های دیگر دارد.


اتن

اتین


کربن دی‌اکسید

هیدروژن سیانید

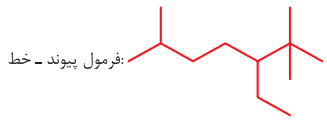
- اتم کربن می‌تواند با اتم عنصرهای هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و ... به شیوه‌های گوناگون متصل شده و مولکول شمار زیادی از مواد، مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، آمینواسیدها، آنزیم‌ها، پروتئین‌ها و ... را بسازد.
- اتم‌های کربن می‌توانند با یکدیگر به روش‌های گوناگون متصل شده و دگرشکل‌های متفاوتی مانند گرافیت، الماس و ... ایجاد کنند.

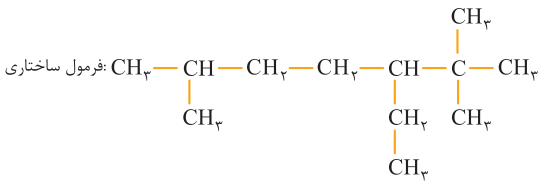
آلکان‌ها، هیدروکربن‌هایی با پیوندهای یگانه

- فرمول عمومی آلکان‌ها: C_nH_{2n+2}
- ساده‌ترین و نخستین آلکان: CH_4 (متان)
- سوخت فندک گازی: بوتان (C_4H_{10}) که تحت فشار پر می‌شود.

ساختار آلکان‌ها
- راست‌زنجیر: هر اتم کربن به یک یا دو اتم کربن دیگر متصل است.
- شاخه‌دار: برخی کربن‌ها به سه یا چهار اتم کربن دیگر متصل‌اند.

انواع نمایش ترکیب‌های آلی


فرمول پیوند ـ خط:


فرمول ساختاری:

فرمول ساختاری فشرده: $(CH_3)_2CH(CH_2)_2CH(C_2H_5)C(CH_3)_3$

خواص فیزیکی آلکان‌ها

- قطبیت: ناقطبی (گشتاور دوقطبی حدود صفر است.)
- نیروی بین مولکولی: واندروالسی
- حلالیت: نامحلول در آب

- از جمله کاربردها:
  - **حفاظت از فلزها (جلوگیری از خوردگی)**
    - قراردادن فلزها در آلکان‌های مایع (آلکان‌های با بیش از ۴ اتم کربن در دمای اتاق)
    - اندودکردن سطح فلزها و وسایل فلزی با آن‌ها

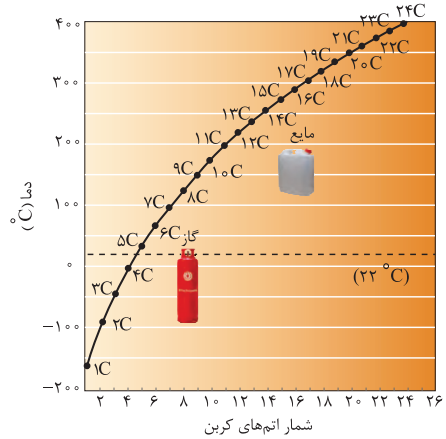
- شمار اتم‌های کربن نقش مهمی در رفتار هیدروکربن‌ها دارد:

$\frac{۱}{\text{فرّاربودن}}$ ~ گران‌روی (عدم تمایل به جاری‌شدن) ~ نقطهٔ جوش ~ نیروی بین مولکولی ~ جرم مولی ~ اندازهٔ مولکول ~ تعداد اتم‌های کربن

- اکثر رفتارها با تعداد اتم‌های کربن رابطهٔ مستقیم دارند، به‌جز فرّار بودن.
- به فرمول تقریبی گریس $(C_{۱۸}H_{۳۸})$ و وازلین $(C_{۲۵}H_{۵۲})$ دقت کنید:

گریس $(C_{۱۸}H_{۳۸})$ > وازلین $(C_{۲۵}H_{۵۲})$:چسبندگی

نمودار نقطهٔ جوش آلکان‌های راست‌زنجیر



- حالت فیزیکی ۴ آلکان اول در دمای اتاق: گاز
- با افزایش شمار اتم‌های کربن، اختلاف نقطهٔ جوش آلکان‌ها رفته‌رفته کاهش می‌یابد.
- نقطهٔ جوش بوتان $(C_۴H_{۱۰})$: حدود $۰^\circ C$

رفتار شیمیایی آلکان‌ها

- سیرشده هستند: هر اتم کربن با چهار پیوند اشتراکی به چهار اتم دیگر متصل است.

هیدروکربن‌های سیرشده: همهٔ پیوندهای کربن‌ـکربن در آن‌ها یگانه است.

- تمایل چندانی به انجام واکنش شیمیایی ندارند (به جز سوختن): میزان سمی‌بودن آن‌ها کم‌تر است.

شستن پوست یا تماس آن با آلکان‌های مایع (بنزین یا نفت): به دلیل انحلال چربی‌های پوست، در درازمدت به بافت‌های پوست آسیب می‌رساند.

- سوختن آلکان‌ها:

$$C_nH_{۲n+۲} + \frac{۳n+۱}{۲}O_۲ \rightarrow n\,CO_۲ + (n+۱)H_۲O$$

سوال ۶۷: چرا افرادی که با گریس کار می‌کنند دستشان را با بنزین یا نفت می‌شویند؟ (نهایی ۱۴۰۳)

نام‌گذاری آلکان‌ها

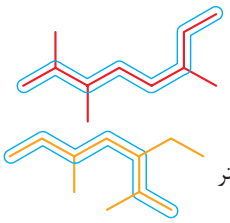
آلکان‌های راست‌زنجیر:

فرمول مولکولی	$CH_۴$	$C_۲H_۶$	$C_۳H_۸$	$C_۴H_{۱۰}$	$C_۵H_{۱۲}$	$C_۶H_{۱۴}$	$C_۷H_{۱۶}$	$C_۸H_{۱۸}$	$C_۹H_{۲۰}$	$C_{۱۰}H_{۲۲}$
نام	متان	اتان	پروپان	بوتان	پنتان	هگزان	هپتان	اوکتان	نونان	دکان

آلکان‌های شاخه‌دار

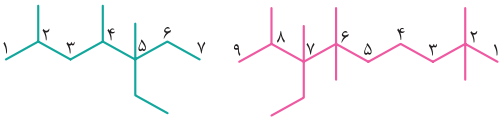
در نام‌گذاری آلکان‌های شاخه‌دار، هر مرحله اولویت‌های خودش را دارد. اولویت‌های یک مرحله هیچ ارتباطی به مرحلهٔ دیگر ندارد.

۱) انتخاب زنجیر اصلی

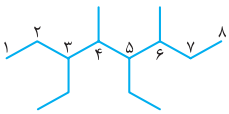


- اولویت اول: طولانی‌بودن زنجیر
- اولویت دوم: شاخه‌ها فرعی بیشتر

۲) شماره‌گذاری زنجیر اصلی



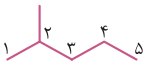
- اولویت اول: شمارهٔ کم‌تر برای شاخه‌های فرعی



- اولویت دوم: شمارهٔ کم‌تر برای شاخهٔ مقدم‌تر (تقدم نام آن در حروف الفبای انگلیسی)

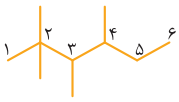
متیل (Methyl) : $-CH_3$ ، اتیل (Ethyl) : $-C_2H_5$

۳) نوشتن نام: اول شمارهٔ کربن شاخهٔ فرعی، دوم نام شاخهٔ فرعی و سوم نام آلکان زنجیر اصلی



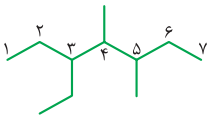
۲ـ متیل پنتان

- چند شاخهٔ فرعی مشابه: بعد از نوشتن شماره‌ها، تعداد شاخهٔ فرعی با اعداد یونانی

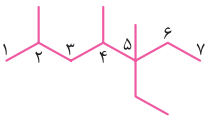


۴،۳،۲،۲ـ تترامتیل هگزان

- شاخه‌های فرعی متفاوت: به ترتیب الفبای انگلیسی

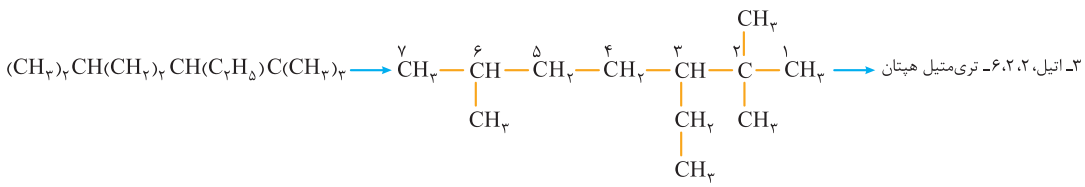


۳ـ اتیل ـ ۵،۴ـ دی‌متیل هپتان



۵ـ اتیل ـ ۵،۴،۲ـ تری‌متیل هپتان

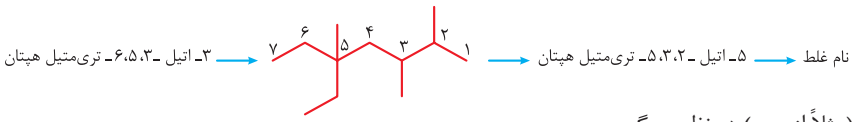
- اگر فرمول ساختاری فشرده‌دادن ← اول ساختار باز را رسم می‌کنیم ← بعد نام‌گذاری می‌کنیم.



«تکمیل در کلاس»

روش تشخیص درست یا غلط بودن نام

۱ با فرض درست بودن نام، ساختار را رسم می‌کنیم.



- شماره‌گذاری را از یک جهت فرضی (مثلاً از چپ) در نظر می‌گیریم.

۲ ساختار رسم‌شده را نام‌گذاری می‌کنیم.

۳ اگر نام اولیه و نام نهایی یکسان بود درست است، اگر نبود غلط است.

تذکر در مثال بالا همین که فهمیدیم شماره‌گذاری اشتباه است، دیگر نیازی به انجام بقیهٔ مراحل نیست.

نکاتی برای **تشخیص** سریع بعضی نام‌های غلط:

- شاخه‌ها به ترتیب الفبای لاتین نباشند ← مثلاً اول متیل بیاد بعد اتیل
- شاخهٔ ۱ـ متیل یا nـ متیل باشد (n: تعداد کربن‌های زنجیر اصلی)
- شاخهٔ ۱ـ اتیل، ۲ـ اتیل یا nـ اتیل، $(n-1)$ اتیل باشد.

۳,۲ - دی‌متیل - ۴ - اتیل هگزان: ×

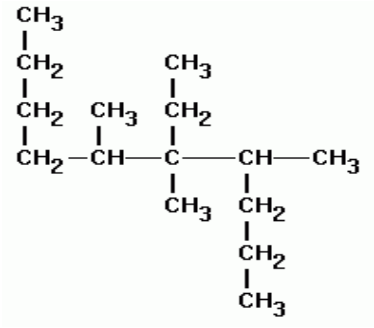
۳ - اتیل - ۵,۲ - دی‌متیل پنتان: ×

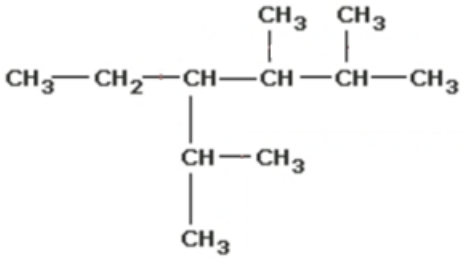
۵,۳ - دی‌اتیل - ۴,۳,۲ - تری‌متیل هگزان، ۲ - اتیل - ۵ - متیل هگزان: ×

- دقت داشته باشید که همهٔ نام‌های غلط با این سه نکته قابل بررسی نیست.

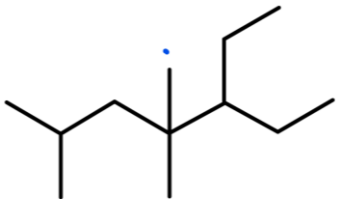
«تکمیل در کلاس»

سوال ۶۸: نام ساختارهای زیر را بنویسید.





سوال ۶۹: نام ساختار داده شده کدام است؟ (تجربی ۱۴۰۳)



سوال ۷۰: نام کدام دو آلکان با فرمول ارایه شده برای آن ها مطابقت دارد؟ (تجربی ۱۴۰۰)

آ) $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH(CH_2-CH_3)-CH_3$: ۲-اتیل، ۴-متیل پناتن

ب) $CH_3CH_2C(CH_3)_2CH_2CH_3$: ۳،۳-دی متیل پنتان

پ) $(CH_3)_3CCH_2CH(CH_3)_2$: ۲،۲،۴-تری متیل پنتان

ت) $CH_3-CH_2-CH(CH_2-CH_3)-CH(CH_2-CH_3)-CH_3$: ۲،۳-دی اتیل پنتان

۱) آ، ت ۲) آ، ب ۳) پ، ت ۴) ب، پ

ایزومر یا همپار

ترکیباتی با فرمول مولکولی یکسان و ساختار متفاوت.

۱ رسم ایزومر: با برداشتن کربن‌ها و قراردادن آن‌ها در موقعیت‌های متفاوت، ایزومرها را رسم می‌کنیم. به صورت زیر:

(I) رسم آلکان راست‌زنجیر nکربنه

C_6H_{14} هگزان

(II) رسم آلکان‌های $(n-1)$ کربنه با یک شاخهٔ متیل

۳ـ متیل پنتان و ۲ـ متیل پنتان

(III) رسم آلکان‌های $(n-2)$ کربنه با یک شاخهٔ اتیل ← نداریم

(IV) رسم آلکان‌های $(n-2)$ کربنه با دو شاخهٔ متیل

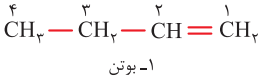
۲و۳ـ دی‌متیل بوتان و ۲و۲ـ دی‌متیل بوتان

«تکمیل در کلاس»

سوال ۷۱: خواص شیمیایی ایزومرها (متفاوت / یکسان) است. (نهایی ۱۴۰۳)

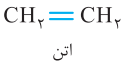
آلکن‌ها، هیدروکربن‌هایی با یک پیوند دوگانه

- به دلیل وجود یک پیوند $C=C$ از آلکان هم‌کربن خود، ۲ هیدروژن کم‌تر دارند ← فرمول عمومی: C_nH_{2n} $(n \geq 2)$
- نام آلکن راست‌زنجیر: مشخص‌کردن محل پیوند دوگانه با نخستین کربن پیوند دوگانه

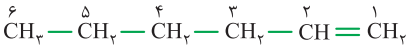


۱ـ بوتن

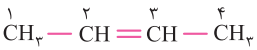
پروپن



اتن



۱ـ هگزن



۲ـ بوتن

اتن

- نام قدیمی: اتیلن
- نخستین عضو آلکن‌ها
- در بیشتر گیاهان وجود دارد.
- موز و گوجه‌فرنگی رسیده گاز اتن آزاد می‌کنند.
- عمل‌آورنده: موجب رسیدن سریع‌تر میوه‌های نارس

«تکمیل در کلاس»

رفتار شیمیایی آلکن‌ها

- سیرنشده هستند: دو اتم کربن دارند که هر کدام فقط به سه اتم دیگر متصل‌اند. برخلاف آلکان‌ها، واکنش‌پذیری بیشتری دارند.

هیدروکربن‌های سیرنشده: در ساختار خود پیوند دوگانه یا سه‌گانهٔ کربن-کربن دارند. ($C=C$ یا $C\equiv C$)

- گاز اتن سنگ بنای صنایع پتروشیمی است.

۱) واکنش سوختن:

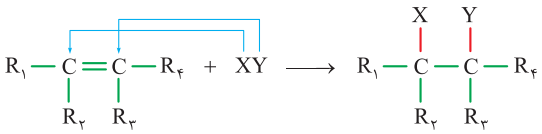
$$C_nH_{2n}+\frac{3n}{2}O_2 \rightarrow nCO_2+nH_2O$$

هشدار هم‌چنان می‌توانیم از این نکته‌ها استفاده کنیم:

تعداد کربن‌ها (n) ← ضریب CO_2

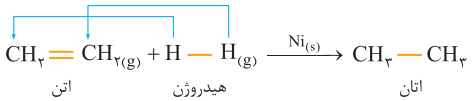
نصف تعداد هیدروژن‌ها ($\frac{2n}{2}$) ← ضریب H_2O

۲) واکنش‌های افزایشی: فراوردهٔ سیرشده



آ) واکنش با هیدروژن

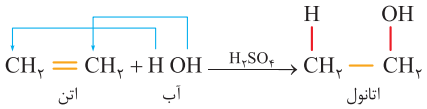
- محصول: آلکان
- کاتالیزگر: نیکل ($Ni_{(s)}$)



- هر ترکیب سیرنشده می‌تواند با هیدروژن واکنش داده و سیر شود ← به ازای هر پیوند $C=C$ ، یک مولکول H_2 مصرف می‌شود.

ب) واکنش با آب

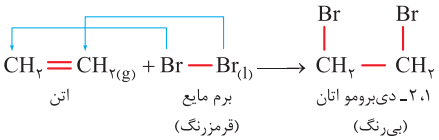
- محصول: الکل
- کاتالیزگر: اسید (مثل H_2SO_4)



اتانول

- الکلی دوکربنی، بی‌رنگ و فرّار
- به هر نسبتی در آب حل می‌شود.
- یکی از مهم‌ترین حلال‌های صنعتی
- کاربرد در تهیهٔ مواد دارویی، بهداشتی و آرایشی
- ضدعفونی‌کننده در بیمارستان‌ها

پ) افزایش هالوژن‌ها ← محصول: دی‌هالو آلکان

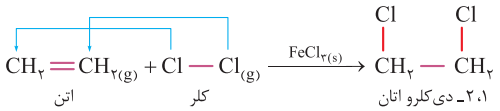


- بی‌رنگ‌شدن برم ← یکی از روش‌های شناسایی هیدروکربن‌های سیرنشده (از جمله آلکن‌ها) از سیرشده

- مولکول چربی موجود در گوشت، سیرنشده است.

← واکنش گاز اتن با کلر

- محصول: دی‌کلرو آلکان
- کاتالیزگر: $FeCl_{3(s)}$



ت) پلیمری‌شدن *(فصل ۳/ یازدهم)*

ث) واکنش با هیدروژن‌هالید ← محصول: هالو آلکان *(فصل ٤/ دوازدهم)*

آلکین‌ها، سیرنشده‌تر از آلکن‌ها

- به دلیل یک پیوند $-C\equiv C-$، از آلکان هم‌کربن خود، ۴ هیدروژن کم‌تر دارد ← فرمول عمومی: $C_nH_{2n-2}\ (n\geq 2)$

- نام آلکین راست‌زنجیر: مشخص‌کردن محل پیوند سه‌گانه با نخستین کربن پیوند سه‌گانه

$CH\equiv CH$ اتین

$CH_3-C\equiv CH$ پروپین

$CH_3-\overset{3}{C}H_2-\overset{2}{C}\equiv\overset{1}{C}H$ ۱ـ بوتین

$\overset{1}{C}H_3-\overset{2}{C}\equiv\overset{3}{C}-\overset{4}{C}H_3$ ۲ـ بوتین

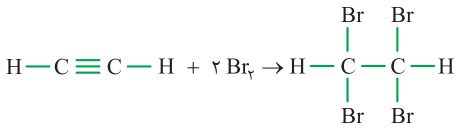
اتین
- نام قدیمی: استیلن
- ساده‌ترین آلکین
- تأمین دمای لازم برای جوش‌دادن قطعه‌های فلزی در جوش کاربیدی با سوختن گاز اتین

- آلکین‌ها واکنش‌پذیری زیادی دارند.

واکنش سوختن: $C_nH_{2n-2}+\frac{3n-1}{2}O_2\rightarrow nCO_2+(n-1)H_2O$

واکنش با هیدروژن: $C_nH_{2n-2}+2H_2(g)\rightarrow C_nH_{2n+2}\Rightarrow$ آلکین‌ها برای سیرشدن با دو مول H_2 واکنش می‌دهند.

واکنش با برم:

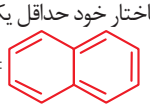


هیدروکربن‌های حلقوی

سیکلوآلکان‌ها
- فرمول عمومی C_nH_{2n} ← با آلکن‌های هم‌کربن، ایزومر هستند.
- هیدروکربن حلقوی با پیوندهای یگانهٔ کربن‌ـکربن سیرشده
- ساده‌ترین: سیکلوپروپان (C_3H_6)
- معروف‌ترین: سیکلوهگزان (C_6H_{12})

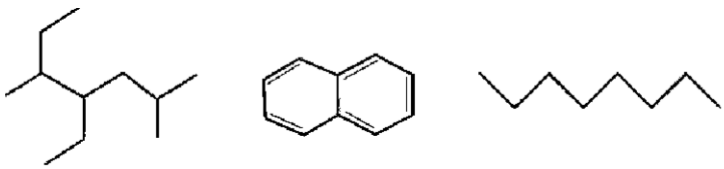
ترکیب‌های آروماتیک
- هیدروکربن‌های سیرنشده
- سرگروه آن‌ها: بنزن (C_6H_6)

یک حلقهٔ ۶ضلعی با ۳ پیوند $C=C$
- در ساختار خود حداقل یک حلقهٔ بنزنی دارند.



نفتالن: $C_{10}H_8$ ⇐
- دو حلقهٔ ۶ضلعی با ۵ پیوند $C=C$
- کاربرد نفتالن: ضد بید برای نگه‌داری فرش و لباس

سوال ۷۲: به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. (نهایی ۱۴۰۳)



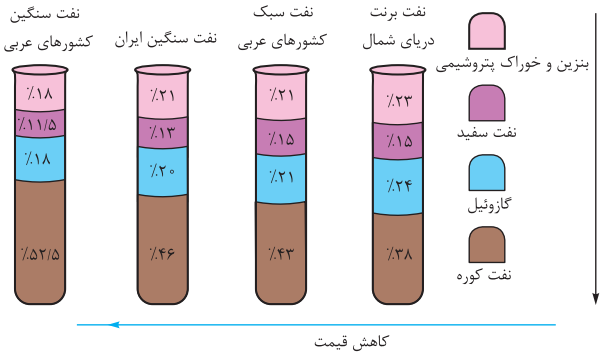
(۱) (۲) (۳)

الف) نام هیدروکربن (۱) را بنویسید.

ب) یک کاربرد برای ترکیب (۲) بنویسید.

نفت، ماده‌ای که اقتصاد جهان را دگرگون ساخت

- بخش عمدهٔ هیدروکربن‌های موجود در نفت خام: آلکان‌ها ← واکنش‌پذیری کم ← اغلب به عنوان سوخت
- **کاربرد نفت خام**
  - بیش از ۹۰٪ ← سوزاندن و تأمین انرژی
  - کم‌تر از ۱۰٪ ← خوراک پتروشیمیایی
- دسته‌های متفاوت هیدروکربن‌ها در نفت خام
  - ← مواد سبک‌تر، ارزش بیشتری دارد.
  - ← نفتی که مواد سبک‌تر بیشتری دارد، قیمت بیشتری دارد.



برج تقطیر
- تقطیر جزءبه‌جزء هیدروکربن‌های نفت خام
- جداشدن به صورت مخلوط‌هایی با نقطهٔ جوش نزدیک به هم
- از پایین به بالای برج همراه با کاهش دما
- مولکول‌های سبک‌تر و فرّارتر: بالای برج

زغال‌سنگ
- یکی از سوخت‌های فسیلی
- طول عمر ذخایر زغال‌سنگ به ۵۰۰ سال می‌رسد.
- می‌تواند به عنوان سوخت، جایگزین نفت شود.
- مقدار آلایندهٔ بیشتر نسبت به نفت و تشدید اثر گلخانه‌ای
- علاوه بر فراورده‌های سوختن بنزین (CO_2, CO, H_2O)، SO_2 و NO_2 نیز تولید می‌کند.
- شرایط دشوار استخراج ← انفجار معادن آن به دلیل تجمع بیش از ۵ درصد گاز متان

- متان (CH_4): گازی سبک، بی‌بو و بی‌رنگ

راه‌های بهبود کارایی زغال‌سنگ
- شست‌وشوی زغال‌سنگ به منظور حذف گوگرد و ناخالصی‌های دیگر
- به دام‌انداختن گاز گوگرد دی‌اکسید خارج‌شده از نیروگاه‌ها با عبور گازهای خروجی از روی کلسیم‌اکسید

$$SO_2(g) + CaO(s) \rightarrow CaSO_3(s)$$

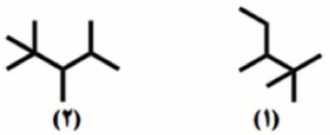
- سوخت هواپیما از نفت سفید (آلکان‌هایی با ده تا پانزده کربن) تهیه می‌شود.

- یکی از مسائل مهم در تأمین سوخت، انتقال آن است. ← حدود ۶۶ درصد انتقال سوخت از طریق خطوط لوله انجام می‌شود.

سوال ۷۳: با انتخاب یکی از موارد داده شده عبارت‌های زیر را به درستی کامل کنید.

- آلکان ها به دلیل واکنش پذیری کم، میزان سمی بودن (کمتری - بیشتری) دارند.(شبه نهایی ۱۴۰۴)
- گرانروی $C_{11}H_{24}$ از $C_{14}H_{30}$ (کمتر/ بیشتر) است. (شبه نهایی ۱۴۰۴)
- واکنش پذیری بوتین، بیشتر از واکنش پذیری هگزان است.(درست/نادرست) (کنکور سراسری تجربی ۱۴۰۴)
- ۳ – اتیل بوتان، نامی صحیح برای یک آلکان است. (درست/ نادرست)(شبه نهایی ۱۴۰۴)

سوال ۷۴: ۴ – اتیل ۲ – متیل هگزان، ایزومری از کدام هیدروکربن(۱ یا ۲) است؟ (شبه نهایی ۱۴۰۴)



سوال ۷۵: اگر در مولکول متان به جای اتم های هیدروژن، دو گروه متیل و دو گروه اتیل قرار بگیرد، برای آلکان حاصل ساختار پیوند – خط رسم کنید.(شبه نهایی ۱۴۰۴)

سوال ۷۶: فرمول مولکولی ترکیب زیر را بنویسید.(شبه نهایی ۱۴۰۴)