

۶۸- نمودار روبه‌رو تغییر شعاع اتمی عناصر اصلی دوره سوم و چهارم جدول دوره‌ای عناصر را نشان می‌دهد. کدام

گزینه نادرست است؟

(۱) واکنش پذیری:  $b > i$

(۲) واکنش پذیری:  $f > m$

(۳) تفاوت تعداد پروتون:  $c, b > j, i$

(۴) نیروهای بین مولکولی در مولکول دو اتمی:  $g_p > n_p$

۶۹- A و B دو عنصر اصلی هستند. ترکیب  $A_p B_q$  در حالت جامد نارسا است، اما در حالت مذاب رسانای جریان الکتریسیته می‌باشد. در واکنش تولید این ترکیب از

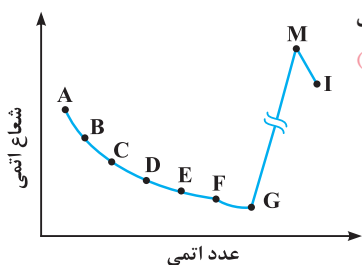
عنصرهای A و B، هر چه عدد اتمی A ..... و شعاع اتمی B ..... باشد، شدت واکنش ..... خواهد بود.

(۱) کوچک‌تر - کوچک‌تر - کم‌تر

(۲) بزرگ‌تر - بزرگ‌تر - کم‌تر

(۳) بزرگ‌تر - کوچک‌تر - بیشتر

(۴) کوچک‌تر - بزرگ‌تر - بیشتر



۷۰- با توجه به نمودار روبه‌رو که شعاع اتمی بر حسب عدد اتمی چند عنصر متوالی از تناوب‌های سوم و چهارم جدول

دوره‌ای (با حذف گاز نجیب) را نشان می‌دهد، کدام مطلب نادرست است؟

(۱) تعداد الکترون‌های بیرونی‌ترین زیرلایه در اتم‌های D و I برابر است.

(۲) انحلال ترکیب حاصل از I و F در آب به صورت یونی و محلول حاصل الکترولیت است.

(۳) تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی در مولکول حاصل از E و G برابر ۹ است.

(۴) شدت واکنش عنصر M با گاز کلر بیشتر از شدت واکنش B با گاز کلر است.

(+ فصل ۲ دهم)

۷۱- با توجه به جدول زیر که موقعیت چند عنصر را در جدول دوره‌ای نشان می‌دهد، چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

(آ) محلول اکسید عنصر D در آب pH کوچکتر از ۷ دارد.

(ب) عنصر B همانند عنصر F رسانایی الکتریکی کمی دارد.

(پ) شعاع اتمی F از G و B بزرگ‌تر است.

(ت) تعداد الکترون‌های جفت نشده در آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم عنصر G، برابر با تعداد الکترون‌های ظرفیتی عنصر A است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۷۲- بدون در نظر گرفتن گازهای نجیب در جدول دوره‌ای، چند گزاره در مورد عنصر اصلی که شعاع اتم آن از شعاع اتم عنصر قبل و بعد از خود بزرگ‌تر است، نادرست است؟

(+ فصل ۲ و ۳ دهم)

(آ) محلول اکسید آن  $pH > 7$  دارد.

(ب) می‌تواند دارای ترکیبی با فرمول شیمیایی  $A_p CO_3$  باشد.

(پ) برای مشخص کردن تعداد این عنصر در نام‌گذاری اکسید آن، از پیشوند استفاده می‌شود.

(ت) برای مشخص کردن نوع کاتیون این عنصر در نام‌گذاری ترکیب‌های یونی آن از عدد رومی استفاده می‌شود.

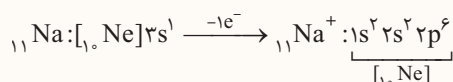
(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

## قسمت دوم

### آرایش الکترونی یونها

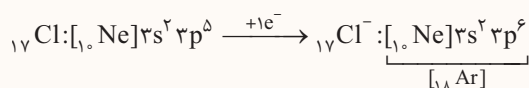
گازهای نجیب از نظر شیمیایی بی‌اثر هستند، به بیان دیگر، این عناصر میل ترکیبی بسیار کمی دارند. این پایداری گازهای نجیب را به آرایش الکترونی هشتایی آن‌ها نسبت می‌دهند. (گازهای نجیب به جز هلیم که آرایش الکترونی  $1s^2$  دارد، همگی آرایش  $ns^2 np^6$  دارند که یک آرایش کاملاً پر است.) بر این اساس اتم‌های مختلف برای رسیدن به پایداری بیشتر، در واکنش‌های شیمیایی به دو صورت عمل می‌کنند:

۱ فلزها: با از دست دادن الکترون، تبدیل به یون مثبت (کاتیون) شده و معمولاً به آرایش الکترونی پایدار گاز نجیب دوره ماقبل خود می‌رسند.



مثال

۲ نافلزها: با گرفتن الکترون، تبدیل به یون منفی (آنیون) شده و معمولاً به آرایش الکترونی پایدار گاز نجیب هم‌دوره خود می‌رسند.



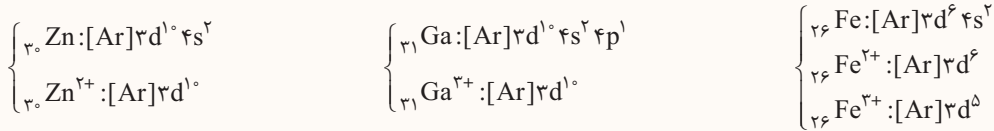
مثال



### ترتیب جدا شدن الکترون‌ها از اتم‌ها

۱ در موقع جدا شدن الکترون‌ها از اتم‌ها، الکترون‌ها از آخرین زیرلایه موجود در بزرگ‌ترین لایه الکترونی جدا می‌شوند. بزرگ‌ترین لایه الکترونی، لایه‌ای است که عدد کوانتومی اصلی (n) آن و یا به عبارت ساده‌تر، ضریب آن بزرگ‌تر باشد. در واقع الکترون از آخرین زیرلایه‌ای که در آرایش الکترونی مرتب‌شده اتم نوشته می‌شود و از هسته اتم دورتر است، جدا می‌شود.

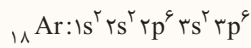
به آرایش الکترونی اتم‌ها و یون‌های زیر توجه کنید:



۲ آرایش الکترونی یون‌های منفی پایدار به آرایش گاز نجیب تبدیل می‌شود ( $ns^{\text{2}}np^{\text{6}}$ ) ولی از میان فلزها، فقط یون مثبت فلزهای گروه‌های ۱، ۲ و Al (آلومینیم) به آرایش گاز نجیب می‌رسند و از میان عنصرهای واسطه، مهم‌ترین عنصری که یون آن‌ها به آرایش گاز نجیب می‌رسد،  ${}_{21}\text{Sc}^{3+}$  و  ${}_{39}\text{Y}^{3+}$  در گروه ۳ هستند.

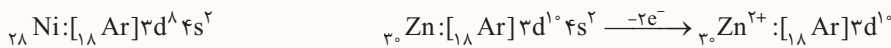
۳ آرایش  $ns^{\text{2}}np^{\text{6}}$  علاوه بر این‌که بیرونی‌ترین لایه الکترونی یک گاز نجیب را نشان می‌دهد، می‌تواند متعلق به یون‌های منفی پایدار و یون‌های مثبت پایدار نیز باشد.

مثال آرایش الکترونی یون‌های  ${}_{21}\text{Sc}^{3+}$ ،  ${}_{20}\text{Ca}^{2+}$ ،  ${}_{19}\text{K}^{+}$ ،  ${}_{17}\text{Cl}^{-}$  و  ${}_{16}\text{S}^{2-}$  مانند آرایش الکترونی گاز نجیب آرگون ( ${}_{18}\text{Ar}$ ) است:



۴ برای نوشتن آرایش الکترونی کاتیون فلزهای واسطه، ابتدا آرایش اتم خنثی را نوشته، سپس به تعداد لازم الکترون‌ها را از آخرین زیرلایه جدا کنید. در واقع آرایش الکترونی کاتیون فلزهای واسطه لزوماً از اصل آفیا پیروی نمی‌کند.

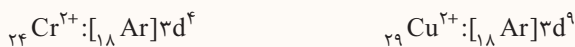
مثال اگرچه  ${}_{28}\text{Ni}$  و  ${}_{30}\text{Zn}^{2+}$  هر دو ۲۸ الکترون دارند، ولی آرایش الکترونی آن‌ها کاملاً متفاوت است.



۵ اگر آرایش الکترونی گونه‌ای به زیرلایه d ختم شده باشد، فقط می‌توان آن را به یک کاتیون نسبت داد و آرایش الکترونی اتم آن در حالت خنثی، به s یا p ختم می‌شود. چون زیرلایه ns زودتر از  $(n-1)d$  پر می‌شود و اگر در آرایش الکترونی گونه‌ای زیرلایه  $(n-1)d$  وجود داشت ولی ns وجود نداشت، آن‌گونه حتماً الکترون‌های زیرلایه ns یا زیرلایه‌های ns و np خود را از دست داده و یک یون مثبت است.

مثال آرایش  ${}_{24}\text{Cr}^{\text{3+}}$  را فقط می‌توان به آرایش یک یون مثبت نسبت داد که آرایش الکترونی اتم آن در حالت خنثی به صورت  ${}_{24}\text{Cr}:\text{1s}^{\text{2}}\text{2s}^{\text{2}}\text{2p}^{\text{6}}\text{3s}^{\text{2}}\text{3p}^{\text{6}}\text{3d}^{\text{5}}\text{4s}^{\text{1}}$  بوده است.

۶ آرایش‌های  $d^{\text{9}}$  و  $d^{\text{4}}$  اگرچه در مورد اتم عنصرهای واسطه عموماً تشکیل نمی‌شوند ولی در آرایش الکترونی یون‌ها وجود داشته و تشکیل می‌شوند:



برخی از فلزهای واسطه بیش از یک نوع کاتیون پایدار دارند. جدول زیر، یون‌های حاصل از این عناصر را نشان می‌دهد:

عنصر		وانادیم ( ${}_{23}\text{V}$ )		کروم ( ${}_{24}\text{Cr}$ )		آهن ( ${}_{26}\text{Fe}$ )		مس ( ${}_{29}\text{Cu}$ )	
نماد کاتیون‌ها		$\text{V}^{3+}$	$\text{V}^{2+}$	$\text{Cr}^{3+}$	$\text{Cr}^{2+}$	$\text{Fe}^{3+}$	$\text{Fe}^{2+}$	$\text{Cu}^{2+}$	$\text{Cu}^{+}$
آرایش الکترونی		$[\text{Ar}]\text{3d}^{\text{3}}$	$[\text{Ar}]\text{3d}^{\text{3}}$	$[\text{Ar}]\text{3d}^{\text{3}}$	$[\text{Ar}]\text{3d}^{\text{4}}$	$[\text{Ar}]\text{3d}^{\text{5}}$	$[\text{Ar}]\text{3d}^{\text{6}}$	$[\text{Ar}]\text{3d}^{\text{9}}$	$[\text{Ar}]\text{3d}^{\text{10}}$

### دنیای رنگی با فلزهای واسطه

۱ اغلب کاتیون‌های فلزهای واسطه رنگی هستند و وجود آن‌ها در یک ترکیب باعث رنگی شدن آن ترکیب می‌شود. هم‌چنین اگر این ترکیب‌ها درون یک حلال حل بشوند، باعث رنگی شدن محلول مورد نظر می‌شوند.

استثنای مهم: کاتیون‌های  $\text{Zn}^{2+}$  و  $\text{Sc}^{3+}$  رنگی نیستند و سبب ایجاد رنگ نمی‌شوند. توجه داشته باشید که اسکاندیم فلزی است که در تلویزیون رنگی و ساخت برخی شیشه‌ها کاربرد دارد ولی این کاربرد به رنگ آن ربطی ندارد.



زمرد سبز      یاقوت سرخ      فیروزه آبی

۲ رنگ‌های مشاهده شده از سنگ‌های گرانبها به دلیل وجود کاتیون‌های فلزهای واسطه در آن‌هاست.

نکته اغلب فلزهای واسطه در طبیعت به شکل ترکیب‌های یونی همچون اکسیدها، کربنات‌ها و ... یافت می‌شوند. برای نمونه آهن، دواکسید طبیعی با فرمول‌های  $\text{FeO}$  و  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  دارد.



## ویژگی‌ها و کاربردهای طلا

۱ یافته‌ها نشان می‌دهد که اغلب عنصرها در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شوند. برخی از عناصری که در طبیعت به شکل آزاد وجود دارند به شرح زیر هستند:

نافلزها: اکسیژن ( $O_2$ )، گوگرد (S)، نیتروژن ( $N_2$ ) و ...

فلزها: نقره (Ag)، مس (Cu)، پلاتین (Pt) و طلا (Au)

۲ طلا تنها فلزی است که به شکل کلوخ‌ها یا رگه‌های زرد رنگ در طبیعت یافت می‌شود.

۳ ویژگی‌ها و کاربردهای طلا در شکل زیر آورده شده است:

چند گرم از طلا را می‌توان با چکش‌کاری به صفحه‌ای به مساحت چند مترمربع تبدیل کرد.

از فلز طلا می‌توان برای ساختن برگه‌ها و رشته‌های بسیار نازک (نخ طلا) استفاده کرد.

چکش‌خواری و نرمی زیاد

استفاده از طلا در ساختن وسایل الکترونیکی  
گوناگون مثل لپ‌تاپ‌ها و ویلچرهای برقی

رسانایی الکتریکی بالا و حفظ این  
رسانایی در شرایط دمایی گوناگون

ویژگی‌های منحصر به فرد طلا

واکنش ندادن با گازهای موجود در هواکره

استفاده از طلا برای ساختن دندان مصنوعی

واکنش ندادن با مواد موجود در بدن انسان

استفاده از طلا برای ساختن لباس‌های فضانوردی

بازتاب زیاد پرتوهای خورشید

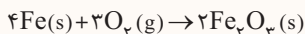
۴ هر چند طلا در طبیعت به شکل عنصری خود نیز یافت می‌شود، اما مقدار آن در معادن طلا بسیار کم است. به عبارت دیگر، برای استخراج مقدار کمی از این فلز باید از حجم انبوهی خاک معدن استفاده کرد و به همین خاطر، طی این فرایند حجم بسیار زیادی پسماند تولید می‌شود. به عنوان مثال، برای تولید طلای استفاده شده در ساختن یک حلقه عروسی، حدود سه تن پسماند ایجاد می‌شود. بر این اساس استخراج طلا نیز همانند سایر فعالیت‌های صنعتی آثار زیان‌بار زیست محیطی بر جای می‌گذارد.

۵ مجتمع طلای موته در اصفهان و زرشوران در آذربایجان غربی، از جمله منابع استخراج طلا در ایران به شمار می‌روند.

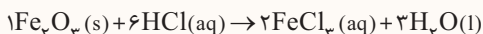
## بررسی و شناسایی کاتیون‌های آهن

$Fe^{3+}$  (آهن III):

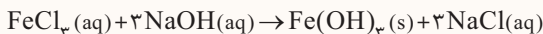
زنگ زدن آهن یک واکنش اکسایش است که در آن، آهن با اکسیژن در هوای مرطوب واکنش داده و زنگ آهن قهوه‌ای رنگ تشکیل می‌دهد.



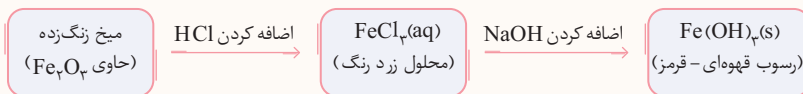
آهن (III) اکسید در آب نامحلول است. اگر بر روی آن، قطره قطره محلول هیدروکلریک اسید اضافه کنیم، واکنش زیر انجام گرفته و محلول زردرنگی ایجاد می‌گردد.



اگر بر روی این محلول قطره محلول سدیم هیدروکسید بیفزاییم، رسوب قهوه‌ای مایل به قرمز  $Fe(OH)_3$  تولید می‌شود.

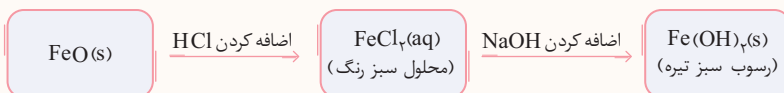
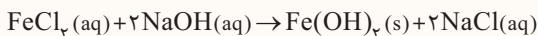
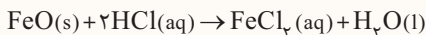


در نمودار زیر، مراحل برداشتن  $Fe_2O_3$  از میخ زنگ زده و تبدیل آن به رسوب  $Fe(OH)_3$  خلاصه شده است.

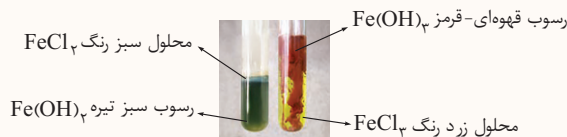


$Fe^{2+}$  (آهن II)

اگر فرایند بالا را به جای  $Fe_2O_3$  با  $FeO$  انجام دهیم، واکنش‌های زیر انجام می‌شود.



**جمع‌بندی** در شکل زیر، تشکیل رسوب‌های  $Fe(OH)_3$  و  $Fe(OH)_2$  نشان داده شده است.





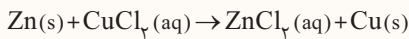
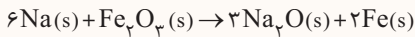
### مقایسه واکنش پذیری فلزها و استخراج آنها

منظور از فعالیت فلزها، تمایل و قدرت آنها در از دست دادن الکترون و تبدیل شدن به کاتیون است. این میزان فعالیت، واکنش پذیری فلزها را نیز نشان می دهد.

قدرت واکنش پذیری: فلزهای دسته S (گروه ۱ و ۲) < Al < Ti < Zn < Fe < H < Cu < Ag < Pt < Au

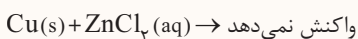
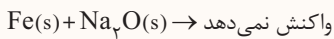
**نکته** هر چه فلز واکنش پذیرتر باشد، میل بیشتری به ایجاد ترکیب دارد و استخراج آن دشوارتر است. فلز واکنش پذیرتر، می تواند فلز ضعیف تر را از ترکیبش به صورت عنصر خارج کرده و به جای آن در ترکیب قرار گیرد. این الگو را می توان به صورت زیر نشان داد:

فلز ضعیف تر + ترکیب فلز قوی تر → ترکیب فلز ضعیف تر + فلز قوی تر



**مثال**

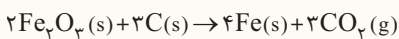
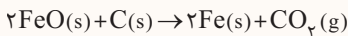
**توجه** فلز ضعیف تر نمی تواند با ترکیب فلز قوی تر واکنش دهد و جای خود را با فلز قوی تر در ترکیب عوض کند.



### جابه جایی برخی نافلزها با برخی فلزها

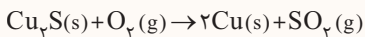
در موارد محدودی، یک نافلز می تواند جای یک فلز را در ترکیب بگیرد و فلز را به صورت عنصری از ترکیبش خارج کند.

**۱ کربن و آهن:** عنصر کربن می تواند در واکنش با اکسیدهای آهن، آهن را از ترکیب خارج کند و کنار اکسیژن قرار بگیرد و  $\text{CO}_2(g)$  تولید کند. از این فرایندها برای استخراج آهن از سنگ معدن آن استفاده می شود.



واکنش پذیری: کربن (C) < آهن (Fe)

**۲ اکسیژن و مس:** در استخراج مس از سنگ معدن مس (I) سولفید که نمونه آن در معدن مس سرچشمه کرمان هم اتفاق می افتد، فلز مس را به وسیله گاز اکسیژن از ترکیبش استخراج می کنند.

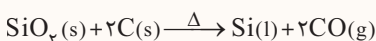


### مقایسه فعالیت شیمیایی نافلزها

نافلزها در واکنش های شیمیایی تمایل به گرفتن یا اشتراک الکترون دارند. همان طور که گفتیم در مورد عنصرهای نافلز، در یک دوره از چپ به راست واکنش پذیری افزایش و در یک گروه از بالا به پایین کاهش می یابد.

واضح است که نافلز واکنش پذیرتر، می تواند نافلز با واکنش پذیری کم تر را از ترکیبش خارج کند و به جای آن قرار گیرد. واکنش های زیر مثال هایی از این مطلب هستند:

**۱ سیلیسیم** که یک شبه فلز و عنصر اصلی سازنده سلول خورشیدی است از واکنش زیر به دست می آید:



هرچند سیلیسیم شبه فلز و کربن نافلز است ولی با توجه به تشابه رفتار شیمیایی شبه فلزها با نافلزها (تمایل به اشتراک الکترون) می توان واکنش پذیری این دو عنصر را براساس کاهش خصلت فلزی در یک گروه از بالا به پایین مقایسه کرد.

واکنش پذیری: کربن (C) < سیلیسیم (Si)

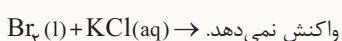
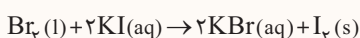
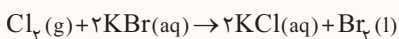
**۲** همان طور که قبلاً هم گفتیم، واکنش پذیری هالوژن ها در گروه ۱۷، از بالا به پایین کاهش می یابد.

واکنش پذیری:  $\text{I} < \text{Br} < \text{Cl} < \text{F}$

در نتیجه می توان نوشت:

هالوژن پایین تر + ترکیب هالوژن بالاتر → ترکیب هالوژن پایین تر + هالوژن بالاتر

توجه داشته باشید که هالوژن پایین تر در جدول تناوبی، نمی تواند جایگزین هالوژن بالاتر در یک ترکیب شود.



**مثال**

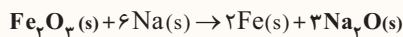


### نکاتی در مورد حالت فیزیکی مواد در واکنش‌های شیمیایی

برای تعیین حالت فیزیکی مواد موجود در واکنش به نکات زیر توجه کنید.

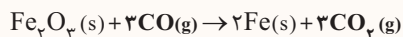
۱ اکسید فلزها: جامد اکسید فلزها مانند  $\text{FeO}$ ،  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ،  $\text{Na}_2\text{O}$ ،  $\text{MgO}$  و ... جامد (s) هستند.

مثال



۲ اکسید نافلزها: گاز اکسید نافلزها مانند  $\text{CO}$ ،  $\text{CO}_2$ ،  $\text{SO}_2$ ،  $\text{SO}_3$ ،  $\text{NO}_2$  و ... به حالت فیزیکی گاز (g) هستند.

مثال



۳ ترکیب‌های یونی (نمک‌ها) اگر در یک واکنش شیمیایی، آب در محیط واکنش وجود داشته باشد، اغلب ترکیب‌های یونی به صورت محلول (aq) هستند. ولی برخی نیز به شکل نامحلول (رسوب) وجود دارند. نمک‌های نامحلول (رسوب) در آب عبارتند از:  $\text{AgCl}$ ،  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ،  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ،  $\text{BaSO}_4$ ،  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ،  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  و  $\text{FeO}$ .

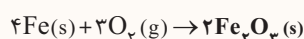
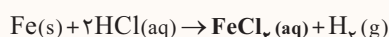
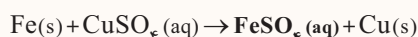
### ظرفیت آهن در واکنش‌های مختلف

آهن دارای دو کاتیون  $\text{Fe}^{2+}$  و  $\text{Fe}^{3+}$  است. چنانچه آهن در سمت چپ یک واکنش به صورت عنصر (خنثی) باشد و در سمت راست به صورت ترکیب وجود داشته باشد، سوآلی که به وجود می‌آید این است که در ترکیب آن را به صورت آهن (II) در نظر بگیریم یا آهن (III)؟ در تمام واکنش‌های موجود در کتاب‌های درسی شیمی دهم و شیمی یازدهم، فلز آهن به کاتیون آهن (II) تبدیل می‌شود، به جز در واکنش اکسایش که به آهن (III) تبدیل می‌شود.

فلز آهن به یون آهن (II) تبدیل شده است.

فلز آهن به یون آهن (II) تبدیل شده است.

فلز آهن به یون آهن (III) تبدیل شده است. (واکنش اکسایش)

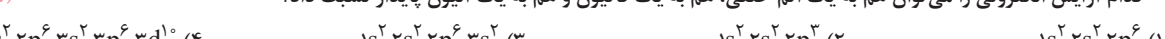
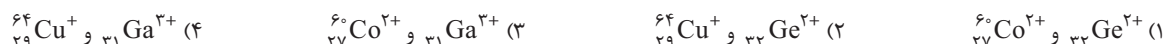


### آرایش الکترونی یونها

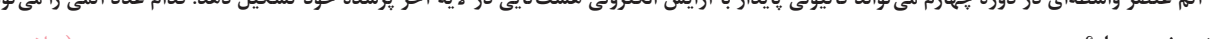
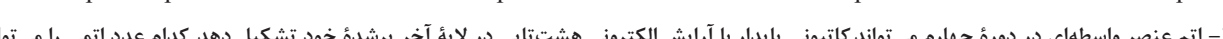
۷۳- آرایش الکترونی کدام جفت یون‌ها به  $3d^{10}$  ختم می‌شود و هر یک از آن‌ها به ترتیب (از راست به چپ)، چند الکترون دارند؟



۷۴- آرایش الکترونی کاتیون  $\text{Zn}^{2+}$ ، به ترتیب از راست به چپ با آرایش الکترونی کدام گونه یکسان بوده و شمار نوترون‌های آن با کدام گونه برابر است؟ (ریاضی خارج ۹۴)



۷۵- کدام آرایش الکترونی را می‌توان هم به یک اتم خنثی، هم به یک کاتیون و هم به یک آنیون پایدار نسبت داد؟ (تجربی خارج ۹۱)



۷۶- اتم عنصر واسطه‌ای در دوره چهارم می‌تواند کاتیونی پایدار با آرایش الکترونی هشت‌تایی در لایه آخر پرشده خود تشکیل دهد. کدام عدد اتمی را می‌توان به این عنصر نسبت داد؟ (ریاضی داخل ۹۱)



۷۷- آرایش الکترونی کاتیون در  $\text{CoCl}_2$ ، کدام است؟ (کبالت در دوره چهارم و گروه ۹ جدول تناوبی جای دارد). (ریاضی داخل ۹۱)



۷۸- آرایش الکترونی  $[\text{Ar}]3d^4 4s^2$  به ..... مربوط است که یک ..... است و در گروه ..... در جدول تناوبی جای دارد. (ریاضی خارج ۹۲)



۷۹- کدام آرایش الکترونی زیر را منحصراً به یک کاتیون می‌توان نسبت داد؟



۸۰- کدام آرایش الکترونی را می‌توان به آخرین زیرلایه یون  $\text{M}^{3+}$  یک فلز واسطه و یون  $\text{M}^{2+}$  فلز واسطه دیگر نسبت داد؟



۸۱- آرایش الکترونی کاتیون در  $\text{CoCl}_2$  با آرایش الکترونی کاتیون در کدام ترکیب زیر یکسان است؟ ( $\text{Mn}$ ،  $\text{Fe}$ ،  $\text{Co}$ ،  $\text{Ni}$ )







۹۲- چه تعداد از عبارتهای زیر، درست است؟

(آ) اختلاف شعاع اتمی  $Al$  و  $Si$ ، بیشتر از اختلاف شعاع اتمی  $Si$  و  $P$  است.

(ب) در آرایش الکترونی یون  $Cr^{2+}$ ، پنج الکترون با  $l=2$  وجود دارد.

(پ) آرایش  $3d^6$  را می‌توان به آخرین زیرلایه کاتیون  $M^{2+}$  یک فلز واسطه و کاتیون  $N^{3+}$  فلز واسطه دیگر نسبت داد.

(ت) هنگام تشکیل کاتیون  $Cu^{2+}$ ، دو الکترون از زیرلایه  $n+l=4$  اتم  $Cu$  جدا می‌شوند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

(+ فصل ۱ دهم)

۹۳- دو عنصر  $X$  و  $Y$  در کدام مورد زیر متفاوت هستند؟

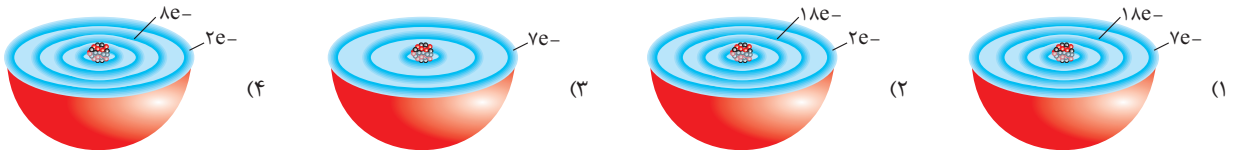
(۱) رعایت قاعده هشت‌تایی یون پایدار

(۳) تشکیل کاتیون با بار  $+3$

(۲) داشتن ۱ الکترون در بیرونی‌ترین زیرلایه

(۴) مقدار « $n+l$ » بیرونی‌ترین زیرلایه دارای الکترون

۹۴- کدام ساختار اتمی متعلق به عنصری از دسته  $d$  است؟



### دنیای رنگی با فلزهای واسطه

(ریاضی خارج ۹۸)

۹۵- وجود ترکیب‌های کدام عنصر در سنگ‌ها یا شیشه، می‌تواند سبب ایجاد رنگ شود؟

۱)  $M$  ۲)  $A$  ۳)  $Z$  ۴)  $X$

۹۶- ترکیب  $XSO_4$  در ساخت ماده رنگی کاربرد دارد. بیرونی‌ترین زیرلایه اتم  $X$ ، نیمه‌پر می‌باشد و در حالت یونی، تعداد الکترون‌های زیرلایه آخر آن کم‌تر از تعداد

الکترون‌های موجود در لایه دوم آن است. کدام عدد اتمی را می‌توان به  $X$  نسبت داد؟

۱) ۲۳ ۲) ۲۴ ۳) ۲۹ ۴) ۳۸

۹۷- چند مورد از عبارتهای زیر درست است؟

(آ) رنگ سرخ یاقوت و سبز زمرد، به دلیل وجود اتم فلزهای واسطه در آن‌هاست.

(ب) کاتیون پایدار فلز واسطه‌ای که در تلویزیون رنگی و برخی شیشه‌ها وجود دارد، دارای آرایش پایدار گاز نجیب است.

(پ) اغلب فلزهای واسطه با تشکیل کاتیون به آرایش گاز نجیب دست نمی‌یابند.

(ت) فلزهای جدول دوره‌ای در طبیعت فقط به شکل ترکیب‌های یونی همچون اکسیدها و کربنات‌ها یافت می‌شوند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

### ویژگی‌ها و کاربردهای طلا

۹۸- شکل (آ) مربوط به ویژگی ..... و شکل (ب) مربوط به ویژگی ..... طلا است.

(۱) بازتاب زیاد پرتوهای خورشیدی - چکش‌خواری

(۲) حفظ رسانایی الکتریکی در شرایط دمایی گوناگون - واکنش‌پذیری کم

(۳) چکش‌خواری - نرم بودن

(۴) واکنش‌پذیری کم - بازتاب زیاد پرتوهای خورشیدی

۹۹- کدام یک از مطالب زیر درباره عنصر طلا درست است؟

(۱) طلا به اندازه‌ای نرم است که در اثر ضربه‌های چکش خرد شده و به قطعات مجزا تبدیل می‌شود.

(۲) عنصر طلا در واکنش با اکسیژن هواکره، با از دست دادن الکترون به یون مثبت تبدیل می‌شود.

(۳) در تولید طلای مورد نیاز برای ساخت ۲ عدد حلقه عروسی، حدود ۴ تن پسماند تولید می‌شود.

(۴) عنصر طلا رسانایی الکتریکی زیادی داشته و این رسانایی زیاد را در دمای بالا نیز حفظ می‌کند.

۱۰۰- کدام یک از عبارتهای زیر نادرست است؟

(۱) فلز قلیایی که کوچک‌ترین شعاع اتمی را دارد، نسبت به سایر فلزهای قلیایی با سرعت کمتری با  $Br$  واکنش می‌دهد.

(۲) طلا، تنها عنصر فلزی است که همانند عناصر نافلزی اکسیژن، نیتروژن و گوگرد، به شکل آزاد در طبیعت وجود دارد.

(۳) در ساختار هر اتم از عنصری از دوره دوم که دارای کمترین مقدار واکنش‌پذیری است، ۸ الکترون ظرفیتی وجود دارد.

(۴) طلا، یک فلز واسطه است که رسانایی الکتریکی بالایی داشته و این رسانایی را در شرایط دمایی گوناگون حفظ می‌کند.



(ب)



(آ)



بررسی و شناسایی کاتیون‌های آهن

۱۰۱- با توجه به فرایند روبه‌رو، چند مورد از عبارت‌های داده‌شده، درست است؟ ☆

(آ) شمار الکترون‌های بیرونی‌ترین زیرلایه کاتیون ترکیب A، برابر ۵ است.  
 (ب) برای تشکیل ۱ مول از ترکیب B، تعداد ۶ مول الکترون مبادله می‌شود.  
 (پ) ماده B، به رنگ قهوه‌ای مایل به قرمز است.  
 (ت) تفاوت شمار الکترون‌های کاتیون و آنیون در ترکیب A برابر ۶ است.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۰۲- به ظرفی با مقدار آب کافی، ۳/۲g آهن (III) اکسید و محلولی حاوی ۰/۲۴ مول هیدروکلریک اسید اضافه می‌کنیم. برای تولید ۴/۲۸g رسوب قهوه‌ای - قرمز رنگ ☆

از این محلول، به چند گرم سدیم هیدروکسید نیاز است؟ (Fe=۵۶, Na=۲۳, O=۱۶, H=۱: g.mol<sup>-1</sup>)

- (۱) ۴/۸ (۲) ۹/۶ (۳) ۱۴/۴ (۴) ۱۸/۶

۱۰۳- از واکنش کامل ۱۱/۲ گرم آهن با اکسیژن در هوای مرطوب، ترکیبی به وجود می‌آید که با هیدروکلریک اسید کافی، محلول زرد رنگی ایجاد می‌کند. اگر بر روی این ☆

محلول، مقدار کافی سدیم هیدروکسید بریزیم، تعداد یون‌های موجود در محلول نهایی چند مول است؟ (Fe = ۵۶: g.mol<sup>-1</sup>)

- (۱) ۰/۶ (۲) ۱/۲ (۳) ۲/۴ (۴) ۳/۶

۱۰۴- در کارخانه اسیدسازی از گازهای کلر و هیدروژن به عنوان ماده اولیه استفاده می‌شود. بر اثر نشت گاز، محصول فرایند وارد جو اطراف کارخانه شده است. جمع شدن

بارش باران در ظرف آهنی زنگ‌زده، باعث ایجاد محلولی شده که با افزایش سدیم هیدروکسید به آن ..... تولید می‌شود.

- (۱) رسوب قرمز رنگ (۲) رسوب سفید رنگ (۳) محلول قرمز رنگ (۴) محلول سبز رنگ

۱۰۵- در تمامی واکنش‌های زیر رسوب قرمز قهوه‌ای تولید می‌شود. در کدام یک از آن‌ها به‌ازای تولید ۱ مول رسوب، جرم نمک آهن‌دار کم‌تری مصرف می‌شود؟ ☆

(Fe=۵۶, Cl=۳۵/۵, S=۳۲, Br=۸۰, O=۱۶, N=۱۴: g.mol<sup>-1</sup>)



۱۰۶- اگر مخلوط ۵ مول آهن(II) کلرید و آهن(III) کلرید با ۱۲ مول NaOH به‌طور کامل واکنش بدهد، چند گرم رسوب قرمز قهوه‌ای تولید می‌کند؟

(Fe=۵۶, O=۱۶, H=۱: g.mol<sup>-1</sup>)

- (۱) ۹۰ (۲) ۲۱۴ (۳) ۳۲۱ (۴) ۳۶۰

۱۰۷- سیدریت ترکیب کربنات‌دار آهن است. اگر بر روی سیدریت در غیاب هوا، محلول NaOH بریزیم، رسوب سبز تولید می‌شود و اگر این رسوب مدتی در برابر هوا

قرار گیرد به رنگ قرمز قهوه‌ای تغییر رنگ می‌دهد. فرمول شیمیایی سیدریت و رسوب تولیدشده در مرحله آخر به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



۱۰۸- از واکنش ۳۰ مول از مخلوط دو کلرید مختلف آهن با سدیم هیدروکسید کافی، ۷۲ مول نمک کلردار به دست می‌آید. چند درصد از یون آهن موجود در کلریدهای

اولیه، زیرلایه نیمه‌پر دارند؟ (Fe ۲۶)

- (۱) ۳۰ (۲) ۴۰ (۳) ۶۰ (۴) ۷۰

مقایسه واکنش‌پذیری فلزها و استخراج آن‌ها

۱۰۹- از میان چهار فلز Cu, Fe, Na و Au، استخراج ..... از بقیه سخت‌تر و ..... از بقیه واکنش‌پذیرتر است. (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید). ☆

- (۱) Na - Au (۲) Au - Na (۳) Na - Na (۴) Au - Au

(ریاضی داخل ۹۸)

۱۱۰- کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟ ☆

(آ) معمولاً، هرچه واکنش‌پذیری فلزی بیشتر باشد، استخراج آن، دشوارتر است.

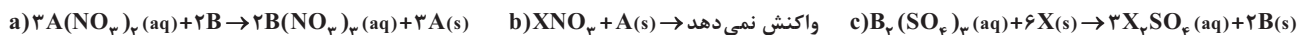
(ب) واکنش‌پذیری هر عنصر، به معنای تمایل اتم آن به انجام واکنش شیمیایی است.

(پ) در واکنش  $FeO(s)$  با  $Na(s)$  واکنش‌پذیری فرآورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها بیشتر است.

(ت) در واکنش  $Na_2O(s)$  با  $C(s)$  واکنش‌پذیری واکنش‌دهنده‌ها از فرآورده‌ها بیشتر است.

- (۱) (آ)، (پ)، (ت) (۲) (ب)، (پ)، (ت) (۳) (آ)، (ب) (۴) (ب)، (ت)

۱۱۱- با توجه به واکنش‌های a, b و c، کدام عبارت درست است؟ (A, B, X و نمادهای سه فلز فرضی هستند). ☆



(۱) کلرید عنصر X از کلرید عنصر B پایدارتر است.

(۲) واکنش‌پذیری عنصر A از واکنش‌پذیری عنصر X بیشتر است.

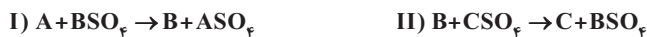
(۳) نسبت شمار کاتیون به آنیون در فرمول شیمیایی کربنات عنصر X، برابر  $\frac{1}{3}$  است.

(۴) A به طور طبیعی با هیدروکسید B واکنش می‌دهد و طی واکنش  $A(OH)_3$  تولید می‌شود.

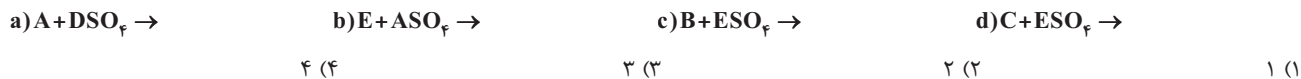




۱۱۲- با توجه به واکنش‌های زیر که به طور طبیعی انجام می‌شوند:



و دانستن این مطلب که فلز D واکنش‌پذیرتر از فلز A و فلز E واکنش‌پذیری کم‌تری از فلز C دارد، چه تعداد از واکنش‌های زیر به طور طبیعی انجام نمی‌شود؟



۱۱۳- با توجه به واکنش‌های زیر، چند مورد از عبارت‌های داده‌شده درست است؟



(آ) ماده A به رنگ قهوه‌ای است.

(ب) X می‌تواند Zn یا Mg باشد.

(پ) D می‌تواند عنصر کربن یا گاز کربن مونوکسید باشد.

(ت) ماده E را می‌توان از واکنش هالوژن با هیدروژن در دمای اتاق به دست آورد.



۱۱۴- استخراج فلز ..... از سنگ معدن آن، آسان‌تر از استخراج ..... است و برای استخراج آلومینیم، نمی‌توان از فلز ..... استفاده کرد. (گزینه‌ها را به ترتیب از راست به چپ بخوانید.)



۱۱۵- چند مورد از واکنش‌های زیر، به صورتی که نوشته شده‌اند، انجام نمی‌شوند؟ (واکنش‌ها موازنه نشده‌اند.)



۱۱۶- برای استخراج فلز آهن از  $Fe_2O_3$ ، می‌توان از واکنش  $Fe_2O_3$  با همه مواد زیر بهره برد؛ به جز .....



(+ فصل ۳ دهم)

۱۱۷- چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

(آ) برای استخراج فلز آهن از  $Fe_2O_3$ ، می‌توان از سدیم یا کربن استفاده کرد.

(ب) در هر واکنش شیمیایی که به طور طبیعی انجام می‌شود، واکنش‌پذیری فرآورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها، بیشتر است.

(پ) برای شناسایی کاتیون آهن (III) در محلول حاوی آن، می‌توان به محلول  $Mg(OH)_2$  اضافه کرد.

(ت) طلا و پلاتین به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های فلزی، لابه‌لای خاک یافت می‌شوند.

(ث) در استخراج آهن از  $Fe_2O_3$ ، سدیم به دلیل واکنش‌پذیری بیشتر، از کربن مناسب‌تر و به‌صرفه‌تر است.



۱۱۸- دو قطعه فلز A و B را در برابر اکسیژن قرار داده‌ایم. پس از انجام واکنش، سطح دو قطعه را با قاشقک خراش می‌دهیم و براده‌های جمع‌آوری شده را با کربن حرارت می‌دهیم. براده حاصل از فلز A برخلاف براده حاصل از فلز B با کربن واکنش نمی‌دهد. کدام گزینه نادرست است؟

(۱) تأمین شرایط نگهداری فلز A، دشوارتر از فلز B است.

(۲) در شرایط یکسان فلز B برای تبدیل شدن به کاتیون تمایل کم‌تری از فلز A دارد.

(۳) اگر فلز D را با براده حاصل از فلز B حرارت دهیم و واکنشی انجام نگیرد، می‌توان نتیجه گرفت که استخراج فلز A دشوارتر از استخراج فلز D است.

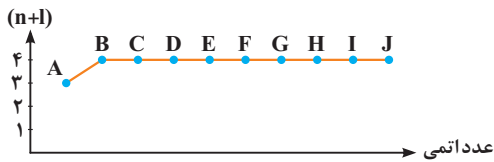
(۴) اگر فلز A را با براده حاصل از فلز B حرارت دهیم، واکنشی انجام نمی‌گیرد.

۱۱۹- کدام واکنش به صورتی که معادله آن نوشته شده، انجام نمی‌گیرد؟ (واکنش‌ها موازنه نشده‌اند.)





۱۲۰- نمودار زیر n+I را برای بیرونی ترین زیرلایه ۱۰ عنصر متوالی از دوره های سوم و چهارم جدول دوره های نمایش می دهد. چه تعداد از مقایسه های زیر درست است؟



(آ) شعاع اتمی:  $H > A > B$

(ب) واکنش پذیری:  $F > G$

(پ) دشواری استخراج عنصر از سنگ معدن آن:  $H > J$

(ت) رسانایی الکتریکی:  $C > D$

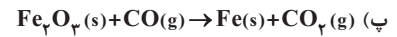
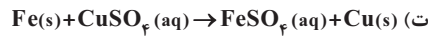
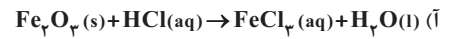
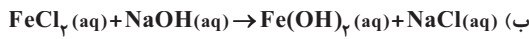
۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۱۲۱- چه تعداد از واکنش های زیر به صورتی که نوشته شده، انجام نمی گیرند؟ (واکنش ها موازنه نشده اند.)



۴ (۴) صفر

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۱۲۲- ۸ مول  $Fe_2O_3$  را به چهار قسمت مساوی تقسیم کرده و وارد ۴ واکنش زیر می کنیم.



در مجموع ..... مول محصول گازی و ..... مول ترکیب اکسیژن دار تولید می شود. (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید.)

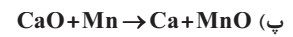
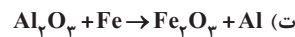
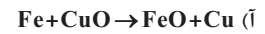
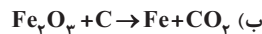
۹ ، ۹ (۴)

۱۷ ، ۶ (۳)

۱۷ ، ۹ (۲)

۹ ، ۶ (۱)

۱۲۳- در کدام فرایندهای زیر، واکنش پذیری مواد سمت راست بیشتر از مواد سمت چپ است؟



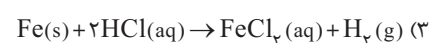
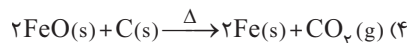
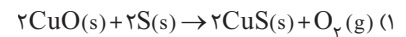
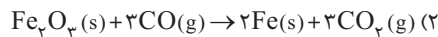
(۴) (آ) و (ت)

(۳) (ب) و (پ)

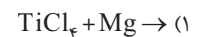
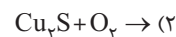
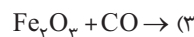
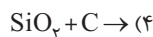
(۲) (پ) و (ت)

(۱) (آ) و (ب)

۱۲۴- کدام واکنش به صورتی که نوشته شده، به طور طبیعی انجام نمی شود؟



۱۲۵- نسبت مجموع ضرایب فراورده ها به مجموع ضرایب واکنش دهنده ها، در کدام واکنش، پس از موازنه، بزرگ تر از بقیه است؟



۱۲۶- از واکنش  $SiO_2$  و کربن، عنصر سیلیسیم به دست می آید که در ..... کاربرد دارد و در شرایط واکنش، حالت فیزیکی آن ..... است. هم چنین فراورده دیگر

این واکنش، گاز ..... است.

(۲) سلول های خورشیدی - جامد - کربن دی اکسید

(۱) سلول های خورشیدی - مایع - کربن مونواکسید

(۴) سلول های سوختی - جامد - کربن مونواکسید

(۳) سلول های سوختی - مایع - کربن دی اکسید

۱۲۷- ۳ لوله آزمایش خالی در اختیار داریم. در لوله (۱) محلول نمک نقره می ریزیم و قطعه ای آهن به آن اضافه می کنیم. پس از چند دقیقه با استفاده از کاغذ صافی،

محلول را صاف کرده و در لوله (۲) می ریزیم و قطعه ای سدیم درون آن می اندازیم. با گذشت زمان، محلول صاف شده را در لوله (۳) ریخته و قطعه ای منیزیم داخل آن

قرار می دهیم. پس از پایان فرایند در لوله سوم، فلز ..... و نمک فلز ..... وجود خواهد داشت. (از واکنش میان فلزها با آب چشم پوشی کنید و گزینه ها را به

ترتیب از راست به چپ بخوانید.)

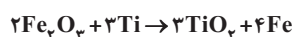
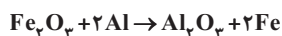
(۴)  $Mg - Na$

(۳)  $Na - Mg$

(۲)  $Na - Fe$

(۱)  $Fe - Na$

۱۲۸- واکنش آهن (III) اکسید با  $Al$  و  $Ti$  به صورت زیر است:



(+ فصل ۲ دهم)

با قرار دادن چه تعداد از موارد پیشنهاد شده در جاهای خالی، عبارت زیر به درستی کامل می شود؟

«..... عنصر ..... از آهن بیشتر است.»

● واکنش پذیری -  $Ti$

● واکنش پذیری -  $Al$

● مقاومت در برابر خوردگی -  $Ti$

● مقاومت در برابر خوردگی -  $Al$

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)



۶۷ | ۳ در بین مقایسه‌های مطرح شده فقط مورد آخر نادرست است. در یک دوره از چپ به راست، خصلت نافلزی و واکنش پذیری نافلزها افزایش می‌یابد. همچنین در گروه‌های نافلزی از بالا به پایین، واکنش پذیری کاهش می‌یابد. در نتیجه مقایسه شدت واکنش این سه نافلز با هیدروژن به صورت مقابل است:



### ۶۸ | ۲ بررسی گزینه‌ها

۱) b و i فلزات گروه ۲ هستند. b شعاع بیشتری دارد، بنابراین واکنش پذیری بیشتری دارد.  
 ۲) m و f نافلزهای گروه ۱۶ هستند. f شعاع بیشتری دارد، بنابراین واکنش پذیری کمتری دارد.  
 ۳) i و g دو عنصر متوالی هستند ولی بین b و c، تعداد ۱۰ عنصر واسطه قرار دارد.  
 ۴) n و g هالوژن هستند. p جرم و حجم بیشتری از n دارد، بنابراین نیروهای بین مولکولی قوی‌تری دارد.

### ۶۹ | ۳ ترکیب‌های یونی در حالت جامد نارسانا اما در حالت مذاب رسانا هستند.

بنابراین  $A_p B_p$  ترکیب یونی است و A فلزی متعلق به گروه ۲ و B نافلزی متعلق به گروه ۱۵ جدول تناوبی است. برای این‌که واکنش با شدت بیشتری انجام شود، باید فلز و نافلز هر دو واکنش‌پذیری بالایی داشته باشند. در گروه‌های فلزی، هر چه عدد اتمی بیشتر باشد، واکنش‌پذیری فلز بیشتر است و در گروه‌های نافلزی، هر چه عدد اتمی کم‌تر و شعاع اتمی کوچک‌تر باشد، واکنش‌پذیری نافلز بیشتر است.

### ۷۰ | ۳ با توجه به کاهش شعاع اتمی در یک دوره از چپ به راست و افزایش شعاع اتمی در یک گروه از بالا به پایین، روی نمودار در گذر از عنصر G به M، تغییر دوره رخ داده است. یعنی با توجه به نبود گاز نجیب، عنصر G متعلق به گروه ۱۷ و دوره سوم و عنصر M متعلق به گروه ۱ و دوره چهارم است.

فرمول ترکیب حاصل از E و G، به صورت  $EG_3$  است و در ساختار  $\ddot{G} - \overset{\ominus}{E} - \overset{\oplus}{G} :$  آن ۱۰ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

### بررسی سایر گزینه‌ها

۱) عنصر I، متعلق به گروه ۲ است و در زیرلایه آخر آن ۲ الکترون وجود دارد. عنصر D از گروه ۱۴ نیز، با توجه به آرایش الکترونی آن  $(s^2 p^2)$  در بیرونی‌ترین زیرلایه خود ۲ الکترون دارد.

۲) I فلز و F نافلز است و ترکیب حاصل از آن‌ها یونی است. بنابراین در آب به صورت یونی حل شده و محلول حاصل الکترولیت است.

۴) عنصر B متعلق به گروه ۲ و دوره سوم است و عنصر M متعلق به گروه ۱ و دوره چهارم می‌باشد. با توجه به واکنش‌پذیری بیشتر M نسبت به B، واکنش M با کلر شدیدتر است. هر چهار عبارت درست هستند. ابتدا عنصرهای داده شده را مشخص می‌کنیم.

### ۷۱ | ۴

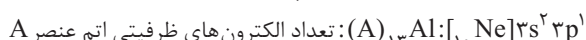
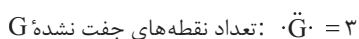
دوره \ گروه	۱۳	۱۴	۱۵
۳	(A) Al	(B) Si	(D) P
۴	(E) Ga	(F) Ge	(G) As

### بررسی عبارات

۱) P یک نافلز است و محلول اکسیدهای نافلزی در آب، خاصیت اسیدی دارند و pH محلول آن‌ها کوچک‌تر از ۷ است.

ب) دو عنصر Si و Ge شبه فلز هستند و رسانایی الکتریکی کمی دارند.

پ) شعاع اتمی عنصرها در جدول دوره‌ای از بالا به پایین افزایش و از چپ به راست کاهش می‌یابد. بنابراین شعاع اتمی F از G و B بزرگ‌تر است.



$$\Rightarrow 2+1=3$$

۶۳ | ۲ عبارات‌های (آ) و (پ) درست هستند.

### بررسی همه موارد

آ) از آن‌جا که شعاع اتمی در یک دوره از چپ به راست، کاهش و در یک گروه از بالا به پایین، افزایش می‌یابد، بزرگ‌ترین شعاع اتمی مربوط به Y است.

ب) عنصر D (نیترोजن) یک نافلز است که در تشکیل پیوند با دیگر اتم‌ها، بسته به نوع اتم‌ها، هم می‌تواند الکترون به اشتراک بگذارد و هم می‌تواند الکترون از دست بدهد.

پ) مقایسه خصلت نافلزی سه عنصر X، Y و R به صورت  $R > X > Y$  است.

ت) با توجه به این‌که R یک شبه‌فلز با رسانایی الکتریکی کم است، مقایسه رسانایی الکتریکی به صورت  $A > R > D$  درست است.

۶۴ | ۳ عبارات‌های (ب)، (پ) و (ث) درست هستند.

### بررسی همه موارد

آ) E نشان‌دهنده عنصر فسفر است. همان‌طور که در شکل صفحه ۸ کتاب درسی دیده می‌شود، برای عنصر فسفر، دو نمونه مختلف وجود دارد. فسفر سفید درون یک ظرف و یک مایع قرار گرفته است در حالی‌که فسفر قرمز در ظرفی در باز وجود دارد. این نشان می‌دهد که واکنش‌پذیری فسفر قرمز، کم‌تر از فسفر سفید است و نگهداری آن به شرایط خاصی نیاز ندارد. ب) عنصر A (سدیم) همانند آزمایش شعله، در واکنش با گاز کلر، نور زرد رنگ ایجاد می‌کند.

پ) در مولکول  $(SO_3)_2 MO_3$  سه پیوند اشتراکی (۶ الکترون



پیوندی) وجود دارد.

ت) A، B و C سه عنصر فلزی هستند و مقایسه واکنش‌پذیری آن‌ها به صورت  $C < B < A$  روبه‌رو است:

ث) عنصرهای E، M و N سه نافلز هستند که مقایسه واکنش‌پذیری آن‌ها به صورت روبه‌رو است:  $E < M < N$

۶۵ | ۳ مقایسه‌های انجام شده در (آ)، (ب) و (ت) درست هستند. با توجه به رنگ

نورها، A، B و C به ترتیب لیتیم، پتاسیم و سدیم هستند.

### بررسی همه موارد

آ) شعاع اتمی در یک گروه از بالا به پایین افزایش پیدا می‌کند. ( $C < B$ )

ب) واکنش‌پذیری در گروه ۱ از بالا به پایین افزایش می‌یابد. ( $A < C$ )

پ) خصلت فلزی هم‌راستا با شعاع اتمی و واکنش‌پذیری در گروه اول از بالا به پایین افزایش می‌یابد. ( $C < B$ )

ت) مقدار  $(n+1)$  برای بیرونی‌ترین زیرلایه B (پتاسیم) یعنی  $4S$  برابر  $4+0=4$  و برای بیرونی‌ترین زیرلایه C (سدیم) یعنی  $3S$  برابر  $3+0=3$  است.

۶۶ | ۳ عنصر  $X_3$ ، معادل با برم است. در رابطه با این عنصر، عبارات‌های (آ)، (ب) و (ت) درست هستند.

### بررسی پنج عبارت

آ) برم با عنصر کلر ( $Y_{17}$ ) در یک گروه مشابه (گروه ۱۷) و با عنصر کلسیم ( $Z_2$ ) در یک تناوب مشابه (تناوب چهارم) قرار گرفته است.

ب) برم یک نافلز بوده و متعلق به خانواده هالوژن‌ها است. نافلزها می‌توانند در تشکیل ترکیب‌های مولکولی و یونی شرکت کنند.

پ) در یک تناوب، با حرکت از سمت چپ به راست، شعاع اتمی کاهش پیدا می‌کند، پس می‌توان گفت شعاع اتمی برم در مقایسه با سایر عناصر موجود در تناوب چهارم کوچک‌تر است.

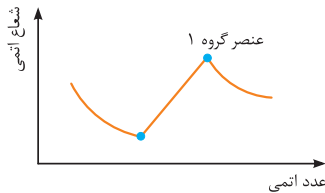
ت) برم تنها عنصری از تناوب چهارم و گروه ۱۷ است که در شرایط اتاق به حالت مایع وجود دارد.

ث) برم در مقایسه با برخی از عناصر هم‌گروه خود مثل کلر و فلوئور واکنش‌پذیری کمتری دارد.



۷۲ | ۲

عبارت‌های (آ) و (ب) درست هستند. در یک گروه از بالا به پایین شعاع اتمی افزایش و در یک دوره از چپ به راست شعاع اتمی عنصرها کاهش پیدا می‌کند. بنابراین عنصرهای گروه ۱ از عنصرهای قبل و بعد از خود شعاع اتمی بزرگ‌تری دارند.



بررسی همه موارد

(آ) اکسید فلزهای گروه اول (فلزهای قلیایی) جزو اکسیدهای بازی هستند که pH محلول آن‌ها در آب بزرگ‌تر از ۷ است.

(ب) فلز گروه ۱، کاتیون پایدار  $1+$  تولید می‌کند، بنابراین فرمول حاصل از آن‌ها  $(A^+)$  با یون  $CO_3^{2-}$  به صورت  $A_2CO_3$  است.

(پ) برای نام‌گذاری اکسید فلزهای قلیایی که ترکیبی یونی است، از پیشوند استفاده نمی‌شود. (ت) فلزهای گروه ۱ تنها یون پایدار  $1+$  تولید می‌کنند. بنابراین یک نوع کاتیون تولید می‌کنند و نیازی به استفاده از عددهای رومی برای مشخص کردن کاتیون آن‌ها نیست.

۷۳ | ۲

آرایش الکترونی هر دو یون  $Zn^{2+}$  و  $Cu^+$  به زیرلایه  $3d^{10}$  ختم می‌شود و هر دوی آن‌ها دارای ۲۸ الکترون هستند.

۷۴ | ۴

یون‌های  $Zn^{2+}$  و  $Ga^{3+}$  دارای ۲۸ الکترون و آرایش الکترونی آن‌ها به  $3d^{10}$  ختم می‌شود. هم‌چنین تعداد نوترون‌های  $Zn$  با  $Cu$  برابر است، به طوری که هر دو گونه دارای ۳۵ نوترون هستند.

۷۵ | ۱

آرایش الکترونی هشت‌تایی  $ns^2np^6$  را می‌توان هم به اتم خنثی گاز نجیب، هم به یک آنیون پایدار و هم به یک کاتیون پایدار نسبت داد.

۷۶ | ۴

در عنصرهای واسطه دوره چهارم، یون پایدار اسکاندیم ( $Sc^{3+}$ ) دارای آرایش هشت‌تایی پایدار است.

۷۷ | ۲

در ترکیب  $CoCl_2$ ، فرمول شیمیایی کاتیون به صورت  $Co^{3+}$  است. با توجه به دوره و گروه کبالت که در صورت سؤال داده شده، آرایش الکترونی اتم خنثی آن، به صورت  $3d^7 4s^2 [Ar]_{18}$  است و در نتیجه آرایش الکترونی  $Co^{3+}$  به شکل  $3d^6 [Ar]_{18}$  خواهد بود.

۷۸ | ۱

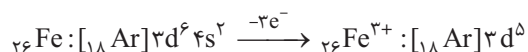
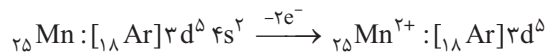
زیرلایه پر  $4s$  در آرایش الکترونی داده شده نشان می‌دهد که این آرایش الکترونی مربوط به یک فلز واسطه خنثی (با عدد اتمی ۲۸) است که در گروه ۱۰ جدول تناوبی جای دارد.

۷۹ | ۴

اگر آرایش الکترونی گونه‌ای به زیرلایه  $d$  ختم شده باشد، فقط می‌توان آن را به یک کاتیون نسبت داد و آرایش الکترونی اتم آن در حالت خنثی به  $s$  یا  $p$  ختم می‌شود، زیرا زیرلایه  $ns$  زودتر از  $(n-1)d$  پر می‌شود. در واقع اگر در آرایش الکترونی گونه‌ای زیرلایه  $(n-1)d$  وجود داشت ولی  $ns$  وجود نداشت، آن‌گونه حتماً الکترون‌های زیرلایه  $ns$  خود را از دست داده و یک یون مثبت است.

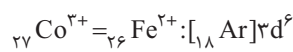
۸۰ | ۲

زیرلایه  $3d^5$  می‌تواند آخرین زیرلایه یون  $Fe^{3+}$  و آخرین زیرلایه یون  $Mn^{2+}$  باشد.



۸۱ | ۱

کاتیون موجود در ترکیب  $CoCl_2$ ،  $Co^{3+}$  است و آرایش الکترونی آن با آرایش الکترونی  $Fe^{2+}$  (کاتیون موجود در  $FeO$ ) یکسان است.



۸۲ | ۳

فقط عبارت (ت) نادرست است.

بررسی همه موارد

(آ) آرایش الکترونی یون  $Cr^{2+}$  به  $3d^4$  ختم می‌شود.

(ب) آرایش الکترونی  $4s^2 4p^6$  را می‌توان هم به یک آنیون پایدار، هم به یک کاتیون پایدار و هم به اتم یک گاز نجیب نسبت داد.

(پ) یون‌های  $K^+$  و  $S^{2-}$  هر دو دارای ۱۸ الکترون هستند و آرایش گاز نجیب  $Ar$  را دارند و آرایش الکترونی آن‌ها به  $3s^2 3p^6$  ختم می‌شود.

(ت) آرایش الکترونی  $3d^1$  را نمی‌توان به آخرین زیرلایه یک اتم خنثی نسبت داد. زیرا زیرلایه  $3d$  همواره بعد از زیرلایه  $4s$  الکترون می‌پذیرد و پس از ورود الکترون، زیرلایه  $3d$  قبل از  $4s$  (از نظر سطح انرژی) قرار می‌گیرد. در نتیجه آرایش الکترونی  $3d^1$  می‌تواند آخرین زیرلایه یک یون فلز واسطه (که الکترون‌های  $4s$  آن جدا شده) باشد، ولی نمی‌تواند آخرین زیرلایه یک اتم خنثی باشد.

۸۳ | ۴

بررسی همه موارد

(آ) اگر زیرلایه آخر گونه‌ای  $3d^5$  باشد، باید الکترون یا الکترون‌های زیرلایه  $4s$  خود را از دست داده باشد، بنابراین حتماً کاتیون است.

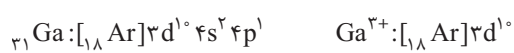
(ب) آرایش الکترونی  $4s^1$  را می‌توان به آخرین زیرلایه سه عنصر  $K$ ،  $Cr$  و  $Cu$  نسبت داد.



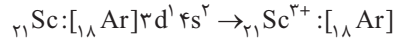
(پ) آرایش الکترونی  $3d^1$  می‌تواند مربوط به لایه آخر  $Cu^+$  یا  $Zn^{2+}$  باشد. (ت) آرایش الکترونی  $p^6$  می‌تواند متعلق به کاتیون، آنیون و یا اتم یک گاز نجیب باشد.

(آ) آرایش الکترونی یون‌های عناصر واسطه گروه‌های ۵ تا ۱۲ به زیرلایه  $d$  ختم می‌شود. عنصرهای اصلی گروه‌های ۱ و ۲ با از دست دادن الکترون و عناصر اصلی گروه‌های ۱۵، ۱۶ و ۱۷ با گرفتن الکترون به آرایش  $ns^2np^6$  می‌رسند. در بین ۳۶ عنصر اول جدول دوره‌ای، تنها عنصر گالیم از تناوب چهارم و گروه ۱۳ است که با از دست دادن ۳ الکترون، آرایش الکترونی کاتیون آن به زیرلایه  $d$  ختم می‌شود.

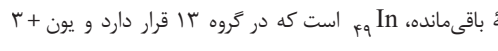
(ب) رایج‌ترین عنصر واسطه دوره چهارم که هنگام تبدیل شدن به یون، به آرایش گاز نجیب می‌رسد،  $Sc$  است.



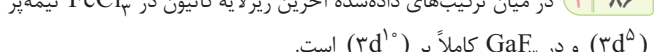
(پ) یون پایدار عنصرهای سلنیم و کلر به ترتیب به صورت  $Se^{2-}$  و  $Cl^-$  می‌باشد.  $Si$  عنصر متعلق به گروه ۱۴ است و در ترکیبات، الکترون به اشتراک می‌گذارد، بنابراین فاقد یون پایدار است.

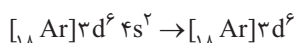
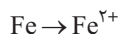


در نتیجه تنها گزینه باقی‌مانده،  $In$  است که در گروه ۱۳ قرار دارد و یون  $3+$  تشکیل می‌دهد:



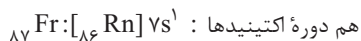
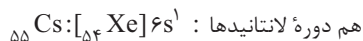
(ب) در میان ترکیب‌های داده شده آخرین زیرلایه کاتیون در  $FeCl_2$  نیمه پر  $(3d^6)$  و در  $GaF_3$  کاملاً پر  $(3d^{10})$  است.





در این فرایند ۲ الکترون از زیر لایه ۴s با  $n+l=4$  جدا می‌گردد. بنابراین مجموع  $n+l$  این دو الکترون برابر با  $4+4=8$  است. مجموع شماره گروه و شماره دوره عنصر  $\text{Fr}$  با آرایش الکترونی  $[\text{Rn}]7s^1$  نیز،  $7+1=8$  می‌باشد.

(ب) دو عنصر  $\text{Cs}$  و  $\text{Fr}$  هم دوره لاتانیدها و اکتینیدها (دسته f) هستند.

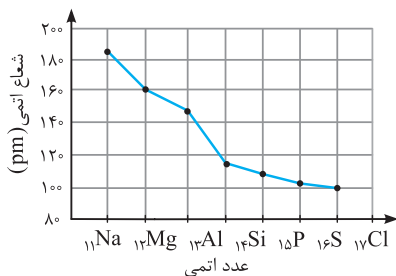


(پ) بین عنصر  $\text{Rb}$  و  $\text{Ge}$  تنها ۴ عنصر وجود دارد.

(ت) عنصری از گروه ۱ جدول تناوبی که کاتیون آن آرایش الکترونی مشابه با  $\text{Ar}$  دارد، عنصر  $\text{K}$  است.

۹۲ | ۲ عبارت‌های (آ) و (پ) درست هستند.

#### بررسی همه موارد

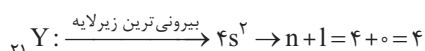
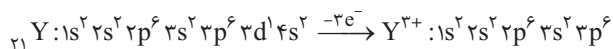
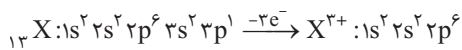


(آ) نمودار تغییر شعاع اتمی در دوره سوم جدول دوره‌ای به صورت مقابل است. همان‌طور که دیده می‌شود، شیب نمودار در مورد نافلزها کم‌تر از فلزهاست.

(ب) آرایش الکترونی  $\text{Cr}$  به صورت:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$  می‌باشد. در نتیجه آرایش الکترونی  $\text{Cr}^{2+}$  به صورت:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4$  خواهد بود که در آن  $l=2$  یعنی زیرلایه d دارای ۴ الکترون است.

(پ) آرایش الکترونی  $3d^6$  را می‌توان به آخرین زیرلایه  $\text{Fe}^{2+}$  و  $\text{Co}^{3+}$  نسبت داد. (ت) آرایش الکترونی  $\text{Cu}$  به صورت:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$  می‌باشد. بنابراین آرایش الکترونی  $\text{Cu}^{2+}$  به صورت:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9$  است. یعنی یکی از الکترون‌ها از زیرلایه  $4s$  ( $n+l=4$ ) و دیگری از زیرلایه  $3d$  ( $n+l=5$ ) جدا می‌شود.

۹۳ | ۲ اتم هر دو عنصر با تبدیل شدن به یون  $3+$  به آرایش گاز نجیب می‌رسند و قاعده هشت‌تایی را رعایت می‌کنند.

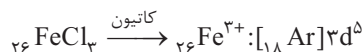
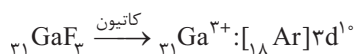


عنصر  $\text{X}$  دارای ۱ الکترون در  $3p$  است ولی  $\text{Y}$  دارای ۲ الکترون در  $4s$  می‌باشد. بنابراین فقط در مورد (۲) مشابه نیستند.

۹۴ | ۲ در عنصرهای دسته d، زیرلایه nd در حال پُر شدن است و قبل از آن زیرلایه  $(n-1)s$  الکترون گرفته است. آرایش موجود در گزینه (۲)، به صورت  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$  می‌باشد که مربوط به اتم  $\text{Zn}$  است.

۹۵ | ۴ وجود ترکیب‌ها یا یون‌های فلزهای واسطه در سنگ‌ها یا شیشه، می‌تواند

سبب ایجاد رنگ شود. در میان ۴ گزینه داده شده، تنها  $\text{X}$  که متعلق به گروه ۸ جدول دورهای است فلز واسطه می‌باشد.



۸۷ | ۴ در دوره چهارم، اتم عنصرهای  ${}_{24}\text{Cr}: [\text{Ar}]3d^5 4s^1$  و

${}_{34}\text{Se}: [\text{Ar}]3d^10 4s^2 4p^4$  دارای ۶ الکترون ظرفیتی هستند. هم‌چنین آرایش الکترونی سه یون  ${}_{29}\text{Cu}^+$ ،  ${}_{30}\text{Zn}^{2+}$  و  ${}_{31}\text{Ga}^{3+}$  به زیرلایه  $3d^10$  ختم می‌شود.

۸۸ | ۳ در دوره چهارم جدول تناوبی، اتم‌های ۵ عنصر واقع در گروه‌های ۱، ۶، ۷، ۸ و ۹ زیرلایه نیمه‌پُر دارند.

فلزها تمایل به از دست دادن الکترون دارند. بنابراین ۴ عنصر متعلق به گروه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ این‌گونه هستند. ضمناً آرایش الکترونی یون‌های تک‌اتمی عنصرهای گروه‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ مشابه گازهای نجیب نیست.

۸۹ | ۲ فقط اولین عبارت درست است.

اگر یون تک‌اتمی  $\text{M}^{2+}$  دارای ۲۵ الکترون باشد، اتم  $\text{M}$  دارای ۲۷ الکترون است. بنابراین آرایش الکترونی آن به صورت  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$  است.

#### بررسی همه موارد

این عنصر در گروه  $9=2+7$  و دوره ۴ قرار دارد.

آخرین لایه الکترونی عنصر  $\text{M}$  لایه چهارم است که تنها دارای ۲ الکترون است.

زیرلایه  $3d$  این عنصر با ۷ الکترون اشغال شده است.

مجموع تعداد الکترون‌های با  $l=0$  یعنی الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های s آن، برابر  $8=2 \times 4$  است.

۹۰ | ۲ عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

آرایش الکترونی  $\text{M}$  به صورت زیر است.



#### بررسی عبارت‌ها

(آ) آرایش  $\text{M}^{2+}$  و عنصر  $\text{X}$  از گروه پنجم و دوره چهارم به صورت زیر است:



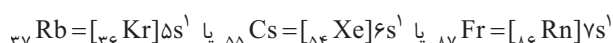
(ب) عنصر  $\text{M}$  فلز واسطه است که واکنش‌پذیری آن از فلزات گروه ۱ و ۲ کمتر است. (پ) تعداد الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های s، در اتم  $\text{M}$  یکی بیشتر از اتم قبل از خود است.



(ت) نزدیک‌ترین عنصر شبه فلزی به  $\text{M}$ ، عنصر  $\text{Ge}$  است که بین این دو عنصر ۶ عنصر دیگر وجود دارد.

۹۱ | ۳ عبارت‌های آ، ب و پ می‌توانند درست باشند.

گاز نجیب دسته s،  $\text{He}$  می‌باشد که دارای ۲ پروتون است. بنابراین عنصر  $\text{M}$  دارای ۲ الکترون در زیرلایه  $4s$  خود است. از آنجایی که عنصر  $\text{M}$  متعلق به گروه ۱ جدول تناوبی است، نمی‌تواند متعلق به دوره چهارم جدول باشد. بنابراین یکی از عنصر زیر است.



توجه داشته باشید که گازهای نجیب  $\text{Kr}$ ،  $\text{Xe}$  و  $\text{Rn}$  در آرایش الکترونی خود دارای زیرلایه  $2$  الکترونی  $4s^2$  هستند.

#### بررسی عبارت‌ها

(آ) اتم آهن هنگام تبدیل شدن به یون  $\text{Fe}^{2+}$ ، ۲ الکترون از زیرلایه  $4s$  از دست می‌دهد.



۹۶ | ۲ | بررسی گزینه‌ها

(۱) در عنصر ۲۳، بیرونی‌ترین زیرلایه، نیمه‌پر نیست و گزینه (۱) حذف می‌شود.  
 ${}_{23}X: [Ar] 3d^5 4s^2$   
 (۲) عنصر ۲۴، کروم است. یون  $2+$  آن دارای آرایش  $[Ar] 3d^4$  است و شرایط ذکر شده را دارد.

(۳) با توجه به فرمول  $XSO_4$ ،  $X$  در این ترکیب به صورت  $X^{2+}$  وجود دارد.  
 ${}_{29}X: [Ar] 3d^1 4s^2 \rightarrow {}_{29}X^{2+}: [Ar] 3d^0$   
 بنابراین تعداد الکترون‌های زیرلایه آخر این یون از تعداد الکترون‌های لایه دوم (۸) بیشتر است و این گزینه نیز حذف می‌شود.

(۴) عنصری واسطه می‌باشد، چون نمک سولفات آن رنگی است. بنابراین این گزینه که نشان‌دهنده عنصری از گروه ۲ است، حذف می‌شود.  
 عبارتهای (ب) و (پ) درست هستند.

۹۷ | ۲ | بررسی همه موارد

(آ) وجود رنگ در ترکیب‌های حاوی فلزهای واسطه به خاطر وجود کاتیون آن‌هاست نه فلز خنثی.  
 (ب) کاتیون فلز واسطه‌ای که در تلویزیون رنگی و برخی شیشه‌ها وجود دارد،  $Sc^{3+}$  است که دارای آرایش گاز نجیب  $Ar$  ۱۸ است.

${}_{21}Sc: [Ar] 3d^1 4s^2 \xrightarrow{-3e^-} {}_{21}Sc^{3+}: [Ar]$   
 (پ) یکی از فلزهای واسطه معروفی که در تبدیل شدن به کاتیون، به آرایش پایدار گاز نجیب می‌رسد،  $Sc$  ۲۱ است. اغلب فلزهای واسطه، با تشکیل کاتیون به آرایش گاز نجیب دست نمی‌یابند.

(ت) فلزهای واسطه در طبیعت بیشتر به صورت ترکیب‌های اکسید و کربنات وجود دارند ولی ترکیب‌های دیگر مانند سولفید و ... نیز از آن‌ها وجود دارد.

۹۸ | ۱ | (آ) فضاوردان در معرض پرتوهای شدید خورشیدی هستند. به همین دلیل برای جلوگیری از گرما در لباس آن‌ها از طلا استفاده می‌گردد. هم‌چنین برای جلوگیری از آسیب پوست و چشم‌ها در ساخت شیشه جلوی صورت آن‌ها از طلا استفاده می‌شود. (ب) استفاده از طلا در معماری اسلامی برای روکش کردن گنبدها و گلدسته‌ها به سه دلیل است:

- ۱) نرمی و چکش‌خواری بسیار زیاد طلا که باعث می‌شود تا بتوان چند گرم از آن را به صفحه‌ای با مساحت چند متر تبدیل کرد.
- ۲) زیبایی و درخشندگی
- ۳) واکنش ندادن با گازهای هواکره و واکنش‌پذیری بسیار کم این فلز

۹۹ | ۴ | بررسی گزینه‌ها

(۱) طلا نیز مانند فلزهای دیگر چکش‌خوار است و در اثر ضربه خرد نمی‌شود؛ بلکه تغییر شکل می‌دهد.

(۲) طلا فلزی است که با اکسیژن هوا واکنش نمی‌دهد؛ از این‌رو در طبیعت به شکل آزاد و به صورت کلوخه‌ها یا رگه‌های زردرنگ یافت می‌شود.

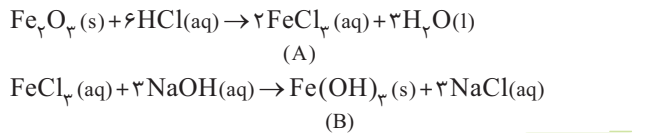
(۳) در تولید طلای مورد نیاز برای ساخت ۱ عدد حلقه عروسی، حدود ۳ تن پسماند تولید می‌شود.

(۴) یکی از ویژگی‌های مهم طلا رسانایی الکتریکی زیاد و حفظ آن در دمای بالا است.

علاوه بر فلز طلا، فلزهای دیگری مانند پلاتین، نقره و مس نیز در طبیعت به شکل آزاد وجود دارند.

۱۰۰ | ۲ |

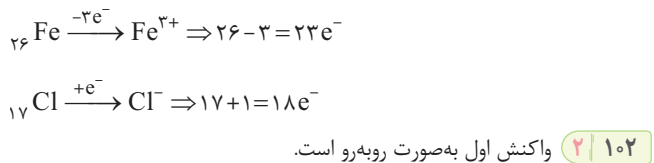
عبارتهای (آ) و (ب) درست هستند. با توجه به این‌که میخ زنگ‌زده حاوی  $Fe_3O_4$  است، واکنش‌های انجام‌شده به صورت زیر هستند:



بررسی همه موارد

(آ) کاتیون ترکیب A، همان یون  $Fe^{3+}$  است. با توجه به آرایش الکترونی آهن، آرایش الکترونی یون  $3+$  آن را می‌نویسیم:

${}_{26}Fe: [Ar] 3d^6 4s^2 \xrightarrow{-3e^-} Fe^{3+}: [Ar] 3d^5$   
 (ب) برای تشکیل ۱ مول از ترکیب  $Fe(OH)_3$ ، تعداد ۳ مول الکترون از آهن جدا شده و برای تشکیل ۳ مول  $OH^-$  استفاده می‌شود.  
 (پ)  $Fe(OH)_3$  رسوب قهوه‌ای مایل به قرمز است.  
 (ت) در ترکیب  $FeCl_3$  تفاوت شمار الکترون‌های کاتیون و آنیون برابر ۵ است.



۱۰۲ | ۲ |

$Fe_3O_4 + 6HCl \rightarrow 2FeCl_3 + 2H_2O$   
 در این مرحله مقدار HCl مورد نیاز به صورت زیر تعیین می‌شود.  
**روش کسر تبدیل:**

$$? \text{ mol HCl} = \frac{3/2 \text{ g Fe}_3\text{O}_4}{160 \text{ g Fe}_3\text{O}_4} \times \frac{6 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Fe}_3\text{O}_4}$$

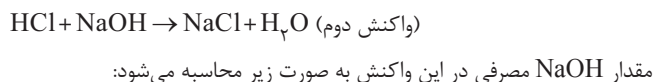
$$= 0.12 \text{ mol HCl}$$

روش تناسب:

$$\frac{\text{گرم آهن(III) اکسید}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول HCl}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{3/2 \text{ g Fe}_3\text{O}_4}{1 \times 160} = \frac{x \text{ mol HCl}}{6}$$

$$\Rightarrow x = 0.12 \text{ mol HCl}$$

با وجود این‌که ۰/۱۲ مول HCl مورد نیاز بوده اما ۰/۲۴ مول HCl در محلول اسید وجود دارد، در نتیجه ۰/۱۲ مول HCl باقی می‌ماند. بنابراین ابتدا مقداری از NaOH با HCl باقی‌مانده واکنش می‌دهد.



روش کسر تبدیل:

$$? \text{ g NaOH} = 0.12 \text{ mol HCl} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol HCl}} \times \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}}$$

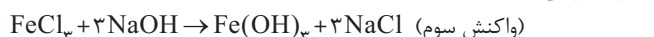
$$= 4.8 \text{ g NaOH}$$

روش تناسب:

$$\frac{\text{گرم سدیم هیدروکسید}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول HCl}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x \text{ g NaOH}}{1 \times 40} = \frac{0.12 \text{ mol HCl}}{1}$$

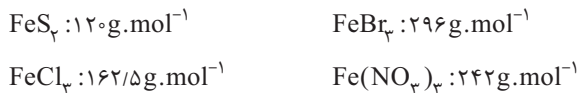
$$\Rightarrow x = 4.8 \text{ g NaOH}$$

با افزایش NaOH برای تولید رسوب قهوه‌ای - قرمز رنگ، یعنی  $Fe(OH)_3$  واکنش سوم انجام می‌گیرد:

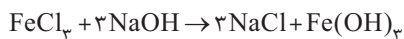
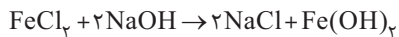




در تمامی موارد نسبت تعداد مول نمک آهن دار مصرفی به تعداد مول  $\text{Fe(OH)}_3$  یک به یک است. بنابراین نمکی که جرم مولی کمتری داشته باشد، جرم کمتری از آن مصرف می‌شود. جرم مولی ۴ نمک داده شده به صورت زیر است:



واکنش‌های انجام شده به صورت زیر است: (۲ | ۱۰۶)



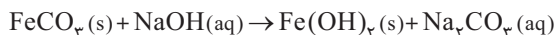
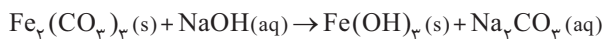
ابتدا سهم هر نمک را در مخلوط تعیین می‌کنیم. اگر مقدار  $\text{FeCl}_3$  را  $x$  مول و مقدار  $\text{FeCl}_3$  را  $y$  مول در نظر بگیریم، مطابق معادله‌های فوق، در واکنش اول،  $2x$  مول  $\text{NaOH}$  و در واکنش دوم،  $3y$  مول  $\text{NaOH}$  مصرف می‌شود.

$$\left. \begin{aligned} x + y &= 5 \\ 2x + 3y &= 12 \end{aligned} \right\} \Rightarrow y = 2 \text{ و } x = 3$$

رسوب قرمز قهوه‌ای همان  $\text{Fe(OH)}_3$  است، بنابراین ۲ مول از این ترکیب تولید می‌شود. جرم این مقدار  $\text{Fe(OH)}_3$  را به دست می‌آوریم.

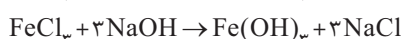
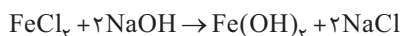
$$? \text{ g Fe(OH)}_3 = 2 \text{ mol Fe(OH)}_3 \times \frac{107 \text{ g Fe(OH)}_3}{1 \text{ mol Fe(OH)}_3} = 214 \text{ g Fe(OH)}_3$$

ترکیب آهن با کربنات به دو صورت  $\text{FeCO}_3$  و  $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$  وجود دارد و واکنش آن‌ها با  $\text{NaOH}$  به صورت زیر است:



$\text{Fe(OH)}_3$  رسوب قرمز قهوه‌ای است. بنابراین در ابتدا  $\text{Fe(OH)}_3$  تولید و سپس توسط اکسیژن موجود در هوا به  $\text{Fe(OH)}_3$  یعنی رسوب قرمز قهوه‌ای تبدیل شده است.

واکنش‌های انجام شده به صورت زیر است. (۲ | ۱۰۸)



تعداد مول‌های  $\text{FeCl}_3$  را برابر با  $a$  و تعداد مول‌های  $\text{FeCl}_3$  را برابر با  $b$  در نظر می‌گیریم.

$$\left. \begin{aligned} a + b &= 30 \\ 2a + 3b &= 72 \end{aligned} \right\} \Rightarrow a = 18, b = 12$$

بنابراین مخلوط شامل ۱۲ مول  $\text{FeCl}_3$  و ۱۸ مول  $\text{FeCl}_3$  است. اکنون آرایش الکترونی  $\text{Fe}^{2+}$  و  $\text{Fe}^{3+}$  را می‌نویسیم:



$\text{Fe}^{3+}$  موجود در  $\text{FeCl}_3$  دارای زیرلایه نیمه پُر است. بنابراین خواهیم داشت:

$$100 \times \frac{\text{تعداد مول FeCl}_3}{\text{تعداد مول مخلوط}} = \text{درصد در FeCl}_3 \text{ در مخلوط اولیه}$$

$$= \frac{12 \text{ mol FeCl}_3}{30 \text{ mol مخلوط}} \times 100 = 40\%$$

(۳ | ۱۰۹)

منظور از فعالیت فلزها، تمایل و قدرت آن‌ها در از دست دادن الکترون و تبدیل شدن به کاتیون است. این میزان فعالیت، واکنش پذیری فلزها را نیز نشان می‌دهد.

قدرت واکنش پذیری:



با توجه به این که تولید ۴/۲۸ گرم  $\text{Fe(OH)}_3$  مورد نظر است، مقدار  $\text{NaOH}$  واکنش دوم را نیز تعیین می‌کنیم.

روش کسر تبدیل:

$$? \text{ g NaOH} = 4/28 \text{ g Fe(OH)}_3 \times \frac{1 \text{ mol Fe(OH)}_3}{107 \text{ g Fe(OH)}_3} \times \frac{3 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol Fe(OH)}_3} \times \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = 4/8 \text{ g NaOH}$$

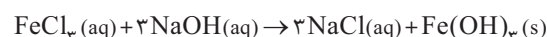
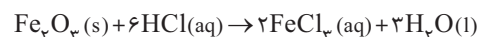
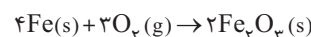
روش تناسب:

$$\frac{\text{جرم سدیم هیدروکسید}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم آهن (III) هیدروکسید}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

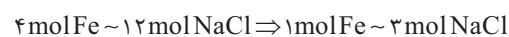
$$\Rightarrow \frac{4/28 \text{ g Fe(OH)}_3}{1 \times 107} = \frac{x \text{ g NaOH}}{3 \times 40} \Rightarrow x = 4/8 \text{ g NaOH}$$

بنابراین در مجموع واکنش‌های دوم و سوم، ۹/۶ گرم  $\text{NaOH}$  مصرف می‌شود.

واکنش‌های انجام شده به ترتیب زیر می‌باشند. (۲ | ۱۰۳)



با توجه به ضریب‌های استوکیومتری و این که در محلول نهایی تنها  $\text{NaCl}$  به شکل یون‌های  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  در محلول وجود دارد، نسبت مول آهن مصرفی به سدیم کلرید تولیدی را به دست می‌آوریم. برای یکسان شدن ضریب مواد مشترک، ضریب‌های واکنش دوم در ۲ و ضریب‌های واکنش سوم در ۴ ضرب می‌شود.



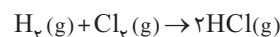
اکنون تعداد یون‌های ایجاد شده در محلول نهایی یعنی  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  را حساب می‌کنیم:

$$\frac{\text{مول سدیم کلرید}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم آهن}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

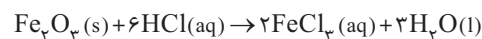
$$\Rightarrow \frac{1/2 \text{ g Fe}}{1 \times 56} = \frac{x \text{ mol NaCl}}{3} \Rightarrow x = 0/6 \text{ mol NaCl}$$

هر واحد از  $\text{NaCl}$  شامل دو یون ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ) می‌باشد، بنابراین شمار یون‌های ایجاد شده در محلول برابر با  $1/2 \text{ mol}$  است.

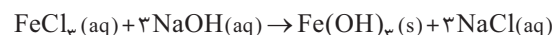
واکنش تهیه اسید از کلر و هیدروژن به صورت زیر است: (۱ | ۱۰۴)



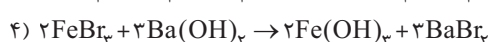
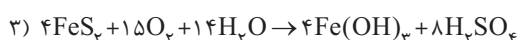
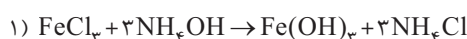
بر اثر نشت گاز  $\text{HCl}$  و وارد شدن به جو اطراف کارخانه، هنگام بارش باران مقداری از  $\text{HCl}$  گازی به صورت  $\text{HCl}(aq)$  درآمده و در ظرف آهنی زنگ‌زده با زنگ آهن وارد واکنش زیر می‌گردد:



اگر به این محلول، سود ( $\text{NaOH}$ ) اضافه نماییم، باعث تولید رسوب قرمز رنگ  $\text{Fe(OH)}_3$  می‌گردد.

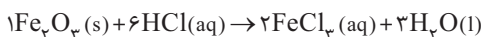


رسوب آهن‌دار به رنگ قرمز قهوه‌ای، همان  $\text{Fe(OH)}_3$  می‌باشد. واکنش‌ها را کامل و موازنه می‌کنیم: (۳ | ۱۰۵)





ت) ماده E ترکیب HCl است که از واکنش  $Cl_2$  با هیدروژن در دمای اتاق به دست می آید. (کلر در دمای اتاق به آرامی با هیدروژن واکنش می دهد).



۱۱۴ | ۴ هر چه فلز فعال تر باشد، میل بیشتری به ایجاد ترکیب دارد و ترکیب هایش

از خودش پایدارتر است. از طرفی، هر چه فلز واکنش پذیری بیشتری داشته باشد، استخراج آن دشوارتر است.

۱۱۵ | ۲ واکنش های (آ) و (ب) به صورتی که نوشته شده اند انجام نمی گیرند. در مورد

واکنش (آ) باید در نظر بگیریم که فعالیت شیمیایی سدیم (Na) از کربن (C) بیشتر است و در نتیجه کربن نمی تواند سدیم را از ترکیبش خارج کند. در مورد واکنش (ب) باید گفت؛ چون فعالیت Ti از Fe بیشتر است، واکنش به صورتی که نوشته شده انجام می گیرد.

۱۱۶ | ۴ فلز نقره نسبت به آهن واکنش پذیری کمتری دارد و نمی توان برای استخراج

آهن موجود در  $Fe_2O_3$ ، از نقره استفاده کرد.

۱۱۷ | ۴ عبارات (ب)، (ت)، (پ) و (ث)، نادرست هستند.

#### بررسی همه موارد

(آ) این عبارت درست است ولی به خاطر داشته باشید که به علت دسترسی آسان تر و صرفه اقتصادی بیشتر معمولاً از کربن استفاده می شود.

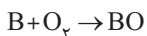
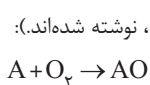
(ب) به طور کلی در هر واکنش شیمیایی که به طور طبیعی انجام می شود، واکنش پذیری فراورده ها از واکنش دهنده ها، کم تر است.

(پ) منیزیم هیدروکسید ( $Mg(OH)_2$ ) یک ترکیب نامحلول در آب است و در اثر وارد شدن به آب، یون  $OH^-$  تولید نمی کند. بنابراین از  $Mg(OH)_2$  نمی توان برای شناسایی یون  $Fe^{3+}$  استفاده کرد.

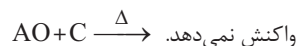
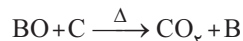
(ت) با آن که وجود نمونه هایی از فلز پلاتین در طبیعت گزارش شده است ولی در میان فلزها، تنها طلا به شکل کلوخه یا رگه، لابه لای خاک یافت می شود.

(ث) انتخاب بین سدیم و کربن برای استخراج آهن از  $Fe_2O_3$ ، بر اساس ویژگی هایی است که در توضیح عبارت (آ) گفته شد.

۱۱۸ | ۴ واکنش فلزها با اکسیژن، تولید اکسید فلزی می کند. بنابراین واکنش های



واکنش اکسید این دو فلز با کربن به صورت زیر خواهد بود:



بنابراین فلز A واکنش پذیرتر از عنصر کربن است ولی فلز B واکنش پذیری کمتری از کربن دارد.

$A > B$  کربن: واکنش پذیری

#### بررسی گزینه ها

(۱) فلزی که فعال تر است، با مواد دیگر سریع تر واکنش می دهد. بنابراین نگهداری آن دشوارتر است.

(۲) هرچه فلز فعال تر باشد برای تبدیل شدن به کاتیون تمایل بیشتری دارد.

(۳) اگر فلز D را با براده حاصل از فلز B (یعنی ترکیب BO) حرارت دهیم و واکنشی انجام نگیرد، می توان نتیجه گرفت فلز B فعال تر از فلز D است. یعنی ترتیب واکنش پذیری این سه فلز به صورت  $A > B > D$  است، از طرفی هر چه واکنش پذیری فلزی بیشتر باشد، استخراج آن فلز دشوارتر است.

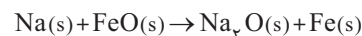
هر چه یک فلز واکنش پذیرتر (الکترون دهنده تر) باشد ترکیبات آن، پایدارتر و استخراج آن، دشوارتر است. در بین ۴ فلز داده شده، Na از بقیه واکنش پذیرتر و استخراج آن سخت تر است.

۱۱۰ | ۳ فقط عبارات (آ) و (ب) درست هستند.

#### بررسی عبارات

(آ) هر چه واکنش پذیری فلزی بیشتر باشد، تمایل آن به تشکیل ترکیب بیشتر و استخراج آن دشوارتر است.

(ب) واکنش پذیری هر عنصر به معنای تمایل اتم آن به انجام واکنش شیمیایی است. (پ) واکنش پذیری شیمیایی Na از Fe بیشتر است و واکنش به صورت زیر انجام می شود:

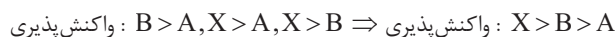


واکنش پذیری بیشتر پایدارتر

(ت) واکنش پذیری شیمیایی C از Na کم تر است و میان  $Na_2O$  و C واکنشی به طور خودبه خودی انجام نمی شود. بنابراین واکنش پذیری واکنش دهنده ها نسبت به فراورده های فرضی واکنش کم تر است.

۱۱۱ | ۱ با توجه به واکنش های a، b و c می توان واکنش پذیری و پایداری یون

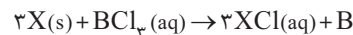
عنصرهای A، B و X را به صورت زیر نوشت:



بر این اساس گزینه (۲) نادرست است. اکنون گزینه های ۱، ۳، ۴ را بررسی می کنیم.

#### بررسی سایرگزینه ها

(۱) با توجه به واکنش پذیری بیشتر X نسبت به B و با در نظر گرفتن واکنش زیر، فراورده ها نسبت به واکنش دهنده ها پایدارتر هستند.

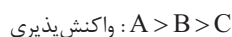


(۳) فرمول ترکیب کربنات عنصر X به صورت  $X_2CO_3$  و نسبت شمار کاتیون به آنیون در آن برابر ۲ است.

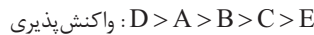
(۴) با توجه به واکنش پذیری بیشتر عنصر B نسبت به A، عنصر A به طور طبیعی با هیدروکسید B واکنش نمی دهد.

۱۱۲ | ۲ در هر واکنش شیمیایی که به طور طبیعی انجام می شود، واکنش پذیری

فراورده ها از واکنش دهنده ها کم تر است. بنابراین با توجه به دو واکنش (I) و (II)، مقایسه واکنش پذیری A، B و C به صورت زیر است.



با توجه به مطلب بیان شده در صورت سؤال، مقایسه واکنش پذیری به صورت زیر می شود.

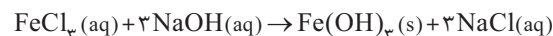


با توجه به این که فلز واکنش پذیرتر می تواند فلز با واکنش پذیری کم تر را از ترکیب آن آزاد کند، واکنش های a و b انجام نمی شوند.

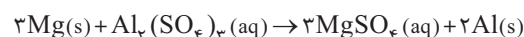
۱۱۳ | ۲ عبارات (آ) و (ت) درست هستند.

#### بررسی همه موارد

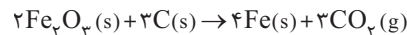
(آ) در واکنش (۱)، فراورده جامد،  $Fe(OH)_3$  است که رنگ قهوه ای (مایله به قرمز) دارد.



(ب) به جای X در واکنش دوم، باید یک عنصر با فعالیت (قدرت الکترون دهی) کم تر از Al قرار گیرد تا واکنش انجام نشود. فلز Mg واکنش پذیرتر از Al است.



(پ) هر چند واکنش  $Fe_2O_3$  هم با کربن مونوکسید و هم با کربن، منجر به تولید آهن و  $CO_2$  می شود، ولی در واکنش داده شده با توجه به ضرایب استوکیومتری فقط کربن می تواند قرار گیرد.

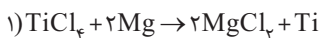




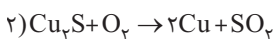


۱ | ۱۲۴ واکنش (۱) در صورتی انجام پذیر است که S واکنش پذیرتر از اکسیژن باشد. با توجه به جایگاه این دو عنصر در جدول دوره‌ای و با توجه به این نکته که در نافلزهای یک گروه، نافلز بالاتر، فعال‌تر است، واکنش پذیری S، کم‌تر از O است و واکنش (۱) به طور طبیعی انجام نمی‌شود.

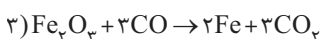
۲ | ۱۲۵ واکنش کامل و موازنه شده هر چهار گزینه به صورت زیر است:



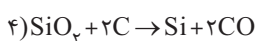
$$\frac{\text{مجموع ضرایب فرآورده‌ها}}{\text{مجموع ضرایب واکنش دهنده‌ها}} = \frac{2+1}{2+1} = 1$$



$$\frac{\text{مجموع ضرایب فرآورده‌ها}}{\text{مجموع ضرایب واکنش دهنده‌ها}} = \frac{2+1}{2} = \frac{3}{2} = 1.5$$



$$\frac{\text{مجموع ضرایب فرآورده‌ها}}{\text{مجموع ضرایب واکنش دهنده‌ها}} = \frac{2+3}{3+1} = \frac{5}{4} = 1.25$$



$$\frac{\text{مجموع ضرایب فرآورده‌ها}}{\text{مجموع ضرایب واکنش دهنده‌ها}} = \frac{2+1}{2+1} = 1$$

۱ | ۱۲۶ سیلیسیم عنصر اصلی سازنده سلول‌های خورشیدی است که از واکنش زیر تهیه می‌شود:



۳ | ۱۲۷ با توجه به واکنش پذیری ۴ فلز Mg، Fe، Ag و Na، واکنش‌ها به صورت زیر است:



نقره + نمک آهن → آهن + نمک نقره: لوله (۱)

آهن + نمک سدیم → سدیم + نمک آهن: لوله (۲)

واکنش نمی‌دهد → منیزیم + نمک سدیم: لوله (۳)

بنابراین در لوله سوم، فلز منیزیم و نمک سدیم، بدون انجام واکنش باقی می‌مانند.

۴ | ۱۲۸ از واکنش  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  با Al و Ti می‌توان نتیجه گرفت که دو فلز Al و Ti واکنش پذیرتر از Fe هستند، زیرا توانایی جانشینی Fe را داشته‌اند.

هم‌چنین از شیمی سال دهم می‌دانیم Al در برابر خوردگی با ایجاد لایه مقاوم  $\text{Al}_2\text{O}_3$  مقاومت می‌کند. در تمرین‌های دوره‌ای بخش کتاب درسی یازدهم نیز تیتانیوم، فلزی مقاوم در برابر خوردگی معرفی شده است.

۳ | ۱۲۹ تنها عبارت (پ) نادرست است.



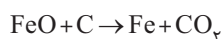
بررسی عبارت‌ها

۱) در واکنش انجام شده،  $\text{Fe}^{3+}$  به اتم آهن خنثی تبدیل می‌شود.



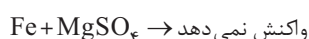
در این فرایند دو الکترون به زیرلایه ۴s و یک الکترون به زیرلایه ۳d اضافه می‌شود. بنابراین مجموع  $n+1$  الکترون‌های هر یون آهن  $13 = 2(4+0) + (3+2)$  واحد افزایش می‌یابد.

ب) واکنش آهن (II) اکسید با کربن مونوکسید به صورت زیر است.



این واکنش فرآورده‌هایی یکسان با واکنش آهن (III) اکسید با کربن دارد.

پ) Mg فلزی فعال‌تر از Fe است. بنابراین واکنش زیر انجام نمی‌گیرد.

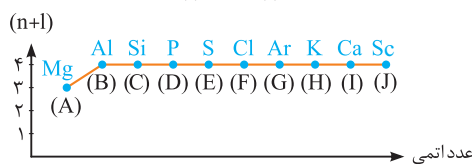


۴) اگر فلز A نتواند با BO واکنش دهد، یعنی واکنش پذیری A کم‌تر از B است که با اطلاعات داده شده، متناقض است.

۱ | ۱۱۹ با توجه به مقایسه واکنش پذیری فلزها و واکنش پذیری کم‌تر Cu از Al، فلز مس نمی‌تواند آلومینیم را از ترکیبش خارج کند و به جای آن قرار گیرد.

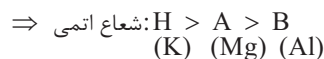
۴ | ۱۲۰ هر چهار مقایسه صورت گرفته درست است.

با توجه به نمودار  $n+1$  آخرین زیرلایه عنصر A برابر با ۳ است. بنابراین آخرین زیرلایه عنصر A می‌تواند ۳p یا ۳s باشد. با توجه به اینکه عنصر بعدی آن یعنی B دارای بیرونی‌ترین زیرلایه با  $n+1$  برابر ۴ است، آخرین زیرلایه B می‌تواند ۴s یا ۴p باشد. بنابراین تنها حالت ممکن برای عنصرهای A و B این است که آخرین زیرلایه A به صورت  $3s^2$  و آخرین زیرلایه B به صورت  $3p^1$  باشد. بر این اساس عنصرهای A تا J، از  ${}_{12}\text{Mg}$  تا  ${}_{21}\text{Sc}$  هستند.



بررسی عبارت‌ها

۱) در جدول دوره‌ای، اندازه شعاع اتمی از چپ به راست کاهش و از بالا به پایین افزایش می‌یابد.



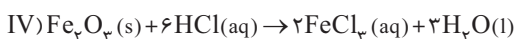
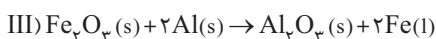
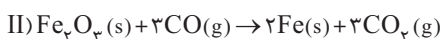
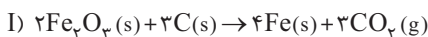
ب) هالوژن‌ها نافلزهایی فعال هستند اما گازهای نجیب تمایلی به انجام واکنش‌های شیمیایی ندارند. بنابراین مقایسه واکنش پذیری کلر و آرگون به صورت  $\text{Cl} > \text{Ar}$  است.

پ) به طور کلی هر چه عنصری واکنش پذیرتر باشد، استخراج آن از سنگ معدن دشوارتر است. پتاسیم فلز قلیایی است که واکنش پذیری بیشتری از اسکاندیم دارد.

ت) شبه فلزی با رسانایی الکتریکی کم است، در صورتی که P ۱۵ نافلز و نارسانا است. بنابراین مقایسه رسانایی الکتریکی این دو عنصر به صورت  $\text{C} > \text{D}$  است.

۱ | ۱۲۱ در واکنش محلول  $\text{FeCl}_2(\text{aq})$  با محلول  $\text{NaOH}(\text{aq})$ ، حالت فیزیکی فرآورده  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  جامد است نه محلول؛ توجه داشته باشید که  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  یکی از ترکیب‌های رسوب (نامحلول در آب) است. بنابراین فقط واکنش موجود در مورد (ب) به صورتی که نوشته شده، انجام نمی‌گیرد.

۲ | ۱۲۲ واکنش‌های موازنه شده به صورت زیر می‌باشند:



با توجه به این که مقدار  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  در هر یک از واکنش‌ها برابر ۲ مول است، در واکنش اول ۳ مول  $\text{CO}_2(g)$  و در واکنش دوم ۶ مول  $\text{CO}_2(g)$  تولید می‌شود که این دو مقدار، در مورد قسمت دوم سؤال یعنی تعداد مول ترکیب اکسیژن دار نیز باید شمارش شود. برای قسمت دوم سؤال، علاوه بر ۹ مول  $\text{CO}_2(g)$  که از واکنش‌های اول و دوم حاصل می‌شود، ۲ مول  $\text{Al}_2\text{O}_3$  در واکنش سوم و ۶ مول  $\text{H}_2\text{O}$  در واکنش چهارم نیز تولید می‌شود. بنابراین در مجموع ۱۷ مول ترکیب اکسیژن دار حاصل می‌شود.

۲ | ۱۲۳ واکنش‌های (پ) و (ت) در جهتی که نوشته شده‌اند، انجام نمی‌شوند.

بنابراین می‌توان گفت مواد سمت چپ در این دو فرایند پایدارتر و مواد سمت راست واکنش پذیرتر هستند.