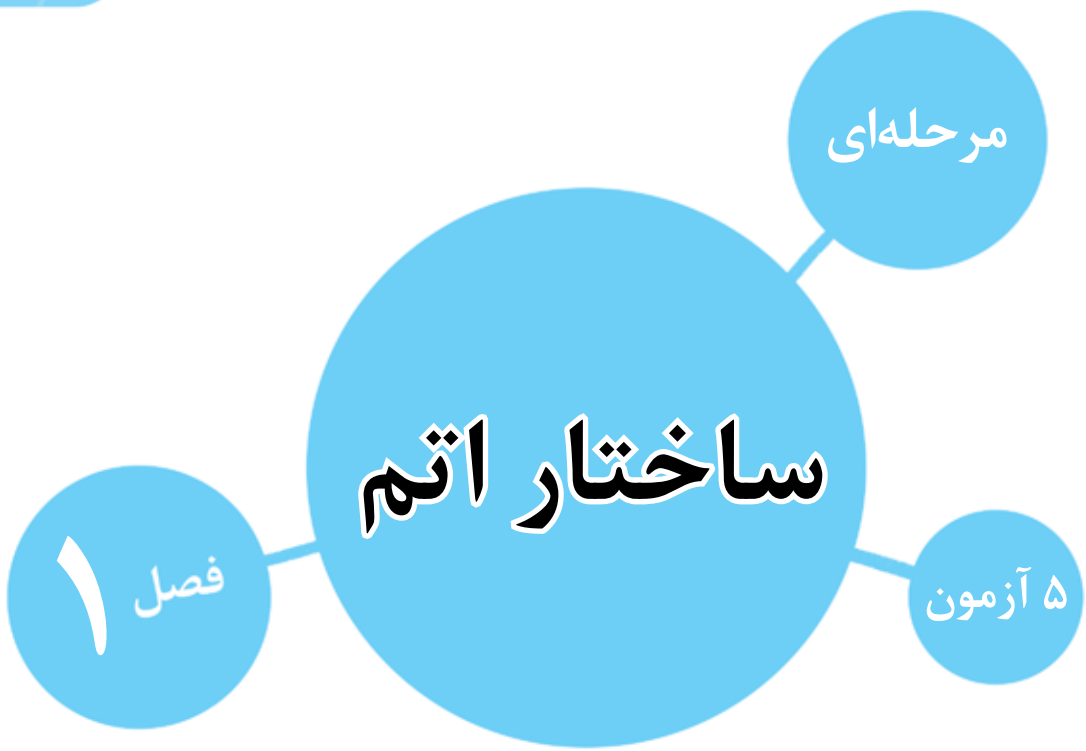


موضوع سؤال	سال برگزاری کنکور و تعداد سؤال					
	ریاضی ۹۴	تجربی ۹۴	ریاضی ۹۳	تجربی ۹۳	ریاضی ۹۲	تجربی ۹۲
مدل‌های اتمی دالتون، تامسون و رادرفورد	–	۱	–	–	–	–
ذرات زیراتمی و جرم اتمی	۱	–	۱	–	۱	–
مدل اتمی بور و طیف نشری	–	–	۱	۱	–	۱
مدل کوانتومی و آرایش الکترونی	–	۱	۱	۱	۱	۱
انرژی نخستین یونش یک اتم	۱	–	–	–	–	–
مجموع	۲	۲	۳	۲	۲	۲

با توجه به جدول بالا ملاحظه می‌کنید که سهم سؤالات این فصل از ۳۵ سؤال کنکور، بین ۲ تا ۳ تست می‌باشد.

مواردی که باید در این فصل بیش‌تر به آن توجه داشته باشید، عبارتند از:

- ۱- مدل‌های اتمی و فعالیت علمی مربوط به هر دانشمند را به خوبی حفظ کنید.
- ۲- به عددهای کوانتومی، کاربرد و محدوده آن‌ها مسلط باشید.
- ۳- نحوه نوشتن آرایش الکترونی اتم‌ها و یون‌ها را به خوبی تمرین کنید.

فصل اول: ساختار اتم

خلاصه درس

دانشمندان (قسمت اول)

نام دانشمند	فعالیت علمی
تالس	در حدود ۲۵۰۰ سال پیش، **آب** را عنصر اصلی سازندهٔ جهان هستی می‌دانست.
ارسطو	**چهار** عنصر آب، هوا، خاک و آتش را عنصرهای سازندهٔ کاینات اعلام کرد.
دموکریت	**اولین** کسی بود که حدود ۲۵۰۰ سال پیش بیان کرد که همهٔ مواد از ذره‌های کوچک و **تجزیه‌ناپذیری** به نام **اتم** ساخته شده‌اند.
رابرت بویل	یک دانشمند انگلیسی بود که با انتشار کتابی با عنوان **شیمی‌دان شکّاک**، مفهوم تازه‌ای از **عنصر** را معرفی کرد.
جان دالتون	با استفاده از واژهٔ یونانی **اتم** که به معنای **تجزیه ناپذیر** است، ذره‌های سازنده **عنصرها** را توضیح داد. او نظریهٔ اتمی خود را در هفت بند ارائه کرد.
مایکل فارادی	مشاهده کرد که به هنگام عبور جریان برق از درون **محلول** یک ترکیب شیمیایی **فلزدار** (برقکافت)، یک واکنش شیمیایی در آن انجام می‌شود.
جورج استونی	ذره‌های حمل‌کنندهٔ جریان برق را **الکترون** نامید.
جوزف تامسون	۱- پس از آزمایش‌های بسیاری (لولهٔ پرتوی کاتدی)، سرانجام موفق شد نسبت **بار به جرم** الکترون را اندازه‌گیری کند. ۲- به کمک آزمایش‌های خود، ضمن **اثبات وجود الکترون** در اتم و **معرفی الکترون** به عنوان یک ذره زیراتمی، موفق شد ساختاری برای اتم پیشنهاد کند. به مدل اتمی تامسون، مدل **کیک کشمشی** یا مدل **هندوانه‌ای** می‌گویند.
رابرت میلیکان	پس از موفقیت تامسون در اندازه‌گیری نسبت بار به جرم الکترون، موفق شد **بار الکتریکی** الکترون را اندازه بگیرد.
هانری بکرل	به‌طور **تصادفی**، به خاصیت **پرتوزایی** پی برد.
ماری کوری	خاصیتی را که بکرل به‌طور **تصادفی** به آن پی برده بود، **پرتوزایی** و مواد دارای این خاصیت را **پرتوزا** نامید.

مطالب حفظی

نظریهٔ اتمی دالتون، تامسون و رادرفورد (از صفحهٔ ۱ تا صفحهٔ ۱۰ کتاب درسی)

۱- **روی سولفید** (ZnS) از جمله مهم‌ترین مواد **فلوئورسنت** است.

۲- گاز کلر (Cl_2) **زرد رنگ** و عنصر قلع (Sn) به رنگ **خاکستری** می‌باشد (مربوط به آزمایش برقکافت محلول قلع (II) کلرید ($SnCl_2$)).

۳- **تامسون** نسبت **بار به جرم** $(\frac{e}{m})$ الکترون را $1/76\times10^{8}\ \frac{C}{g}$ محاسبه کرد.

۴- مقدار پذیرفته شده برای بار و جرم **الکترون** به ترتیب $1/602\times10^{-19}\ C$ و $9/109\times10^{-28}\ g$ است.

۵- قطر **تقریبی اتم طلا** و هستهٔ آن به‌ترتیب $10^{-8}\ cm$ و $10^{-13}\ cm$ است. این دو عدد توسط **رادرفورد** محاسبه شده است.

نکات

۱ **رابرت بویل** در کتاب **شیمی‌دان شکّاک**، شیمی را **علمی تجربی** نامید و از دانشمندان خواست که افزون بر **مشاهده کردن**، **اندیشیدن** و **نتیجه‌گیری (ابزارهای یونانیان در مطالعهٔ طبیعت)**، به پژوهش‌های **عملی** نیز اقدام کنند.

۲ از آن‌جا که **دالتون**، اتم را **تجزیه ناپذیر** می‌دانست، نظریه او در توجیه پدیده‌هایی که به **ذره‌های زیراتمی** (الکترون، پروتون و نوترون) مربوط بودند (مانند **ایزوتوپ** و **پرتوزایی**)، **نارسایی** داشت.

۳ با استفاده از نظریهٔ اتمی دالتون، می‌توان **تغییر حالت‌های** فیزیکی، قانون **پایستگی جرم** در واکنش‌های شیمیایی و همچنین قانون **نسبت‌های معین** (قانونی که بیان می‌کند، هر ترکیب شیمیایی، از به هم پیوستن اتم‌های مختلف با نسبت‌هایی که عددهای معین و ثابتی هستند، ساخته می‌شود) را توجیه کرد.

۴ **فیزیک‌دان‌ها**، برای توجیه پدیدهٔ **برقکافت**، ذره‌ای بنیادی برای الکتریسیته، پیشنهاد کردند و آن را **الکترون** نامیدند، اما در آن زمان، به وجود رابطه‌ای میان اتم و الکترون **پی برده نشد**.

۵ لولهٔ پرتو کاتدی، لوله‌ای شیشه‌ای است که **تقریباً همهٔ** هوای درون آن، به کمک پمپ خلأ خارج شده است.

۶ در آزمایش لولهٔ پرتوی کاتدی تامسون، اگر جنس کاتد از آهن به مس تغییر کند، خواص پرتوهای کاتدی تولید شده، تغییر **نمی‌کند**. این پدیده نشان می‌دهد که **همهٔ مواد** دارای **الکترون** هستند.

۷ برای تولید پرتوی کاتدی دو شرط وجود دارد: **۱- ولتاژ بسیار قوی ۲- فشار گاز کم**.

پس از برقراری این دو شرط، پرتوهایی از **الکترود منفی** (کاتد) به سمت **الکترود مثبت** (آند)، جریان می‌یابند که به آن‌ها **پرتوهای کاتدی** می‌گویند.

دانشمندان (قسمت دوم)

نام دانشمند	فعالیت علمی
ارنست رادرفورد	۱- بیان کرد که تابشی که بکرل، نخستین بار، به وجود آن پی برده بود، خود ترکیبی از **سه نوع تابش مختلف** است. ۲- در درستی مدل اتمی **تامسون** تردید کرد و برای اثبات نادرست بودن مدل اتمی تامسون، ورقهٔ **نازکی** از طلا را با ذره‌های **آلفا** بمباران کرد و پس از آن مدل **اتم هسته‌دار** را ارائه کرد. ۳- برای **اولین بار**، ایدهٔ وجود یک **ذرهٔ خنثی** (**نوترون**) در اتم را ارائه داد. ۴- با استفاده از نتایج آزمایش‌های موزلی، توانست پروتون و عدد اتمی را کشف کند. (بهتر است کشف پروتون و عدد اتمی را **کار مشترک** موزلی و رادرفورد بدانید.)
هنری موزلی	مطالعهٔ گستردهٔ او روی **پرتوهای X** تولید شده از عنصرهای مختلف، زمینه‌ساز کشف پروتون شد. امروزه از او به عنوان **کاشف پروتون** یاد می‌شود.
چادویک	کاشف نوترون
رابرت بونزن	۱- طراحی و ساخت دستگاه **طیف‌بین**. ۲- به دست آوردن طیف **نشری خطی** فلزات مختلف.
آنگستروم	برای نخستین بار، **چهار خط** طیف نشری هیدروژن را یافت و نه سال بعد، موفق به **اندازه‌گیری** دقیق **طول موج** هر خط شد.
نیلز بور	۱- ارتباطی میان الگوی ثابت طیف نشری خطی **هیدروژن** و ساختار اتم‌های آن پیشنهاد کرد. ۲- با استفاده از مفهوم **کوانتومی بودن**، مدل اتمی خود را برای توجیه طیف نشری خطی اتم هیدروژن ارائه کرد.
شرودینگر	۱- بر مبنای رفتار **دوگانه** الکترون و با تأکید بر رفتار **موجی** آن، مدل کوانتومی را برای اتم پیشنهاد داد. ۲- در مدل اتمی خود از مفهوم **اوربیتال** استفاده کرد و بیان کرد که برای مشخص کردن هر اوربیتال، باید از عددهای کوانتومی n، l و m_l استفاده کنیم.
پائولی	بیان کرد که هیچ اوربیتالی در یک اتم، نمی‌تواند بیش‌تر از دو **الکترون** در خود جای دهد.

نکات

۱ هر ذرهٔ آلفا (α)، دارای دو پروتون و دو نوترون اســت. بنابراین جرم هر ذرهٔ آلفا، **چهار برابر** جرم اتم هیدروژن می‌باشــد. با تابش هر ذرهٔ آلفا، عدد اتمی **دو واحد** و عدد جرمی **چهار واحد** کاهش می‌یابد.

۲ پرتوی بتا (β)، جریانی از **الکترون‌های پر انرژی** است. پرتوی گاما (γ) از جنس **نور** بوده و **فاقد بار الکتریکی** می‌باشد.

۳ در حضور میدان الکتریکی خارجی، پرتوی α به سمت قطب **منفی** و پرتوی β به سمت قطب **مثبت** منحرف شده و پرتوی γ منحرف **نمی‌شود**.

۴ مقایسهٔ قدرت نفوذ: $\gamma > \beta > \alpha$، مقایسهٔ میزان انحراف در میدان الکتریکی: $\beta > \alpha > \gamma$

۵ در آزمایش بمباران ورقهٔ نازک طلا با ذره‌های آلفا، رادرفورد از این مشاهده که **تعداد بسیار اندکی** از ذره‌های آلفا، با زاویه‌ای **بیش از ۹۰** درجه از مسیر اولیه **منحرف** شدند، نتیجه گرفت که اتم طلا، **هسته‌ای بسیار کوچک** با **جرم بسیار زیاد** دارد.

۶ هر فلز، طیف نشری خطی **خاص خود** را دارد و مانند اثر انگشت، می‌توان از این طیف برای **شناسایی** فلز موردنظر استفاده کرد.

۷ بور، نخستین کسی بود که ایدهٔ **عدد کوانتومی اصلی** را مطرح کرد. او به هریک از ترازهای انرژی کوانتومی عدد خاصی را نسبت داد و آن را **عدد کوانتومی اصلی** (n) نامید.

۸ در مدل کوانتومی به جای ترازهای انرژی، از واژهٔ **لایه‌های الکترونی** استفاده می‌شود. در این مدل، تنها سه عدد کوانتومی n، l و m_l وجود داشت. بعدها، فیزیک‌دان‌ها از m_s (عدد کوانتومی مغناطیسی **اسپین**) هم استفاده کردند.

ذره‌های زیراتمی

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)	نکتهٔ خاص
الکترون	${}^{0}_{-1}e$	-1	۰/۰۰۰۵	جرم الکترون‌ها، حتی اگر اتم بیش از ۱۰۰ **الکترون** هم داشته باشد، در جرم اتم تأثیر چشم‌گیری **ندارد**.
پروتون	${}^{1}_{+1}P$	$+1$	۱/۰۰۷۳	جرم پروتون، ۱۸۳۷ بار **سنگین‌تر** از جرم الکترون است.
نوترون	${}^{1}_{0}n$	۰	۱/۰۰۸۷	جــرم پروتون‌ها و نوترون‌ها باهم **برابر** و حدوداً برابر با ۱amu است.

مطالب حفظی

ذره‌های سازندهٔ اتم و جرم اتمی (از صفحهٔ ۱۱ تا صفحهٔ ۱۴ کتاب درسی)

۱- غدهٔ تیروئید در جلوی گردن قرار دارد و هورمون‌های تیروئیدی $(T_3$ و $T_4)$ را ترشــح می‌کند. این غده برای ساختن این هورمون‌ها، مقدار زیادی از **ید** موجود در مواد غذایی را در خود جمع می‌کند.

۲- رادیو ایزوتوپ ید – ۱۳۱ ، برای **تشخیص** بیماری‌های **غدهٔ تیروئید** به‌کار می‌رود.

۳- کلر دارای **دو ایزوتوپ** ${}^{35}_{17}Cl$ (با درصد فراوانی ۷۵/۸ درصد) و ${}^{37}_{17}Cl$ (با درصد فراوانی ۲۴/۲ درصد) می‌باشد.

۴- تاکنون بیش از ۲۳۰۰ **ایزوتوپ مختلف** (طبیعی و مصنوعی) ساخته شده است. در این میان، فقط ۲۷۹ ایزوتوپ **پایدار** وجود دارد.

۵- برخی عنصرها، مانند **فلوئور** $(_9F)$ ، **فســفر** $(_{15}P)$ و **آلومینیم** $(_{13}Al)$ ، تنها **یک ایزوتوپ پایدار** دارند. در حالی‌که برخی از دو یا تعداد بیش‌تری ایزوتوپ پایدار برخوردارند. برای نمونه، **قلع ده** ایزوتوپ **پایدار** دارد.

۶- ســه ایزوتوپ هیدروژن، نام‌هایی جداگانه دارند. پروتیم $({}^{1}_{1}H)$ ، دوتریم (هیدروژن ســنگین یا $({}^{2}_{1}D)$) و تریتیم (هیدروژن پرتوزا یا $({}^{3}_{1}T)$) ، ایزوتوپ‌های هیدروژن می‌باشند.

نکات

۱ **عدد اتمی** (Z)، تعداد پروتون‌های یک اتم و **عدد جرمی** (A)، مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم را نشان می‌دهد.

$\overset{\text{عدد جرمی} \leftarrow A}{\underset{\text{عدد اتمی} \leftarrow Z}{X}} \rightarrow$ نماد شیمیایی ${}^{23}_{11}Na$ (۱۱ پروتون، ۱۱ الکترون و ۱۲ نوترون)

۲ به پروتون یا نوترون، **نوکلئون** یا ذرهٔ سازندهٔ **هسته** نیز می‌گویند. به عبارت دیگر، **عدد جرمی**، تعداد نوکلئون‌های یک اتم را نشان می‌دهد.

۳ به‌جز اتم هیدروژن معمولی یا پروتیم $({}^{1}_{1}H)$ و برخی اتم‌های دیگر (مانند ${}^{16}_{8}O$، ${}^{14}_{7}N$ و...) ، در ســایر اتم‌ها تعداد نوترون‌های یک اتم از تعداد پروتون‌های آن **بیش‌تر** است.

۴ ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصر هستند که عدد اتمی **یکسان** و عدد جرمی **متفاوت** دارند. برای مثال، هیدروژن دارای سه ایزوتوپ $^{1}_{1}H$ (پروتیم)، $^{2}_{1}H$ (دوتریم یا $^{2}_{1}D$) و $^{3}_{1}H$ (تریتیم یا $^{3}_{1}T$) می‌باشد.

۵ به دلیل این‌که ایزوتوپ‌های یک اتم، **تعداد پروتون برابر** دارند، **خواص شیمیایی** آن‌ها **یکسان** است. اما تفاوت در **تعداد نوترون‌های** آن‌ها، باعث می‌شود که **برخی خواص فیزیکی** وابسته به جرم آن‌ها با هم تفاوت داشته باشد. این تفاوت، در **ترکیب‌های شیمیایی دارای آن‌ها** نیز مشاهده می‌شود.

۶ پایداری ایزوتوپ‌ها به تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های **درون هسته** بستگی دارد. **همهٔ** هسته‌هایی که ۸۴ یا بیش از این تعداد، پروتون دارند، **ناپایدار** هستند. بر طبق یک قاعدهٔ کلی، اگر برای هسته‌ای، **نسبت** تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها، **۱/۵ یا بیش از این** باشد، هستهٔ یادشده **ناپایدار** است.

۷ شیمی‌دان‌ها، برای جرم یک اتم یا جرم اتمی، **amu** را که کوتاه شده عبارت atomic mass unit به معنای **واحد جرم اتمی** است، به عنوان یکای **جرم اتمی** معرفی کردند. یک amu، برابر $\frac{1}{12}$ جرم اتم ^{12}C است. $(1amu=\frac{1}{12}{}^{12}C)$

۸ اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که فراوانی ایزوتوپ‌ها، در طبیعت یکسان **نیست**. با توجه به وجود ایزوتوپ‌ها و تفاوت در فراوانی آن‌ها، برای گزارش جرم نمونه‌های طبیعی از اتم عنصرهای مختلف، **جرم اتمی میانگین** را استفاده می‌کنند.

$$M(\text{جرم اتمی میانگین})=\frac{(\text{فراوانی ایزوتوپ اول}\times\text{جرم اتمی ایزوتوپ اول})+(\text{فراوانی ایزوتوپ دوم}\times\text{جرم اتمی ایزوتوپ دوم})+\cdots}{\text{مجموع فراوانی ایزوتوپ‌ها}}=\frac{M_1a_1+M_2a_2+\cdots}{a_1+a_2+\cdots}$$

۹ جرم اتم‌ها را به وسیلهٔ دستگاهی به نام **طیف‌سنج جرمی** اندازه‌گیری می‌کنند.

۱۰ سه تعریف را با هم اشتباه نگیرید.

۱- عدد جرمی: مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم است و بنابراین عددی طبیعی است.

۲- جرم اتمی: جرم یک اتم در واحد کربنی (amu) که برابر مجموع جرم ذرات زیراتمی اتم موردنظر در واحد کربنی می‌باشد، پس عددی اعشاری است.

۳- جرم مولی: جرم یک مول اتم برحسب گرم است، پس عددی اعشاری و برحسب گرم است.

مدل‌های اتمی جدید

نام مدل	نکات مهم
مدل اتمی بور	۱- هرچه الکترون از هسته **دورتر** می‌شود، انرژی آن **افزایش** می‌یابد. ۲- الکترون فقط مجاز است که مقادیر **معینی** انرژی داشته باشد. ۳- با دادن مقدار معینی انرژی، الکترون از حالت پایه (ترازی با انرژی کم‌تر)، به حالت برانگیخته (ترازی با انرژی بالاتر) می‌رود. این الکترون، در هنگام بازگشت به حالت پایه، **همان مقدار** انرژی را از دست می‌دهد.
مدل کوانتومی	۱- n (عدد کوانتومی اصلی): نشان‌دهندهٔ این است که الکترون در کدام **سطح انرژی** قرار دارد. $n=1$ پایدارترین لایهٔ الکترونی را نشان می‌دهد و هرچه، n بالاتر رود، انرژی لایهٔ الکترونی افزایش می‌یابد. n می‌تواند عددهای صحیح مثبت مانند $1, 2, 3, \ldots$ باشد. ۲- l (عدد کوانتومی اوربیتالی): الکترون‌های موجود در یک لایهٔ الکترونی، گروه‌های کوچک‌تری را تشکیل می‌دهند که به آن‌ها **زیرلایه** می‌گویند. هر زیرلایه، l مخصوص به خود را دارد. علاوه بر این، l، **شکل** و **تعداد اوربیتال‌ها** را نیز مشخص می‌کند. برای مثال، شکل اوربیتال‌های موجود در زیر لایه‌های s و p به ترتیب **کروی** و **دمبلی** می‌باشد. مقدار l: ۰ | ۱ | ۲ | ۳ نوع زیرلایه: s | p | d | f ۳- m_l (عدد کوانتومی مغناطیسی): **جهت‌گیری** اوربیتال‌ها را در فضا معین می‌کند. m_l همهٔ عددهای صحیح بین $-l$ تا $+l$ را در برمی‌گیرد. برای مثال، اگر $l=1$ باشد، برای m_l، مقادیر $-1, 0, +1$ به دست می‌آید. ۴- m_s (عدد کوانتومی مغناطیسی اسپین): نشان‌دهندهٔ جهت گردش الکترون‌ها به **دور محور خود** می‌باشد. این عدد، تنها دو مقدار $+\frac{1}{2}$ و $-\frac{1}{2}$ دارد.

عددهای کوانتومی

$n = ۱, ۲, ۳, \cdots, ۷$	$l = ۰, ۱, \cdots, n-۱$
$m_l = -l, \cdots, ۰, \cdots, +l$	$m_s = +\frac{۱}{۲}, -\frac{۱}{۲}$
تعداد اوربیتال‌های هر زیرلایه $= ۲l+۱$	حداکثر تعداد الکترون‌های هر زیرلایه $= ۲(۲l+۱)$
حداکثر تعداد اوربیتال‌های هر لایه $= n^۲$	حداکثر تعداد الکترون‌های هر لایه $= ۲n^۲$
تعداد زیرلایه‌های هر لایه $= n$	مثال: لایهٔ سوم $(n=۳)$ $\begin{cases} l=۰ \Rightarrow ۳s \\ l=۱ \Rightarrow ۳p \\ l=۲ \Rightarrow ۳d \end{cases}$

مطالب حفظی

مدل اتمی بور و طیف نشری خطی (از صفحهٔ ۱۵ تا صفحهٔ ۱۹ کتاب درسی)

۱- باروت سیاه، مخلوطی از **پتاسیم نیترات** $(KNO_۳)$ ، **گرد زغال** و **گوگرد** است.

۲- پیش از سدهٔ نوزدهم، کشف شد که با افزودن براده‌های **آهن** به باروت سیاه می‌توان جرقه‌های آتش به رنگ **نارنجی** تولید کرد.

۳- نمک‌های مس (Cu)، استرانسیم (Sr) و باریم (Ba) ، رنگ‌هایی زیبا و گرد **منیزیم** (Mg) و **آلومینیم** (Al)، نور **سفید خیره‌کننده‌ای** به جرقه‌های آتش می‌بخشند.

۴- مقایسهٔ انرژی امواج الکترومغناطیس:

موج‌های رادیویی < ریز موج‌ها < پرتوهای فروسرخ < نور مریی < پرتوهای فرابنفش < پرتوهای X < پرتوهای گاما

۵- طول موج با انرژی آن رابطهٔ عکس دارد، بنابراین در امواج الکترومغناطیس، پرتوهای گاما، بیش‌ترین انرژی و موج‌های رادیویی، کم‌ترین انرژی را دارند.

۶- محدودهٔ طول موج مریی بین ۳۸۰ تا ۷۵۰ نانومتر می‌باشد. طول موج ۳۸۰ نانومتر دارای رنگ بنفش و طول موج ۷۵۰ نانومتر دارای رنگ سرخ است. ترتیب طول موج در ناحیهٔ مریی به‌صورت زیر می‌باشد:

سرخ < نارنجی < زرد < سبز < آبی < نیلی < بنفش

۷- **رابرت بونزن** مخترع چراغ بونزن و دستگاه طیف‌بین است.

۸- هنگامی‌که بونزن، مقداری از یک ترکیب **مس‌دار**، مانند کات کبود را در شعلهٔ مشعل این دستگاه قرار داد، مشاهده کرد که رنگ آبی شعله به **سبزی** می‌گراید.

۹- در سال ۱۶۶۶ **نیوتون** اعلام کرد که نور به هنگام عبور از یک منشور، شکافته می‌شود و طیفی **پیوسته** از رنگ‌هایی شبیه رنگین‌کمان به‌وجود می‌آورد. این طیف، همهٔ طول موج‌های نور مریی را نشان می‌دهد.

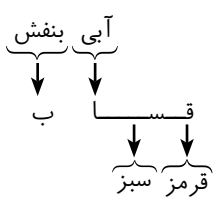
۱۰- رنگ شعلهٔ فلزهای مختلف در آزمون شعله به‌صورت جدول زیر است:

نام فلز	پتاسیم (K)	لیتیم (Li)	کلسیم (Ca)	سدیم (Na)
رنگ شعله	بنفش	قرمز لاکی	قرمز آجری	زرد

۱۱- هنگامی‌که بر یک لولهٔ تخلیهٔ الکتریکی دارای گاز هیدروژن، با **فشار کم**، **ولتاژ بالایی** اعمال شود، بر اثر تخلیهٔ الکتریکی، گاز درون لوله با رنگ **صورتی روشن** به التهاب درمی‌آید.

۱۲- در اتم هیدروژن، انتقال‌های الکترونی که از ترازهای سوم، چهارم، پنجم و ششم به $n=۲$ می‌آیند، در ناحیهٔ طول موج مریی قرار می‌گیرند. رنگ‌های بخش **مریی** طیف نشری خطی اتم هیدروژن، در جدول زیر نشان داده شده است:

انتقال الکترونی	$n=۶ \rightarrow n=۲$	$n=۵ \rightarrow n=۲$	$n=۴ \rightarrow n=۲$	$n=۳ \rightarrow n=۲$
طول موج (nm)	۴۱۰	۴۳۴	۴۸۶	۶۵۶
رنگ	بنفش	آبی	سبز	قرمز



۱۳- نخستین بار، **آنگستروم**، چهار خط طیف نشری هیدروژن را **یافت** و نه سال بعد، موفق به **اندازه‌گیری دقیق طول موج** هر خط شد.

مطالب حفظی

مدل کوانتومی اتم (از صفحهٔ ۲۰ تا صفحهٔ ۲۸ کتاب درسی)

۱- پیرامون هستهٔ اتم، حداکثر هفت لایهٔ الکترونی مشاهده شده است.

۲- گازهای نجیب و عدد اتمی آن‌ها، برای استفاده در نوشتن آرایش الکترونی در جدول زیر آمده است:

گاز نجیب	هلیم (He)	نئون (Ne)	آرگون (Ar)	کریپتون (Kr)	زنون (Xe)	رادون (Rn)
عدد اتمی	۲	۱۰	۱۸	۳۶	۵۴	۸۶

۳- چهار آرایش الکترونی استثناء جدول تناوبی به‌صورت زیر است:

عنصر	کروم $(_{۲۴}Cr)$	مس $(_{۲۹}Cu)$	مولیبدون $(_{۴۲}Mo)$	نقره $(_{۴۷}Ag)$
آرایش الکترونی	$[Ar]۳d^{۵}/۴s^{۱}$	$[Ar]۳d^{۱۰}/۴s^{۱}$	$[Kr]۴d^{۵}/۵s^{۱}$	$[Kr]۴d^{۱۰}/۵s^{۱}$

نکات

۱ هدف از آزمون شعله، یافتن رنگی است که محلول **ترکیب شیمیایی فلزدار**، به شعلهٔ چراغ بونزن می‌دهد. هر یون فلزی، رنگ شعلهٔ مخصوص به خود را دارد. برای مثال، رنگ شعله یون پتاسیم، **بنفش** است.

۲ در طیف نشری خطی اتم هیدروژن، انتقال‌های الکترونی که از ترازهای ششم، پنجم، چهارم و سوم به $n=۲$ می‌آیند، **نور مریی** تولید می‌کنند.

۳ در عناصر اصلی الکترون‌های موجود در آخرین لایهٔ الکترونی (بزرگ‌ترین n) را **الکترون‌های ظرفیتی** می‌نامند.

۴ به انرژی لازم برای خارج کردن یک مول الکترون از یک مول اتم در حالت گازی که به تولید یک مول یون یک بار مثبت در حالت گازی می‌انجامد، **انرژی نخستین یونش** می‌گویند.

$$X(g)\rightarrow X^{+}(g)+e^{-} \quad IE_{۱}(kJ.mol^{-۱})$$

۵ برای **یک اتم**، همواره انرژی یونش بعدی از انرژی یونش قبلی **بیش‌تر** است.

۶ در انرژی‌های یونش متوالی یک اتم، هرگاه انرژی یونش بعدی نسبت به انرژی یونش قبلی، به میزان قابل ملاحظه‌ای بیش‌تر باشد، می‌گوییم **جهش** اتفاق افتاده است. این پدیده، به دلیل تغییر لایه و نزدیک‌تر شدن به هسته روی می‌دهد.

۷ از دو نکتهٔ زیر می‌توانیم برای نوشتن آرایش الکترونی یک اتم با توجه به یونش‌های متوالی آن استفاده کنیم:

تعداد لایه‌ها = تعداد جهش‌ها +۱

تعداد الکترون‌های لایهٔ ظرفیت = تعداد الکترون‌ها قبل از اولین جهش

آزمون ۱

شماره صفحات پاسخ تشریحی ۲۴ تا ۲۶

مبحث آزمون	زمان پیشنهادی	توضیحات سطح دشواری و نکات آزمون
فصل اول شیمی ۲	۱۷ دقیقه	در این آزمون می‌توانید نکات مهم فصل را دوره کنید. سطح علمی پیشنهادی سؤالات این آزمون، ساده است.

۱- عبارت کدام‌یک از گزینه‌های زیر، مربوط به نظریهٔ اتمی دالتون نیست؟

۱) همهٔ اتم‌های یک عنصر، مشابه یک‌دیگر هستند.

۲) ماده از ذره‌های تجزیه‌ناپذیری به نام اتم ساخته شده است.

۳) واکنش‌های شیمیایی شامل جابه‌جایی اتم‌ها یا تغییر در ماهیّت آن‌ها در مولکول‌هاست.

۴) اتم‌های عنصرهای مختلف به هم متصل می‌شوند و مولکول‌ها را به وجود می‌آورند.

۲- چه تعداد از مطالب زیر، دربارهٔ الکترون درست بیان شده است؟

الف) نخستین ذرهٔ زیر اتمی شناخته شده است.

ب) فارادی دانشمند معروف انگلیسی این نام را روی ذره‌های حمل‌کنندهٔ جریان برق نهاد.

پ) اثبات وجود آن در همهٔ مواد توسط تامسون انجام شد.

ت) رنگ نارنجی مایل به سرخ در لامپ‌های نئون در اثر بازگشت الکترون برانگیخته به ترازهای پایین‌تر انرژی است.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

۳- کدام‌یک از عبارت‌های زیر، مربوط به ساختار پیشنهادی تامسون برای اتم نمی‌باشد؟

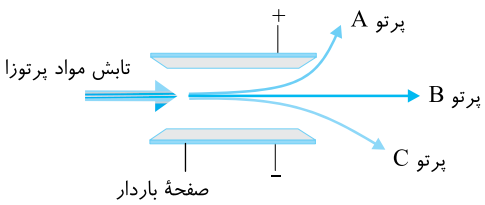
۱) الکترون‌ها که ذره‌هایی با بار منفی هستند، درون فضای کروی ابر گونه‌ای با بار الکتریکی مثبت پراکنده شده‌اند.

۲) بیش‌تر حجم اتم را فضای خالی تشکیل داده است.

۳) جرم اتم به شمار الکترون‌های آن بستگی دارد.

۴) اتم در مجموع، خنثی است.

۴- با توجه به شکل روبه‌رو، کدام گزینه درست است؟



۱) میزان انحراف پرتو A از میزان انحراف پرتو C بیش‌تر است، زیرا بار الکتریکی پرتو A بیش‌تر است.

۲) پرتوهای A، B و C به ترتیب آلفا، گاما و بتا نامیده می‌شوند.

۳) میزان انحراف پرتو C از میزان انحراف پرتو A کم‌تر است، زیرا پرتو C، دارای بار الکتریکی مثبت است.

۴) قدرت نفوذ پرتو B از دو پرتو دیگر بیش‌تر است و این پرتو توسط یک قطعهٔ ضخیم سربی جذب می‌شود.

۵- عبارت کدام گزینه دربارهٔ پدیدهٔ پرتوزایی، نادرست است؟

۱) ماری کوری، پس از سال‌ها فهمید، تابش حاصل از مواد پرتوزا، ترکیبی از سه تابش مختلف است.

۲) نظریهٔ اتمی دالتون قادر به توجیه این پدیده نیست.

۳) این پدیده با کاهش جرم مادهٔ پرتوزا همراه است.

۴) هانری بکرل، به‌طور تصادفی، با این پدیده مواجه شد.

۶- کدام‌یک از عبارت‌های زیر، از نتیجه‌گیری‌های رادرفورد در آزمایش بمباران ورقهٔ نازک طلا با ذره‌های آلفا می‌باشد؟

الف) بیش‌تر حجم اتم را فضای خالی تشکیل می‌دهد.

ب) اتم طلا، هسته‌ای بسیار کوچک با جرم بسیار ناچیز دارد.

پ) الکترون‌ها هم به دور خود و هم به دور هسته در حال گردش هستند.

ت) یک میدان الکتریکی قوی در اتم وجود دارد.

۱) الف و ب **۲)** الف و ت **۳)** ب و ت **۴)** پ و ت

۷- در اتم A، تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها برابر ۲۹ است. اگر عدد جرمی این اتم برابر ۱۵۷ باشد، عدد اتمی و شمار نوترون‌های آن، به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

۱) ۶۴ و ۹۳ **۲)** ۴۹ و ۱۰۸ **۳)** ۴۹ و ۹۳ **۴)** ۶۴ و ۱۰۸

۸- پنج سال پیش از آن‌که ..... از پروتون سخنی به میان آورد، ..... یکی از دانشجویان وی که روی تولید پرتوهای X مطالعه می‌کرد، به نتایج جالبی دست یافته بود که تفسیر آن‌ها به کشف این ذره انجامید. امروزه از ..... به عنوان کشف کنندهٔ پروتون یاد می‌شود.

۱) رادرفورد- چادویک- رادرفورد **۲)** موزلی - رادرفورد- رادرفورد

۳) رادرفورد- موزلی- موزلی **۴)** موزلی- چادویک- موزلی

۹- در طبیعت به ازای هر ایزوتوپ سنگین‌تر عنصر $_{۳۴}Se$، سه ایزوتوپ سبک‌تر آن وجود دارد. در ایزوتوپ سبک‌تر، اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر ۸ می‌باشد. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر ۷۹amu باشد، جرم اتمی ایزوتوپ سنگین‌تر، چند amu است؟

۱) ۷۹ **۲)** ۷۶ **۳)** ۸۸ **۴)** ۸۹

۱۰- عبارت کدام گزینه نادرست است؟

۱) مجموع جرم الکترون‌ها و پروتون‌ها، برابر با جرم اتمی است.

۲) اندازهٔ بار الکتریکی نسبی پروتون و الکترون برابر است.

۳) به پروتون یا نوترون، نوکلئون یا ذرهٔ سازنده هسته می‌گویند.

۴) برای تعریف یکای جرم اتمی، جرم اتمی فراوان‌ترین ایزوتوپ کربن، دقیقاً برابر ۱۲/۰۰۰ در نظر گرفته می‌شود.

۱۱- همهٔ گزینه‌های زیر درست‌اند، به‌جز:

۱) اگر به یک لولهٔ تخلیه الکتریکی دارای گاز هیدروژن با فشار کم، ولتاژ بالایی اعمال شود، گاز با رنگ صورتی روشن ملتهب می‌شود.

۲) رابرت بونزن و همکارانش ثابت کردند که هر فلز، طیف نشری خطی خاص خود را دارد.

۳) رنگ شعلهٔ نمک‌های لیتیم و پتاسیم، به ترتیب زرد و قرمز می‌باشد.

۴) نیوتون اعلام کرد که نور به هنگام عبور از منشور، شکافته می‌شود و طیفی پیوسته، شبیه به رنگین‌کمان ایجاد می‌کند.

۱۲- عبارت کدام گزینه، از فرض‌های مدل اتمی بور نمی‌باشد؟

۱) الکترون اتم هیدروژن، معمولاً در پایین‌ترین تراز انرژی ممکن (نزدیک‌ترین مدار به هسته) قرار دارد.

۲) در اتم هیدروژن، انرژی الکترون با فاصلهٔ آن از هسته، رابطهٔ مستقیم دارد.

۳) الکترون اتم هیدروژن، در فضایی سه بعدی که اوربیتال نامیده می‌شود، به دور هسته گردش می‌کند.

۴) با دادن مقدار معینی انرژی، می‌توان الکترون اتم هیدروژن را قادر ساخت که از حالت پایه به حالت برانگیخته انتقال پیدا کند.

۱۳- کدام گزینه در مورد عددهای کوانتومی درست است؟

۱) شمار زیرلایه‌ها در یک لایهٔ الکترونی با شمارهٔ لایه برابر است.

۲) شمار اوربیتال‌های یک زیرلایه با توجه به عدد کوانتومی m_l قابل تعیین است.

۳) نوع هر زیرلایه با عدد کوانتومی n مشخص می‌شود.

۴) شمار m_lهای مجاز برای یک زیرلایهٔ معین از رابطهٔ $۲(۱+l)$ به دست می‌آید.

۱۴- مفهوم جملهٔ بیان شده در کدام گزینه با سایر گزینه‌ها تفاوت دارد؟

۱) در هر اوربیتال، حداکثر دو الکترون، آن هم با اسپین مخالف قرار می‌گیرند.

۲) هنگام پر شدن زیرلایه‌هایی که بیش از یک اوربیتال هم‌انرژی دارند، تا زمانی که همهٔ اوربیتال‌ها نیمه پر نشده باشند، هیچ اوربیتالی پر نمی‌شود.

۳) در هیچ یک از اوربیتال‌های موجود در زیرلایه‌های ۳s و ۴p اتم $_{۳۶}Kr$، نمی‌تواند بیش از دو الکترون وجود داشته باشد.

۴) در یک اتم، هیچ دو الکترونی را نمی‌توان یافت که هر چهار عدد کوانتومی آن‌ها با هم برابر باشد.

محاسبات

۱۵- کدام‌یک از عبارت‌های زیر، درست‌اند؟

الف) اوربیتال‌های s و p به ترتیب دمبلی و کروی هستند.

ب) در مدل کوانتومی به جای ترازهای انرژی از واژهٔ لایه‌های الکترونی استفاده می‌شود.

پ) تریتیم و پروتیم دارای خواص شیمیایی یکسان و چگالی متفاوت هستند.

ت) جمع جبری m_l الکترون‌های کاتیون در دو ترکیب $_{۱۲}Mg(OH)_۲$ و $_{۲۸}NiCO_۳$ با هم برابر است.

۱) الف و ت **۲)** الف و پ **۳)** ب و پ **۴)** پ و ت

۱۶- در اتم کدام عنصر، شمار الکترون‌های موجود در زیرلایهٔ ۲p، دو برابر شمار الکترون‌های موجود در زیرلایهٔ ۳d است؟

۱) $_{۲۹}Cu$ **۲)** $_{۲۶}Fe$ **۳)** $_{۲۳}V$ **۴)** $_{۲۱}Sc$

۱۷- با توجه به این‌که یون A^+ دارای ۲۸ الکترون می‌باشد. کدام گزینه درست است؟

۱) در لایه‌های دوم و سوم اتم A به ترتیب هشت و هفده الکترون وجود دارد.

۲) در یون A^+، اوربیتال تک الکترونی وجود ندارد.

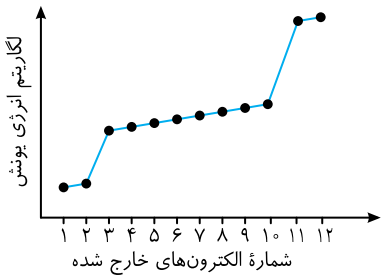
۳) در اتم A، شش زیرلایه از الکترون اشغال شده و یک اوربیتال تک الکترونی وجود دارد.

۴) آرایش الکترونی نوشتاری یون A^+ به صورت $[Ar]۳d^{۱۰}۴s^۱$ است.

۱۸- در لایهٔ ظرفیت کدام عنصر، شمار الکترون‌های دارای $m_s=+\frac{۱}{۲}$، چهار برابر شمار الکترون‌های دارای $m_s=-\frac{۱}{۲}$ است؟

۱) $_{۵۲}A$ **۲)** $_{۴۹}B$ **۳)** $_{۲۴}C$ **۴)** $_{۲۳}D$

۱۹- نمودار روبه‌رو، تغییر انرژی‌های یونش متوالی یک عنصر را نشان می‌دهد. کدام مطلب درست است؟



۱) الکترون شمارهٔ ۹ دارای اعداد کوانتومی $l=۱$ و $n=۲$ می‌باشد.

۲) در این عنصر، دو لایهٔ الکترونی از الکترون اشغال شده‌اند.

۳) این عنصر، از عناصر اصلی دستهٔ s جدول تناوبی است.

۴) عدد اتمی این عنصر از عدد اتمی گاز نجیب آرگون بزرگ‌تر است.

۲۰- عبارت کدام گزینه، نادرست است؟

۱) آرایش الکترونی $[Ar]۳d^{۱۰}$ را فقط می‌توان به یک کاتیون پایدار نسبت داد.

۲) رادرفورد، نتوانست تشکیل تابش‌های حاصل از مواد پرتوزا را به کمک مدل اتمی تامسون توجیه کند.

۳) شمار الکترون‌های دارای $m_s=+\frac{۱}{۲}$ با شمار الکترون‌های دارای $m_s=-\frac{۱}{۲}$، در همهٔ یون‌ها با هم متفاوت است.

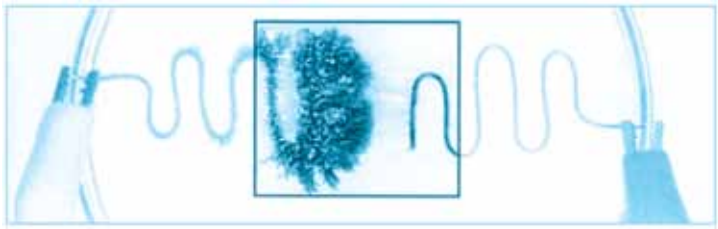
۴) نظریهٔ اتمی دالتون در توجیه علت ایجاد چهار خط طیف نشری هیدروژن، ناتوان است.

آزمون ۲

شماره صفحات پاسخ تشریحی ۲۶ تا ۳۰

مبحث آزمون	زمان پیشنهادی	توضیحات سطح دشواری و نکات آزمون
فصل اول شیمی ۲	۱۸ دقیقه	**این آزمون به شما کمک می‌کند که روی نکات مهم فصل، تسلط پیدا کنید. سطح علمی پیشنهادی سؤالات این آزمون، متوسط است.**

۱- شکل زیر نشان‌دهندهٔ عبور جریان برق از درون ..... می‌باشد که توسط ..... انجام شد. این فرایند، از جمله پدیده‌هایی است که فیزیک‌دان‌ها، برای توجیه آن، ذره‌ای بنیادی به نام ..... پیشنهاد کردند.



۱) محلول ترکیب شیمیایی فلزدار - تامسون - الکترون **۲)** ظرف گاز هیدروژن - بونزن - پروتون

۳) محلول ترکیب شیمیایی فلزدار - فارادی - الکترون **۴)** ظرف گاز نئون - رادرفورد - هسته

۲- چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف) مشاهده، پژوهش‌های عملی و نتیجه‌گیری، ابزار یونانیان در مطالعهٔ طبیعت بود.

ب) این دیدگاه که همهٔ مواد از ذرات کوچک و تجزیه‌ناپذیری به نام اتم ساخته شده‌اند، نخستین بار توسط دالتون مطرح شد.

پ) تخلیهٔ الکتریکی هنگامی رخ می‌دهد که بدون اتصال مستقیم بین دو جسم، الکترون‌ها از یکی به دیگری منتقل شود و شرط این جابه‌جایی، اختلاف پتانسیل بالا است.

ت) دانشمندان با کمک دستگاهی به نام طیف‌سنج جرمی، جرم اتم‌ها را با دقت بسیار زیادی اندازه‌گیری می‌کنند.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

۳- کدام گزینه درست است؟

۱) یکی از تابش‌های مواد پرتوزا که جریانی از الکترون‌های پر انرژی است، بیش‌ترین میزان انحراف را در میدان الکتریکی دارد.

۲) همهٔ هسته‌هایی که ۸۴ یا بیش از این تعداد، نوترون دارند، ناپایدار هستند.

۳) روی سولفید (ZnS)، از مهم‌ترین مواد فسفرسنت است که در تولید لامپ تلویزیون کاربرد دارد.

۴) از مدل اتمی رادرفورد، با نام‌هایی چون مدل کیک کشمشی یا مدل هندوانه‌ای نیز یاد می‌شود.

۴- اگر اتم $^{۲۵۲}_{۵۸}Ce$، در یک واکنش تلاشی هسته‌ای، ۲ ذرهٔ آلفا و ۴ تابش بتا را به همراه پرتوی گاما تابش کند، پس از انجام این فرایند، جرم هستهٔ باقی مانده، چند واحد است؟ (جرم هر اتم هیدروژن را معادل یک واحد در نظر بگیرید.)

۱) ۲۴۸ **۲)** ۲۳۶ **۳)** ۲۴۴ **۴)** ۲۴۶

۵- کدام یک از مطالب زیر درست است؟

۱) برخی عنصرها، مانند فلوئور، فسفر و آلومینیم، بیش از یک ایزوتوپ پایدار دارند.

۲) وجود یون‌های مختلف برای یک عنصر، با مدل اتمی دالتون هم‌خوانی دارد.

۳) در حالی‌که تامسون، روی پرتوهای کاتدی مطالعه می‌کرد، هم‌زمان پدیدهٔ پرتوزایی در فرانسه کشف شد.

۴) فارادی، به کمک آزمایش‌های خود، ضمن معرفی الکترون به عنوان یک ذرهٔ زیراتمی، موفق شد ساختاری برای اتم پیشنهاد کند.

محاسبات

۶- کدام مطلب درست است؟

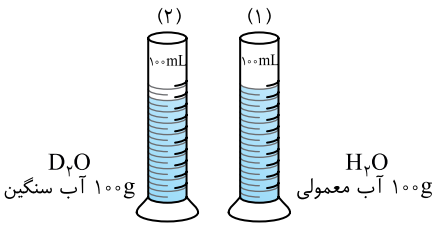
۱) رادرفورد، مشاهده کرد که شمار بسیار اندکی از ذره‌های آلفا (حدود یک از دو هزار)، با زاویه‌ای بیش از ۹۰° از مسیر اولیه منحرف شدند.

۲) قطر اتم طلا، حدود $۱۰^{-۱۰}\,m$ و قطر هستهٔ آن، حدود $۱۰^{-۱۵}\,m$ است.

۳) رادرفورد، در آزمایش خود، ورقهٔ نازک طلا را با ذره‌های بتا بمباران کرد.

۴) تشکیل تابش‌های پرتوزا، با مدل اتمی تامسون هم‌خوانی دارد.

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



۱) مایع ظرف (۱) نسبت به مایع ظرف (۲) چگالی بیش‌تری دارد.

۲) خواص شیمیایی مایع موجود در دو ظرف با هم تفاوت دارد.

۳) ۱۰۰ میلی لیتر $H_۲O$ نسبت به ۱۰۰ میلی لیتر $D_۲O$، جرم کم‌تری دارد.

۴) اگر یک قطعه یخ $D_۲O$ را در آب معمولی بیندازیم، روی آب شناور می‌ماند.

۸- اگر در دو یون $^{۸۰}A^{۲-}$ و $B^{۳+}$ شمار ذره‌های زیر اتمی الکترون و نوترون با هم برابر باشند، عدد جرمی عنصر B کدام است؟

۱) ۷۹ **۲)** ۸۱ **۳)** ۸۵ **۴)** ۷۵

۹- اگر اکسیژن دارای سه ایزوتوپ ^{۱۶}O ، ^{۱۷}O ، ^{۱۸}O باشد، امکان تشکیل ..... مولکول اوزون $(O_۳)$ مختلف وجود دارد و در بین آن‌ها، ..... جرم مولکولی متفاوت مشاهده می‌کنیم. (از راست به چپ)

۱) ۶ ـ ۱۰ **۲)** ۷ ـ ۱۰ **۳)** ۶ ـ ۱۸ **۴)** ۷ ـ ۱۸

۱۰- عنصری با جرم اتمی میانگین ۱۰۷/۸۶amu دارای دو ایزوتوپ است. اگر جرم ایزوتوپ سبک‌تر ۱۰۶/۹ amu و درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر برابر ۴۸ درصد باشد، جرم ایزوتوپ سنگین‌تر کدام است؟

۱) ۱۰۸/۷ **۲)** ۱۰۹/۴ **۳)** ۱۰۹/۱ **۴)** ۱۰۸/۹

۱۱- چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

الف) در دو عنصر $_{۳۴}Se$ و $_{۲۸}Ni$ دو اوربیتال نیمه‌پر وجود دارد.

ب) رابرت بویل، با انتشار کتاب شیمی‌دان شکّاک، مفهوم تازه‌ای از اتم را بیان کرد و شیمی را علمی تجربی نامید.

پ) عناصری که آرایش الکترونی آن‌ها به زیرلایهٔ s ختم می‌شود، همگی فلز و جامدند.

ت) در اتم عنصر $_{۳۳}As$، هفت الکترون عدد کوانتومی مغناطیسی $(+۱)$ دارند.

ث) اگر جرم هر یک از ذرات پروتون و نوترون، ۱۵۰۰ برابر جرم الکترون بوده و جرم الکترون ۰/۰۰۰۵۴ amu باشد، جرم تقریبی اتم $^{۴}_{۲}He$، ۳/۹۹۶ amu خواهد بود.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

۱۲- با توجه به مدل اتمی بور برای اتم هیدروژن، عبارت کدام یک از گزینه‌های زیر درست نیست؟

۱) اختلاف انرژی بین ترازهای سوم و چهارم، کم‌تر از اختلاف انرژی بین ترازهای چهارم و پنجم است.

۲) نوری که در هنگام بازگشت الکترون از $n=۵$ به $n=۲$ تولید می‌شود، دارای رنگ آبی است.

۳) هنگامی‌که الکترون از تراز سوم به تراز اول برمی‌گردد، انرژی بیش‌تری نسبت به برگشت از لایهٔ دوم به لایهٔ اول، آزاد می‌کند.

۴) انرژی الکترون موجود در حالت پایه از انرژی الکترون موجود در تراز سوم کم‌تر است.

۱۳- کدام یک از گزینه‌های زیر، می‌تواند نشان‌دهندهٔ عددهای کوانتومی یک الکترون در ساختار یک اتم باشد؟

۱) $m_s=۰\,,\,m_l=۰\,,\,l=۱\,,\,n=۲$ **۲)** $m_s=-\frac{۱}{۲}\,,\,m_l=۰\,,\,l=۲\,,\,n=۳$

۳) $m_s=+\frac{۱}{۲}\,,\,m_l=۰\,,\,l=۱\,,\,n=۱$ **۴)** $m_s=-\frac{۱}{۲}\,,\,m_l=-۳\,,\,l=۲\,,\,n=۴$

۱۴- کدام‌یک از عبارت‌های زیر، درست‌اند؟

الف) هر اتمی که در آن مجموع m_s های الکترون‌ها برابر صفر باشد، فاقد الکترون جفت نشده است.

ب) هر اتمی که در آن مجموع m_l های الکترون‌ها صفر باشد، جزو عناصر اصلی جدول تناوبی است.

پ) شمار اوربیتال‌های مربوط به هر لایه از رابطهٔ $2n+1$ به دست می‌آید.

ت) شمار اوربیتال‌های مربوط به هر زیرلایه از رابطهٔ $2l+1$ به دست می‌آید.

۱) «الف» و «پ» **۲)** «الف» و «ت» **۳)** «ب» و «پ» **۴)** «ب» و «ت»

۱۵- الکترون‌های موجود در آخرین زیر لایهٔ کدام یک از اتم‌های زیر، تنها در عدد کوانتومی مغناطیسی با هم تفاوت دارند؟

الف) $_{20}Ca$ **ب)** $_{33}As$ **پ)** $_{6}C$ **ت)** $_{16}S$

۱) «الف» و «پ» **۲)** «ب» و «ت»

۳) «ب» و «پ» **۴)** «الف» و «ب»

۱۶- در یون X^{2-} ، عدد جرمی برابر ۷۹ و تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۹ است. عدد اتمی این عنصر برابر ..... بوده و دارای ..... اوربیتال جفت الکترونی است. هم‌چنین در لایهٔ ظرفیت آن ..... الکترون وجود دارد. (از راست به چپ)

۱) ۶-۱۶-۳۴ **۲)** ۶-۱۶-۳۶

۳) ۶-۱۸-۳۴ **۴)** ۶-۱۸-۳۶

۱۷- در اتم عنصر A، شمار الکترون‌های دارای $n=2$، نصف شمار الکترون‌های دارای $n=3$ است. عبارت کدام گزینه دربارهٔ این عنصر درست است؟

۱) دارای سه اوربیتال تک الکترونی است.

۲) در بین الکترون‌های لایهٔ ظرفیت آن، چهار الکترون با $m_l=0$ وجود دارد.

۳) در این اتم، شش الکترون دارای عدد کوانتومی مغناطیسی برابر $+1$ هستند.

۴) در هستهٔ آن ۲۶ پروتون وجود دارد.

۱۸- اگر یون تک اتمی A^{3+} دارای ۲۸ الکترون باشد، کدام مطلب دربارهٔ آن درست است؟

۱) ۱۶ الکترون در اتم A دارای عدد کوانتومی $n=3$ هستند.

۲) تمام زیرلایه‌های اشغال شدهٔ یون A^{3+} پر از الکترون هستند.

۳) شمار اوربیتال‌های تک الکترونی در اتم A از یون A^{3+} کم‌تر است.

۴) عدد اتمی اتم A برابر ۲۸ است.

۱۹- کدام مطلب دربارهٔ اتم $_{13}A$ درست است؟

۱) انرژی لازم برای جدا کردن یازدهمین الکترون آن، به طور قابل ملاحظه‌ای از انرژی لازم برای جدا کردن دهمین الکترون آن، بیش‌تر است.

۲) سه جهش بزرگ در انرژی‌های یونش متوالی آن وجود دارد.

۳) دومین انرژی یونش آن، الکترون را از زیرلایهٔ 3s جدا می‌کند.

۴) در یونش‌های متوالی، نخستین جهش بزرگ بین IE_1 و IE_2 مشاهده می‌شود.

۲۰- کدام گزینه درست است؟

۱) طبق اصل بناگذاری (آفبا) قبل و بعد از زیرلایهٔ 6s، به ترتیب زیرلایه‌های 5f و 5d الکترون می‌گیرند.

۲) تنها جهت‌گیری اوربیتال‌های موجود در زیرلایهٔ p، آن‌ها را از یک‌دیگر متمایز می‌کند.

۳) مطالعهٔ گستردهٔ رادرفورد روی پرتوهای X تولید شده از عنصرهای مختلف، زمینه‌ساز کشف پروتون شد.

۴) استفاده از نمک سدیم کلرید در رژیم غذایی، برای سالم ماندن غدهٔ تیروئید ضروری است.

آزمون ۳

شماره صفحات پاسخ تشریحی ۳۰ تا ۳۳

مبحث آزمون	زمان پیشنهادی	توضیحات سطح دشواری و نکات آزمون
فصل اول شیمی ۲	۱۹ دقیقه	با بررسی این آزمون مهارت کافی برای کسب درصد بالا در این فصل را پیدا می‌کنید. سطح علمی پیشنهادی سؤالات این آزمون، متوسط است.

۱- کدام مطلب درست است؟ (تجربی - ۹۰)

۱) تالس فیلسوف یونانی، چهار عنصر آب، هوا، خاک و آتش را سازندهٔ کاینات می‌دانست.

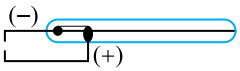
۲) ابزارهای یونانیان برای مطالعهٔ طبیعت شامل مشاهده کردن، اندیشیدن، پژوهش‌های عملی و نتیجه‌گیری از آن‌ها بود.

۳) اگر یک عنصر پرتوزا دو ذرهٔ α به همراه تابش‌های β و γ از دست بدهد، جرم اتمی میانگین آن تقریباً هشت واحد کاهش می‌یابد.

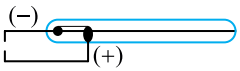
۴) روی سولفید (ZnS) از جمله مهم‌ترین مواد فسفرسانس است که با قطع شدن منبع نور، تابش آن نیز قطع می‌شود.

۲- کدام‌یک از آزمایش‌های زیر روی لولهٔ پرتو کاتدی ثابت می‌کند همهٔ مواد دارای الکترون هستند؟

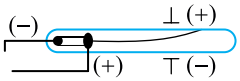
۱) لوله، دارای اندکی گاز هیدروژن است.



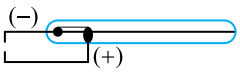
۲) لوله، دارای اندکی هوا است.



۳) میدان الکتریکی در بیرون لوله برقرار شده است.



۴) کاتد از آهن به مس تغییر یافته است.



۳- کدام مطلب نادرست است؟ (سنجش - ۹۴)

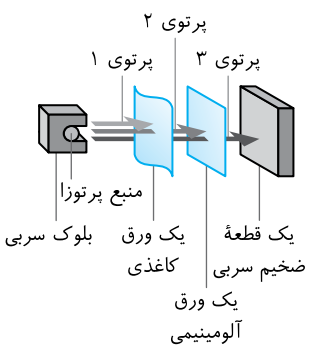
۱) ذرهٔ آلفا، همان هستهٔ اتم هلیم است و از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده است.

۲) وجود نوترون در هسته، توسط رادرفورد در سال ۱۹۲۰ پیش‌گویی و ۱۲ سال بعد توسط چادویک کشف شد.

۳) پروتون ذره‌ای با بار مثبت، جرم آن حدود ۲۰۰۰ برابر جرم الکترون و شمار آن در اتم‌های ایزوتوپ هر عنصر برابر است.

۴) نوترون ذره‌ای خنثی، جرم آن اندکی بیش‌تر از جرم پروتون و شمار آن در همهٔ اتم‌ها از شمار پروتون‌ها بیش‌تر است.

۴- با توجه به شکل روبه‌رو، از پرتو ..... در تعیین قطر هستهٔ اتم استفاده شد، پرتو ..... مانند پرتوهای کاتدی، جریانی از الکترون‌های پر انرژی است و پرتو ..... در میدان الکتریکی به سمت قطب مثبت منحرف می‌شود. (تجربی خارج - ۹۱)



۱) ۱، ۲ و ۳

۲) ۱، ۲ و ۲

۳) ۲، ۳ و ۲

۴) ۲، ۱ و ۳

۵- عبارت کدام گزینه توسط رادرفورد بیان نشده است؟

۱) در آزمایش بمباران ورقهٔ نازک طلا بیش‌تر ذره‌های آلفا بدون انحراف و در مسیری مستقیم از ورقهٔ نازک طلا عبور کردند.

۲) پروتون‌ها تنها ذرهٔ سازندهٔ هسته نیستند، بلکه ذرهٔ دیگری که بار الکتریکی ندارد، در آن وجود دارد.

۳) در آزمایش بمباران ورقهٔ نازک طلا، تعداد اندکی از ذره‌های آلفا با زاویهٔ اندکی از مسیر اولیه منحرف شدند.

۴) تابش حاصل از مواد پرتوزا خود شامل سه نوع پرتو می‌باشد که انحراف یکسانی در میدان الکتریکی ندارند.

۶- چه تعداد از مطالب زیر، درست‌اند؟

الف) جمع جبری اعداد کوانتومی الکترون(های) لایهٔ ظرفیت پتاسیم، برابر ۳/۵ است.

ب) حجم ۱۰۰g آب سنگین با حجم ۱۰۰g آب معمولی یکسان است.

پ) باروت سیاه، مخلوطی از سدیم نیترات، زغال و گوگرد است.

ت) عدد کوانتومی m_l می‌تواند تعیین کنندهٔ شکل اوربیتال باشد.

ث) آرایش الکترونی $[{}_{18}Ar]3d^{10}$ را نمی‌توان به یک اتم خنثی نسبت داد.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

۷- کدام مطلب نادرست است؟

۱) اگر جرم اتمی ایزوتوپ‌های یک اتم برابر ۵۵ amu و ۵۹ amu و جرم اتمی میانگین آن ۵۵/۸ amu باشد، درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر برابر ۲۰ درصد است.

۲) شمار پروتون پروتیم با شمار نوترون دوتریم برابر است.

۳) قلع دارای ۱۰ ایزوتوپ پایدار است و عنصرهای F، P و Al یک ایزوتوپ پایدار دارند.

۴) جرم پرتوهای آلفا چهار برابر جرم مولکول هیدروژن است.

۸- اگر شمار الکترون‌های کاتیون یکی از ایزوتوپ‌های نقره (Ag^+) برابر ۴۶ و شمار نوترون‌های آن برابر ۶۰ باشد، شمار نوکلئون‌ها، عدد جرمی و جرم اتمی تقریبی این یون بر حسب amu، به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

(سنجش - ۹۳)

۱) ۱۰۶, ۴۶, ۱۰۶ **۲)** ۱۰۶, ۱۰۶, ۱۰۶ **۳)** ۱۰۷, ۴۷, ۱۰۷ **۴)** ۱۰۷, ۱۰۷, ۱۰۷

۹- چند مورد از عبارت‌های زیر در مورد D_2O درست است؟ (فرض کنید هیدروژن سه ایزوتوپ H، D و T و اکسیژن دو ایزوتوپ $^{16}_{8}O$ و $^{18}_{8}O$ را دارد و در مولکول D_2O ایزوتوپ $^{16}_{8}O$ به کار رفته است.)

الف) تفاوت جرم یک مولکول آن با سنگین‌ترین مولکول آب به تقریب ۴amu است.

ب) یکی از ۱۲ نوع مولکول آب است که در یک نمونهٔ طبیعی آن می‌توان یافت.

پ) ۱۰۰ g از آن حجم کم‌تری نسبت به ۱۰۰g H_2O، با حالت فیزیکی یکسان، اشغال می‌کند.

ت) شمار پروتون‌ها، نوترون‌ها و الکترون‌ها در آن با هم برابر است.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

۱۰- کدام گزینه درست نیست؟ (تجربی - ۹۲)

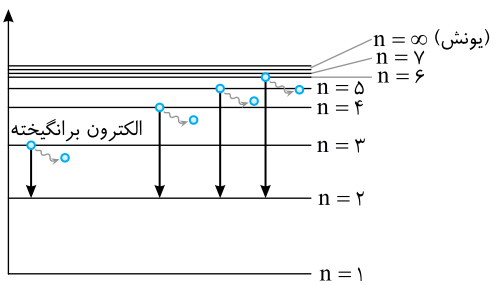
۱) هر بستهٔ انرژی را یک کوانتوم انرژی می‌گویند.

۲) کوانتومی بودن به معنای پیمانه‌ای یا بسته‌ای بودن یک کمیت است.

۳) بور، به هر تراز انرژی کوانتیده، عدد ویژه‌ای نسبت داد که عدد کوانتومی اصلی نامیده شد.

۴) شرودینگر، برای مشخص کردن هر یک از اوربیتال‌های یک اتم، از چهار عدد کوانتومی n، l، m_l و m_s استفاده کرد.

۱۱- شکل روبه‌رو، برای توجیه بخش مریی طیف نشری خطی اتم هیدروژن با مدل اتمی بور ارایه شده است. با توجه به آن، کدام مطلب نادرست است؟



(پایدارترین تراز انرژی)

۱) الکترون فقط اجازه دارد که مقادیر معینی انرژی داشته باشد.

۲) بزرگ‌ترین طول موج در بخش مریی طیف نشری خطی اتم هیدروژن، مربوط به انتقال الکترون از $n=3$ به $n=2$ است.

۳) طول موج انتقال الکترونی $n=4$ به $n=3$ از طول موج انتقال الکترونی $n=6$ به $n=5$ بزرگ‌تر است.

۴) انرژی الکترون با فاصلهٔ آن از هسته، رابطهٔ مستقیم دارد.

محاسبات

۱۲- هدف از آزمون شعله چیست؟

۱) تعیین رنگ نور تولید شده بر اثر انتقال الکترون از ترازهای برانگیخته به تراز حالت پایه یک اتم.

۲) شناسایی نوع نافلز موجود در یک ترکیب با استفاده از طیف نشری خطی.

۳) تعیین شمار پروتون‌های موجود در هسته اتم یک عنصر با استفاده از رنگ شعله آن.

۴) تعیین نوع فلز موجود در یک نمونهٔ مجهول از روی رنگی که محلول ترکیب آن به شعله می‌دهد.

۱۳- چه تعداد از موارد زیر جملهٔ روبه‌رو را به درستی تکمیل می‌کنند؟ «همواره الکترون، ..... را قبل از ..... اشغال می‌کند.»

الف) زیر لایهٔ با n کم‌تر ـ زیرلایهٔ با n بیش‌تر

ب) زیرلایهٔ با l کم‌تر ـ زیرلایهٔ با l بیش‌تر

پ) اوربیتال با $m_l=(+1)$ از زیرلایهٔ $2p$ ـ اوربیتال با $m_l=0$ از زیرلایهٔ $3s$

ت) اوربیتال خالی یک زیرلایه ـ اوربیتال نیمه پر همان زیرلایه

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

۱۴- کدام مطلب نادرست است؟

۱) بیشترین تعداد الکترون مجاز در هر زیرلایه از رابطهٔ $4l+2$ به‌دست می‌آید.

۲) اگر آرایش الکترونی A^{2+} ۶۴ به $3d^9$ ختم شود، تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در اتم A برابر ۸ است.

۳) شرودینگر مدل کوانتومی اتم را بر مبنای رفتار دوگانهٔ موجی ـ ذره‌ای الکترون و با تأکید بر رفتار موجی آن پیشنهاد کرد.

۴) برای زیرلایهٔ $4d$، مقادیر n ، l و شمار اوربیتال‌ها به ترتیب ۴، ۲ و ۵ است.

۱۵- در اتم وانادیم $_{23}V$، ..... اوربیتال از الکترون اشغال شده‌اند که در میان آن‌ها، ..... اوربیتال جفت الکترونی است و ..... الکترون در آن دارای عددهای کوانتومی $m_s=+\frac{1}{2}$ و $n=3$ اند. (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) (ریاضی - ۹۰)

۱) ۶،۱۰،۱۴ **۲)** ۶،۱۱،۱۴ **۳)** ۷،۱۱،۱۳ **۴)** ۷،۱۰،۱۳

۱۶- کدام مطلب دربارهٔ اتم A که آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت در آن به صورت $4s^2 4p^3$ می‌باشد، نادرست است؟

۱) ۱۵ الکترون در آن دارای $m_l=0$ می‌باشند.

۲) عدد اتمی آن برابر ۳۳ است و هر اوربیتال اشغال شدهٔ آن دارای یک جفت الکترون می‌باشد.

۳) عنصری اصلی است و همهٔ اوربیتال‌های زیرلایهٔ $3d$ آن جفت الکترونی هستند.

۴) لایه‌های دوم و سوم آن پر از الکترون و آخرین زیرلایهٔ آن نیمه پر است.

۱۷- در بین عناصری که عدد اتمی آن‌ها از ۱۹ تا ۳۶ می‌باشد، در چند عنصر، همهٔ اوربیتال‌های موجود در لایهٔ ظرفیت، تک الکترونی هستند؟

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

۱۸- آرایش الکترونی کدام گونهٔ شیمیایی با آرایش الکترونی هر یک از سه گونهٔ دیگر تفاوت دارد؟ (ریاضی - ۸۹)

۱) $_{28}Ni^{2+}$ **۲)** $_{29}Cu^{+}$ **۳)** $_{30}Zn^{2+}$ **۴)** $_{31}Ga^{3+}$

۱۹- در بررسی انرژی‌های یونش متوالی شش الکترون از عنصر اصلی A، اعداد جدول زیر به دست آمده است. مجموع m_s الکترون‌های اتم A کدام است؟

شمارهٔ یونش	۱	۲	۳	۴	۵	۶
انرژی یونش $(kJ.mol^{-1})$	۱۰۵۰	۲۰۱۰	۳۴۰۰	۵۰۰۰	۷۲۳۰	۲۸۴۵۰

۱) صفر **۲)** $-\frac{3}{2}$ **۳)** $+\frac{3}{2}$ **۴)** ۱

۲۰- همهٔ گزینه‌های زیر درست‌اند، به‌جز:

۱) در مدل کوانتومی، همانند مدل بور، برای الکترون‌ها سطوح انرژی کوانتیده پیش‌بینی می‌شود.

۲) هنگامی‌که بونزن مقداری کات کبود را در شعلهٔ مشعل دستگاه طیف‌بین قرار داد، رنگ آبی شعله به سبز تغییر پیدا کرد.

۳) در بخش مرئی طیف نشری خطی هیدروژن، انتقال الکترون از $n=6$ به $n=2$، طول موج کم‌تری نسبت به بقیه انتقال‌ها دارد.

۴) یک amu یک دوازدهم جرم اتمی میانگین ایزوتوپ‌های کربن است.

آزمون ٤

شماره صفحات پاسخ تشریحی ۳۴ تا ۳۸

مبحث آزمون	زمان پیشنهادی	توضیحات سطح دشواری و نکات آزمون
فصل اول شیمی ۲	۲۰ دقیقه	**هدف از این آزمون، تمرین بیش‌تر و حل سؤالات ترکیبی می‌باشد. سطح علمی پیشنهادی سؤالات این آزمون، دشوار است.**

۱- کدام مطلب نادرست است؟ (ریاضی - ۹۱)

۱) تامسون ضمن مطالعه روی پرتوهای کاتدی، پرتوزایی را کشف کرد.

۲) پس از موفقیت تامسون در اندازه‌گیری نسبت بار به جرم الکترون، رابرت میلیکان توانست بار الکترون را اندازه بگیرد.

۳) بار الکترون در مقیاس نسبی برابر (-۱) و جرم آن حدود $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ جرم پروتون است.

۴) پدیده‌ای که ماری کوری آن را پرتوزایی نامید، نخستین بار توسط هانری بکرل مشاهده شد.

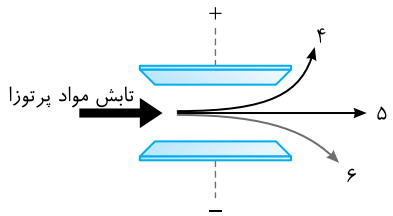
۲- با استفاده از نظریهٔ اتمی دالتون، کدام دو مورد را می‌توان توجیه کرد؟ (سنجش - ۹۲)

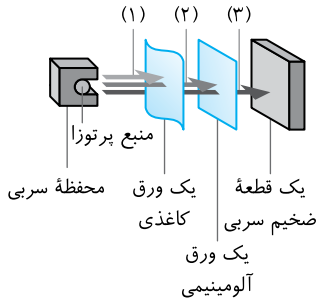
الف) تشکیل گاز $CO_۲$ از سوختن زغال **ب) تفاوت عدد جرمی در ایزوتوپ‌ها**

پ) ذوب شدن مواد جامد بر اثر گرما **ت) برقکافت الکترولیت‌ها**

۱) الف، پ **۲)** الف، ت **۳)** ب، پ **۴)** ب، ت

۳- با توجه به شکل زیر، پرتو ..... از جنس الکترون بوده و ذرات سازندهٔ پرتو (۶)، از ذرات سازندهٔ پرتو (۲) جرم ..... دارند. همچنین طول موج پرتو (۵) نسبت به پرتو X ..... است. (به ترتیب از راست به چپ)





۱) ۲- بیش‌تر ـ بلندتر **۲)** ۵- بیش‌تر ـ کوتاه‌تر **۳)** ۳- کم‌تر ـ بلندتر **۴)** ۴- بیش‌تر ـ کوتاه‌تر

۴- کدام مورد (موارد) جملهٔ زیر را به درستی تکمیل می‌کند (می‌کنند)؟

«این بخش از مدل اتمی ..... که می‌گوید ..... با دانسته‌های امروز مطابقت .....».

الف) رادرفورد ـ انرژی الکترون کوانتیده است ـ دارد

ب) تامسون ـ بیش‌تر جرم اتم ناشی از بار مثبت است ـ دارد

پ) دالتون ـ اتم‌ها در واکنش‌های شیمیایی تجزیه نمی‌شوند ـ دارد

ت) شرودینگر ـ اوربیتال، احتمال حضور الکترون در اطراف هسته را نشان می‌دهد ـ ندارد

۱) الف ، ب **۲)** ب ، پ ، ت **۳)** فقط پ **۴)** فقط ب

۵- کدام عبارت نادرست است؟

۱) الکترون نخستین ذرهٔ زیر اتمی شناخته شده است.

۲) در یون $^{۱۳۸}_{۵۶}M^{۲+}$ اختلاف تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۲۸ می‌باشد.

۳) از رادیو ایزوتوپ ید ـ ۱۳۱ برای تشخیص بیماری‌های غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود.

۴) در آزمایش بمباران ورقهٔ نازک طلا، رادرفورد مشاهده کرد که بیش‌تر ذره‌های آلفا با زاویه‌ای بیش از ۹۰ درجه از مسیر اولیه منحرف شدند.

محاسبات

۶- **مقایسهٔ انجام شده در کدام گزینه درست است؟**

۱) $\frac{\text{شمار نوترون‌های تریتیم}}{\text{شمار پروتون‌های } {}^{18}_{8}O} = \frac{1}{5}$

۲) $\frac{\text{جرم الکترون}}{\text{جرم اتم } {}^{12}C} \simeq \frac{1}{24000}$

۳) $\frac{\text{شمار ذره‌های باردار } {}^{86}_{38}M^{2+}}{\text{شمار ذره‌های بدون بار } {}^{39}_{19}M'} = \frac{15}{4}$

۴) $\frac{\text{جرم اتم هیدروژن}}{\text{جرم پرتوی } \alpha} \simeq 4$

۷- **با توجه به این‌که شمار الکترون‌های اتم ^{A}X و کاتیون $^{A}Y^{b+}$ برابر است. کدام گزینه درست است؟**

۱) شمار نوترون‌های X به اندازهٔ b از شمار نوترون‌های Y کم‌تر است.

۲) عدد اتمی X به اندازهٔ b از عدد اتمی Y بزرگ‌تر است.

۳) X و Y ایزوتوپ‌های یک‌دیگرند.

۴) اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در Y بیش‌تر از X است.

۸- **اگر اکسیژن دارای ایزوتوپ‌های $^{16}_{8}O$، $^{17}_{8}O$ و $^{18}_{8}O$ و هیدروژن دارای ایزوتوپ‌های $^{1}_{1}H$، $^{2}_{1}H$ و $^{3}_{1}H$ باشد، ..... مولکول آب متفاوت با جرم مولی $21\ g.mol^{-1}$ داریم و مجموع شمار ذره‌های زیر اتمی سنگین‌ترین مولکول آب به اندازهٔ ..... واحد بیش‌تر از جرم سبک‌ترین مولکول آب است. (از راست به چپ)**

۱) ۵ , ۳ ۲) ۶ , ۴ ۳) ۶ , ۳ ۴) ۵ , ۴

۹- **اگر جرم الکترون برابر 9×10^{-28} گرم باشد، جرم تقریبی 1×10^{24} اتم دوتریم برابر چند گرم خواهد بود؟ (جرم پروتون و جرم نوترون را یکسان و ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون در نظر بگیرید).** (سنجش -۹۳)

۱) ۳/۱۲۳۹ ۲) ۳/۱۹۳۲ ۳) ۳/۳۱۲۹ ۴) ۳/۳۹۲۱

۱۰- **عنصر $_{18}X$ با جرم اتمی میانگین $36/8\ g.mol^{-1}$، دارای سه ایزوتوپ طبیعی است که یکی از آن‌ها دارای ۲۰ نوترون و فراوانی ٪۲۰ و دیگری ۱۸ نوترون با فراوانی ٪۷۰ است. شمار نوترون‌های ایزوتوپ دیگر کدام است؟ (جرم پروتون و نوترون را یکسان و برابر $1\ amu$ در نظر بگیرید).** (تجربی خارج - ۹۰)

۱) ۲۱ ۲) ۲۲ ۳) ۲۳ ۴) ۲۴

۱۱- **کدام مطلب درست است؟**

۱) نور مریی نسبت به پرتوهای فرابنفش طول موج کوتاه‌تری دارد.

۲) با افزودن ترکیب‌های مس به جرقه‌های آتش می‌توان نور آبی تولید کرد.

۳) خط‌های طیف نشری همهٔ عنصرها در ناحیهٔ مریی قرار دارند.

۴) با افزودن براده‌های آهن به باروت سیاه می‌توان جرقه‌های آتش به رنگ نارنجی تولید کرد.

۱۲- **در مورد طیف نشری خطی اتم هیدروژن، کدام مطلب نادرست است؟**

۱) بور با کوانتومی در نظر گرفتن ترازهای انرژی توانست طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند.

۲) کوتاه‌ترین طول موج در بخش مریی، مربوط به انتقال الکترون از تراز سوم به دوم است.

۳) در اتم برانگیخته، انتقال از تراز سوم به اول صورت می‌گیرد، اما نور در بخش مریی قرار ندارد.

۴) خط طیفی که انرژی بیش‌تری دارد، دارای طول موج کم‌تری است.

۱۳- **کدام عبارت درست است؟**

۱) برای الکترونی که دارای $n=3$ است، مقدار m_l نمی‌تواند از $+2$ بزرگ‌تر باشد.

۲) در اتمی با چهار تراز الکترونی اشغال شده از الکترون، الکترون موجود در تراز چهارم با صرف انرژی بیش‌تری از اتم جدا می‌شود.

۳) الکترون‌های آخرین زیرلایهٔ اتم $_{15}P$ در عدد کوانتومی m_s با هم تفاوت دارند.

۴) در همهٔ اتم‌هایی که عدد اتمی زوج دارند، به اندازهٔ نصف عدد اتمی، اوربیتال پر شده وجود دارد.

۱۴- **بیشینه گنجایش لایهٔ چهارم در اتم‌ها ..... الکترون است و در این لایه، وجود الکترونی با مجموعه عددهای کوانتومی $n=4$، $l=2$ و ..... امکان‌پذیر است.** (سنجش - ۹۴)

۱) $m_l=+2,16$ ۲) $m_l=-2,32$ ۳) $m_l=-3,16$ ۴) $m_l=+3,32$

۱۵- چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

الف) در اتم هیدروژن انرژی لازم برای انتقال $n_1 \rightarrow n_2$ از انتقال $n_4 \rightarrow n_5$ بیش‌تر است.

ب) اگر در آزمایش رادرفورد ورقهٔ ضخیم طلا به کار می‌رفت، احتمال دست‌یابی به کشف فضای خالی زیاد اتم افزایش می‌یافت.

پ) در ۱۰ الکترون از الکترون‌های $_{14}Si$ حداقل یکی از اعداد کوانتومی برابر ۱ می‌باشد.

ت) با توجه به ابعاد تقریبی اتم طلا در یک ردیف به طول یک میکرون، به طور فرضی 10^4 اتم طلا پشت سر هم جای می‌گیرند.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

۱۶- کدام گزینه درست است؟ (ریاضی خارج - ۹۲)

۱) در بخش مریی طیف نشری خطی اتم هیدروژن، پرتویی که بیش‌ترین میزان انحراف را در خروج از منشور دارد، مربوط به انتقال $n_5 \rightarrow n_2$ است.

۲) طیف نشری خطی اتم هیدروژن نخستین بار توسط بور کشف شد و برای ارایهٔ مدل اتمی به کار رفت.

۳) در آرایش الکترونی اتم‌های خنثی، شمار الکترون‌های با عدد کوانتومی اسپین $+\frac{1}{2}$ و $-\frac{1}{2}$، با یک‌دیگر برابر است.

۴) الکترونی با عددهای کوانتومی $m_l = -3$ ، $l = 3$ و $n = 4$ فقط در لانتانیدها یافت می‌شود.

۱۷- کدام گزینه نادرست است؟

۱) اگر آرایش الکترونی A^{2+} به $3d^4$ ختم شود، آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت اتم A مشابه $_{25}Mn^+$ خواهد بود.

۲) در جدول تناوبی عنصرها، اتم اولین عنصری که تعداد الکترون‌های لایهٔ سوم آن به هجده می‌رسد، روی $(_{30}Zn)$ است.

۳) در اتم $_{29}Cu$ تعداد الکترون‌های با عدد کوانتومی اوربیتالی صفر، برابر با ۷ است.

۴) در ترکیب $_{22}TiCl_4$ یون تیتانیوم فاقد الکترون منفرد است.

۱۸- عدد جرمی اتم A، ۶۳ است. اگر در این اتم ۱۰ الکترون دارای $l = 2$ بوده و الکترونی با اعداد کوانتومی $m_s = +\frac{1}{2}$، $m_l = 0$ ، $l = 0$ و $n = 4$ دارای بیش‌ترین سطح انرژی در بین الکترون‌های آن باشد، کدام عبارت دربارهٔ این اتم نادرست است؟

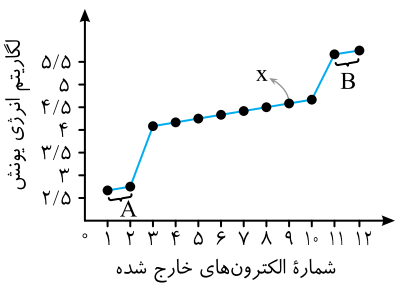
۱) یون یک بار مثبت آن دارای ۶ الکترون با عدد کوانتومی $l = 0$ می‌باشد.

۲) در هستهٔ آن ۳۳ نوترون وجود دارد.

۳) عنصر واسطه محسوب می‌شود.

۴) شمار اوربیتال‌های تک الکترونی آن با شمار اوربیتال‌های تک الکترونی $_{35}Br$ برابر است.

۱۹- با توجه به نمودار روبه‌رو، کدام عبارت درست است؟



۱) عدد کوانتومی مغناطیسی اسپین الکترون‌های دو زیرلایهٔ A و B برابر صفر است.

۲) این عنصر دارای عدد اتمی ۱۲ بوده و در لایهٔ ظرفیت آن ۲ الکترون با $n = 1$ وجود دارد.

۳) الکترون‌های ۳، ۴ و ۵ دارای اعداد کوانتومی $n = 2$ و $l = 1$ هستند.

۴) الکترون x مربوط به زیرلایهٔ 2s بوده و اوربیتال آن دمبلی شکل است.

۲۰- چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد $_{24}M$ درست است؟

الف) ۱۳ الکترون با m_l صفر دارد.

ب) جمع جبری m_s الکترون‌های آن برابر ۳ است.

پ) در لایهٔ ظرفیت آن ۶ الکترون وجود دارد.

ت) جزو فلزات اصلی دستهٔ s محسوب می‌شود.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

آزمون ۵

شماره صفحات پاسخ تشریحی ۳۸ تا ۴۱

مبحث آزمون	زمان پیشنهادی	توضیحات سطح دشواری و نکات آزمون
فصل اول شیمی ۲	۲۸ دقیقه	در این آزمون، فقط سؤالات شمارشی و ترکیبی استفاده شده است. هدف، افزایش سطح علمی و اعتماد به نفس شما می‌باشد. سطح علمی پیشنهادی سؤالات این آزمون، دشوار است.

۱- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست‌اند؟

الف) ارسطو فیلسوف یونانی، آب را عنصر اصلی سازندهٔ کاینات می‌دانست.

ب) نخستین بار بور، چهار خط طیف نشری هیدروژن را یافت.

پ) رادرفورد با بمباران ورقهٔ طلا با پرتوی بتا نظریهٔ تامسون را رد کرد.

ت) پیرامون هستهٔ هر اتم، حداکثر هفت لایهٔ الکترونی مشاهده می‌شود.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

۲- چه تعداد از عبارت‌های زیر، جملهٔ داده شده را به درستی تکمیل می‌کند؟

«کشف ..... را می‌توان به ..... نسبت داد.»

الف) بار الکترون- میلیکان **ب) $\frac{e}{m}$ الکترون- تامسون** **پ) نوترون- چادویک**

ت) هستهٔ اتم- رادرفورد **ث) خاصیت پرتوزایی - بکرل**

۱) ۲ **۲)** ۳ **۳)** ۴ **۴)** ۵

۳- همهٔ عبارت‌ها در مورد رادرفورد درست‌اند، به‌جز:

الف) در آزمایش ورقهٔ طلای خود از مواد فسفرسنت بهره برد.

ب) دریافت که پرتو اکتشافی توسط بکرل، خود متشکل از سه پرتو است.

پ) با ارایهٔ نظریهٔ خود، برخلاف تامسون خنثی بودن اتم را توجیه کرد.

ت) وجود نوترون در هسته را قبل از چادویک پیش‌بینی کرده بود.

۱) الف، ب **۲)** پ، ت **۳)** الف، پ **۴)** پ، ب

۴- چه تعداد از مطالب زیر درست‌اند؟

الف) اگر برای کربن دو ایزوتوپ ^{12}C و ^{13}C و برای کلر سه ایزوتوپ ^{35}Cl، ^{36}Cl و ^{37}Cl داشته باشیم، در یک نمونهٔ طبیعی CCl_4، ۱۰ نوع مولکول CCl_4 با جرم متفاوت وجود دارد.

ب) جرم یک ذرهٔ آلفا حدود ۸۰۰۰ برابر جرم یک الکترون است.

پ) جرم یک اتم ^{12}C دقیقاً ۱۲ برابر ۱ amu است.

ت) اگر در یک نمونهٔ خالص و طبیعی بور ٪۷۰ اتم‌ها ایزوتوپ ^{10}B باشند و ایزوتوپ دیگر بور ^{11}B باشد، جرم اتمی میانگین بور تقریباً ۱۰/۳amu می‌شود.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

۵- چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست‌اند؟

الف) ماری کوری به‌طور تصادفی پدیدهٔ پرتوزایی را کشف کرد.

ب) از رادیو ایزوتوپ کلر برای درمان بیماری‌های تیروئید استفاده می‌شود.

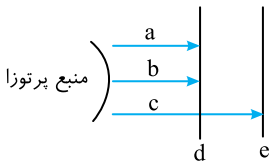
پ) جمع جبری عدد کوانتومی مغناطیسی اسپین الکترون‌های هیچ اتمی منفی نیست.

ت) در نظریهٔ تامسون الکترون‌ها همانند یک ابر، فضای اتم را پر کرده‌اند.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

۶- چند مورد از مطالب زیر نادرست‌اند؟

الف) با توجه به شکل روبه‌رو که مربوط به نفوذپذیری تابش‌های پرتوزاست، a، b، c، d و e به ترتیب می‌توانند α، β، γ، ورقهٔ آلومینیمی و سرب باشند.



ب) از ابتکارات شرودینگر می‌توان پیشنهاد چهار عدد کوانتومی برای اتم را نام برد.

پ) نخستین بار بونزن اعلام کرد نور هنگام عبور از یک منشور شکافته می‌شود.

ت) کم‌ترین طول موج در طیف مریی هیدروژن مربوط به انتقال $n_4 \rightarrow n_2$ می‌باشد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷- کدام موارد از مطالب زیر درست‌اند؟

الف) طبق مدل اتمی بور، الکترون هر چه فاصله بیش‌تری با هسته داشته باشد، انرژی کم‌تر و پایداری بیش‌تری دارد.

ب) الکترون‌های موجود در یک لایهٔ الکترونی، گروه‌های کوچک‌تری را تشکیل می‌دهند که دارای m_l یکسانی هستند.

پ) توجیه برخی خواص فیزیکی اتم‌ها، بدون نسبت دادن حضور دو الکترون در یک اوربیتال امکان‌پذیر نبود.

ت) برای یک الکترون برانگیخته، نشر نور مناسب‌ترین شیوه برای از دست دادن انرژی است.

۱) الف، پ ۲) ب، پ، ت ۳) الف، ت ۴) پ، ت

۸- چه تعداد از موارد زیر جملهٔ داده شده را به درستی تکمیل می‌کند؟

«همواره ..... از ..... ، ..... است.»

الف) طول موج انتقالات الکترونی که- ترازهای ششم، پنجم، چهارم و سوم به $n=2$ اتم هیدروژن می‌آیند- در ناحیهٔ طول موج مریی

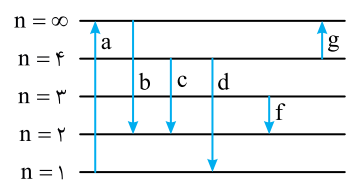
ب) اشغال شدن زیرلایهٔ با n کم‌تر- زیرلایهٔ با n بیش‌تر- زودتر

پ) انرژی دومین یونش- اولین یونش- بیش‌تر

ت) پرتو β - پرتو α - اندازه $\frac{q}{m}$ بیش‌تری را دارا

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹- با توجه به شکل زیر، چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست‌اند؟ (فاصلهٔ لایه‌ها رعایت نشده و انتقالات در اتم هیدروژن صورت گرفته است.)



الف) طول موج نور حاصل از انتقال c و f در گسترهٔ نور مریی است.

ب) انرژی انتقال g از قدرمطلق انرژی انتقال f بیش‌تر است.

پ) طول موج دو انتقال c و f نخستین بار توسط بور اندازه‌گیری شد.

ت) ترتیب طول موج نور آزاد شده به‌صورت $d<b<c<f$ است.

ث) در چهار مورد از انتقالات نشان داده شده در شکل، انرژی آزاد می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۰- چه تعداد از مطالب زیر درست‌اند؟

الف) مواد دارای خاصیت فلوئورسانس، نور با طول موج معینی را جذب و به جای آن نور با طول موج کوتاه‌تری را نشر می‌کنند.

ب) تحت هر شرایطی پرتو کاتدی به خط راست حرکت می‌کند.

پ) مواد فلوئورسنت در برخی آزمایش‌های تامسون و رادرفورد کاربرد داشتند.

ت) قطر اتم طلا، تقریباً 10^6 برابر قطر هسته آن است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

محاسبات

۱۱- چه تعداد از موارد زیر جملهٔ داده شده را به درستی تکمیل می‌کنند؟

«از دست‌آوردهای ..... می‌توان ..... را نام برد.»

الف) رابرت بونزن- دستگاه طیف‌سنج جرمی

ب) مایکل فارادی- کشف الکترون

پ) میلیکان- کشف مقدار بار الکترون

ت) رادرفورد- پیش‌بینی وجود نوترون

ث) نیلزبور- یافتن چهار خط طیف نشری هیدروژن

ج) نیوتون- بررسی شکافت نور

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۱۲- چند مورد از موارد زیر درست‌اند؟

الف) در طیف نشری خطی اتم هیدروژن، خط طیفی که طول موج بیش‌تری دارد، در عبور از منشور، انحراف کم‌تری دارد.

ب) انرژی دومین یونش اتم اکسیژن را می‌توان انرژی واکنش $O^{+}(g)\rightarrow O^{2+}(g)+e^{-}$ تعریف کرد.

پ) الکترونی که در جهت حرکت عقربه‌های ساعت به دور محور خود می‌چرخد، دارای $m_s=+\frac{1}{2}$ است.

ت) اوربیتال با n بیش‌تر، همواره انرژی بالاتری دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳- چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد $_{22}M$ درست‌اند؟

الف) می‌توان آرایش الکترونی نوشتاری آن را به صورت $[_{18}Ar]3d^{4}$ نوشت.

ب) شمار الکترون‌های با $m_l=+1$ در آن با شمار همین الکترون‌ها در اتم‌های قبل و بعدش در جدول تناوبی برابر است.

پ) متعلق به گروه IIB جدول تناوبی می‌باشد.

ت) شمار الکترون‌های با $m_l=0$ و $m_s=+\frac{1}{2}$ در آن با شمار الکترون‌های لایهٔ ظرفیت $_{24}Cr$ برابر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۴- چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف) جرم هیدروژن سنگین ۳ برابر جرم پروتیم است.

ب) جمع جبری m_l الکترون‌ها در کاتیون $_{26}FeCl_3$ با کاتیون $_{20}CaCl_2$ برابر است.

پ) عدد کوانتومی اوربیتالی برخلاف عدد کوانتومی اصلی، شمار زیرلایه‌های هر لایهٔ الکترونی را مشخص می‌کند.

ت) آرایش الکترونی $[_{18}Ar]3d^{10}4s^{1}$ را فقط به یون‌ها می‌توان نسبت داد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۵- دو ذرهٔ X^{+} و Y^{-} با یکدیگر هم الکترون بوده و عدد جرمی X به اندازهٔ ۴ واحد بیش‌تر از Y است. کدام یک از مطالب زیر در مورد اتم‌های X و Y درست‌اند؟

الف) اختلاف شمار نوترون‌های آن‌ها برابر ۲ است.

ب) اختلاف شمار پروتون‌های آن‌ها برابر ۲ است.

پ) اختلاف شمار الکترون‌های آن‌ها برابر ۲ است.

ت) قطعاً در هر دو شمار لایه‌های اشغال شده از الکترون برابر است.

۱) الف و ت ۲) ب و پ ۳) الف، ب و پ ۴) ب، پ و ت

۱۶- کدام یک از مطالب زیر درست‌اند؟

الف) آخرین اوربیتال اشغال شده در $_{8}O$ و $_{17}Cl$ تنها از نظر جهت‌گیری فضایی تفاوت دارند.

ب) مجموع m_s های الکترون‌های یک اتم برابر با $\frac{1}{2}$ شمار اوربیتال‌های تک الکترونی آن اتم است.

پ) در عناصر اصلی جدول تناوبی مجموع m_l های همهٔ الکترون‌های یک اتم، برابر با مجموع m_l های الکترون‌های لایهٔ ظرفیت آن است.

ت) در همهٔ عناصر با عدد اتمی زوج، تعداد الکترون‌ها با $m_s=+\frac{1}{2}$ برابر با الکترون‌های با $m_s=-\frac{1}{2}$ می‌باشد.

۱) ب و پ ۲) الف و پ ۳) پ و ت ۴) الف و ت

۱۷- چه تعداد از مطالب زیر درست‌اند؟

الف) آرایش الکترونی $_{18}Ar$ را می‌توان به یونی با بار $+3$ نسبت داد.

ب) برای یک الکترون حداکثر مقدار $\frac{l}{n}$، کم‌تر از حداکثر مقدار $\frac{m_l}{l}$ است. $(l\neq 0)$

پ) اعداد کوانتومی الکترونی که از $_{47}Ag$ جدا می‌شود تا یون Ag^+ تشکیل شود، به صورت $m_l=0$، $l=0$ و $n=6$ می‌باشد.

ت) حداکثر گنجایش الکترونی زیرلایه‌ای فرضی با $l=6$، برابر ۳۲ الکترون می‌باشد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۸- چند مورد، جمله زیر را به‌طور نادرست تکمیل می‌کنند؟

«اگر در ..... شمار ..... باشد، آنگاه .....»

الف) یون $^{52}A^{3+}$ - الکترون‌ها، ۲۰- شمار نوترون و پروتون آن برابر است.

ب) اتم ^{60}B - پروتون‌ها، ۲۴- می‌توان انتظار واکنش تلاشی هسته‌ای را داشت.

پ) اتم C- لایه‌های الکترونی، ۳- می‌توان انتظار ۳ جهش بزرگ در یونش‌های متوالی آن را داشت.

ت) لایهٔ ظرفیت اتم D- اوربیتال‌های کاملاً پر، صفر- نمی‌توان انتظار داشت D اتم یک فلز واسطه باشد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۹- کدام یک از مطالب زیر درست‌اند؟

الف) انرژی نخستین یونش برای اتم کلر را می‌توان انرژی واکنش $\frac{1}{2}Cl_2(g)\rightarrow Cl^+(g)+e^-$ تعریف کرد.

ب) انرژی نخستین یونش برای اتم فلوئور را می‌توان انرژی لازم برای رفتن الکترون از $n=1$ به $n=\infty$ تعریف کرد.

پ) اولین جهش بزرگ در یونش‌های متوالی $_{16}S$ از IE_6 به IE_7 اتفاق می‌افتد.

ت) اولین الکترونی که در هنگام یونش اتم $_{22}Ti$ در حالت گازی جدا می‌شود، دارای عددهای کوانتومی $l=2$ و $n=3$ است.

۱) پ و ت ۲) الف و ت ۳) ب، پ و ت ۴) پ

۲۰- چه تعداد از گزینه‌های زیر درست‌اند؟

الف) شمار الکترون‌های با $m_l=0$ در اتم $_{34}Se$ با شمار الکترون‌های با $m_s=+\frac{1}{2}$ در $_{30}Zn$ برابر است.

ب) مجموع m_l و m_s الکترون‌های اتم $_{35}Br$ با m_s الکترونی که چرخش در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت را دارد، برابر است.

پ) شمار الکترون‌های با $n=4$ در اتم $_{39}Y$ از شمار الکترون‌های با $m_s=-\frac{1}{2}$ در $_{18}Ar$ کم‌تر است.

ت) مجموع عددهای کوانتومی الکترون‌های دورترین لایهٔ $_{26}Fe$ از هسته، برابر ۸ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ تشریحی آزمون‌ها

پاسخ تشریحی آزمون ۱

۱- گزینهٔ ۳ طبق نظریهٔ دالتون واکنش‌های شیمیایی شامل **جابه‌جایی اتم‌ها** یا تغییر در **شیوهٔ اتصال** آن‌ها در مولکول‌هاست.

۲- گزینهٔ ۳ عبارت‌های (الف) ، (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی عبارت نادرست:

ب) جورج استونی فیزیکدان ایرلندی، ذره‌های حمل‌کنندهٔ جریان برق را الکترون نامید.

۳- گزینهٔ ۲ رادرفورد طی آزمایش بمباران ورقهٔ نازک طلا به وسیلهٔ پرتوهای آلفا مشاهده کرد که بیش‌تر ذره‌های آلفا بدون انحراف و در مسیری مستقیم از ورقهٔ نازک طلا عبور کردند. بنابراین **رادرفورد** (نه تامسون) نتیجه گرفت که بیش‌تر حجم اتم را **فضای خالی** تشکیل می‌دهد.

۴- گزینهٔ ۴ بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱) و (۳): میزان انحراف پرتوی A از پرتوی C بیش‌تر است، زیرا نسبت بار به جرم پرتوی A (پرتوی بتا)، بیش‌تر از پرتوی C (پرتوی آلفا) است.

گزینهٔ (۲): پرتوهای A، B و C به ترتیب بتا، گاما و آلفا نامیده می‌شوند.

گزینهٔ (۴): قدرت نفوذ پرتوی B (گاما) از دو پرتو دیگر بیش‌تر است (قدرت نفوذ $B>A>C$) و این پرتو توسط یک قطعهٔ ضخیم سربی جذب می‌شود.

۵- گزینهٔ ۱ بکـرل بـه طور تصادفـی به خاصیت مهمی پی برده بود که **ماری کوری**، دانشـمند معروف لهسـتانی آن را پرتوزایی و مواد دارای این خاصیت را پرتوزا نام نهاد. در ضمن رادرفورد (نه ماری کوری) پس از سال‌ها تلاش فهمید، تابش حاصل از مواد پرتوزا، ترکیبی از سه تابش مختلف است.

۶- گزینهٔ ۲ رادرفورد از آزمایش بمباران ورقهٔ نازک طلا، به وسیلهٔ پرتوهای آلفا به نتایج مهمی دست یافت که عبارت‌اند از:

مشـاهدهٔ ۱: **بیش‌تر** ذره‌های آلفا **بدون انحراف** و در مسـیری مستقیم از ورقهٔ نازک طلا عبور کردند. نتیجه: **بیش‌تر** حجم اتم را **فضای خالی** تشکیل می‌دهد. (درستی مورد الف)

مشاهدهٔ ۲: **تعداد زیادی** از ذره‌های آلفا با **زاویهٔ اندکی** از مسیر منحرف شدند. نتیجه: یک **میدان الکتریکی قوی** در اتم وجود دارد. (درستی مورد ت)

مشـاهدهٔ ۳: تعداد **بسـیار اندکی** از ذره‌های آلفا با زاویهٔ بیش از ۹۰° از مسـیر اولیه منحرف شدند. نتیجه: اتم طلا **هسته‌ای بسیار کوچک** با جرم بسیار زیاد دارد. (نادرستی مورد ب)

و اما حرکت الکترون به دور خودش، نخستین بار در **مدل کوانتومی اتم** بررسی شد. (نادرستی مورد پ)

۷- گزینهٔ ۱

$$\begin{cases} N+P=۱۵۷ \\ N-P=۲۹ \end{cases} \xrightarrow{P=Z} \begin{cases} N=۹۳ \\ P=Z=۶۴ \end{cases}$$

عدد اتمی، شمار پروتون‌های هر ذره را نشان می‌دهد.

۸- گزینهٔ ۳ پنج سـال پیش از آن‌که **رادرفورد** از پروتون سـخنی به میان آورد، **موزلی** یکی از دانشـجویان وی که روی تولید پرتوهای X مطالعه می‌کرد، به نتایج جالبی دست یافته بود، که تفسیر آن‌ها به کشف این ذره انجامید. امروزه از **موزلی** به عنوان کشف کنندهٔ پروتون یاد می‌شود.

۹- گزینهٔ ۳ ایزوتوپ سـبک‌تر را ${}^{A}_{۳۴}Se$ و ایزوتوپ سـنگین‌تر را ${}^{A'}_{۳۴}Se$ $(A'>A)$ در نظر می‌گیریم. با توجه به این‌که در ایزوتوپ سـبک‌تر، اختلاف شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها برابر ۸ است، می‌توان نوشت:

$${}^{A}_{۳۴}Se \begin{cases} p=۳۴ \\ N-p=۸ \rightarrow N-۳۴=۸ \rightarrow N=۴۲ \end{cases}$$

بنابراین در ایزوتوپ سبک‌تر، خواهیم داشت: ${}^{A}_{۳۴}Se \rightarrow A=p+N=۳۴+۴۲=۷۶\ amu$

همان‌طور که می‌دانید جرم اتمی و عدد جرمی از نظر عددی تقریباً برابرند، بنابراین می‌توان نوشت:

$${}^{۷۶}_{۳۴}Se \begin{cases} M_۱=۷۶ \\ F_۱=۳ \end{cases} \qquad {}^{A'}_{۳۴}Se \begin{cases} M_۲=A'=? \\ F_۲=۱ \end{cases}$$

حال از فرمول جرمی اتمی میانگین استفاده می‌کنیم: $\bar{M}=\frac{M_۱F_۱+M_۲F_۲}{F_۱+F_۲} \rightarrow ۷۹=\frac{۷۶\times۳+M_۲\times۱}{۳+۱} \rightarrow ۳۱۶=۲۲۸+M_۲ \rightarrow M_۲=۸۸$

۱۰- گزینهٔ ۱ از آنجا که جرم پروتون‌ها و نوترون‌ها **تقریباً با هم برابر** اســت و حدوداً برابر با ۱amu هســتند، می‌توان از روی عدد جرمی (مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها) جرم اتمی آن را تخمین زد. برای مثال جرم یکی از ایزوتوپ‌های لیتیم که ۳ پروتون و ۴ نوترون دارد، برابر ۷amu است.

۱۱- گزینهٔ ۳ رنگ شعلهٔ نمک‌های لیتیم و پتاسیم به ترتیب **قرمز** و **بنفش** می‌باشد.

نکته: رنگ شعلهٔ انواع ترکیبات فلزدار به صورت زیر است:

فلز موجود در ترکیب	رنگ شعله
لیتیم	قرمز
سدیم	زرد
پتاسیم	بنفش
کلسیم	قرمز (آجری)
آهن	نارنجی
مس	سبز
منیزیم	سفید
آلومینیم	سفید

۱۲- گزینهٔ ۳ طبق مدل اتمی بور، الکترون در اتم هیدروژن در مســیری دایره‌ای شــکل که **مدار** نامیده می‌شود، به دور هسته گردش می‌کند. اوربیتال از مفاهیم مدل اتمی کوانتومی است که سال‌ها بعد پیشنهاد شد.

۱۳- گزینهٔ ۱ در هر لایه با n مشــخص، عدد کوانتومی اوربیتالی (l) می‌تواند مقادیر ۰ تا $(n-1)$ را اختیار کند. پس برای یک لایهٔ الکترونی شــمار زیرلایه‌ها برابر با عدد کوانتومی اصلی (n) است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۲): شــمار اوربیتال‌های یک زیرلایه با توجه به عدد کوانتومی اوربیتالی (l) مشــخص می‌شــود. در واقع حداکثر تعداد اوربیتال‌ها در یک زیرلایه از رابطهٔ $2l+1$ به دست می‌آید.

گزینهٔ (۳): نوع هر زیرلایه با عدد کوانتومی اوربیتالی (l) مشخص می‌شود.

گزینهٔ (۴): شمار m_l های مجاز برای یک زیرلایهٔ معین، از رابطهٔ $2l+1$ به دست می‌آید.

۱۴- گزینهٔ ۲ عبارت گزینه‌های (۱)، (۳) و (۴) مربوط به اصل طرد پائولی‌اند، ولی گزینهٔ (۲) مربوط به قاعدهٔ هوند است.

۱۵- گزینهٔ ۳ بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) اوربیتال‌های s و p به ترتیب کروی و دمبلی شکل هستند.

ت) در ترکیب $Mg(OH)_2$، یون Mg^{2+} و در ترکیب $NiCO_3$، یون Ni^{2+} وجود دارد. به جدول زیر توجه کنید:

جمع جبری m_l الکترون‌های کاتیون	آرایش الکترونی یون	آرایش الکترونی اتم خنثی
صفر (همهٔ اوربیتال‌ها پر از الکترون هستند)	$_{12}Mg^{2+}: 1s^2/2s^2 2p^6$	$_{12}Mg: 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2$
$3d^8$ m_l : -۲ -۱ ۰ +۱ +۲ جمع جبری m_l الکترون‌ها $2(-2)+2(-1)+0+1(+1)+1(+2)=-3$	$_{28}Ni^{2+}: 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^8$	$_{28}Ni: 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^8/4s^2$

۱۶- گزینهٔ ۳ با توجه به این‌که قبل از ورود الکترون به زیرلایهٔ 3d، زیرلایهٔ 2p باید به طور کامل پر شود و گنجایش زیرلایهٔ p، شش الکترون است بنابراین زیرلایهٔ 3d، باید شامل ۳ الکترون باشد (ضمناً زیرلایهٔ 4s قبل از زیرلایهٔ 3d پر می‌شود) که آرایش الکترونی نوشتاری آن به صورت زیر است:

$$1s^2/2s^2\underline{2p^6}/3s^2\ 3p^6\underline{3d^3}/4s^2$$

این آرایش الکترونی، متعلق به اتم وانادیم $(_{23}V)$ می‌باشد.

۱۷- گزینهٔ ۲ یون A^{+} دارای ۲۸ الکترون است. بنابراین اتم A دارای ۲۹ الکترون می‌باشد که آرایش الکترونی نوشتاری آن‌ها به صورت زیر است:

$$_{29}A: 1s^2/\underbrace{2s^2\,2p^6}_{8\text{ الکترون}}/\underbrace{3s^2\,3p^6\,3d^{10}}_{18\text{ الکترون}}/4s^1 \xrightarrow{-1e^-} {}_{29}A^{+}: 1s^2/2s^2\,2p^6/3s^2\,3p^6\,3d^{10}$$

با توجه به آرایش‌های الکترونی نوشتاری بالا:

گزینهٔ (۱): لایه‌های دوم و سوم اتم A، به ترتیب هشت و هجده الکترون دارد.

گزینهٔ (۲): در یون A^{+}، اوربیتال نیمه پر وجود ندارد.

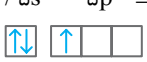
گزینهٔ (۳): در اتم A، هفت زیرلایه از الکترون اشغال شده و یک اوربیتال تک الکترونی وجود دارد.

گزینهٔ (۴): آرایش الکترونی نوشتاری یون A^{+}، به صورت $[_{18}Ar]\,3d^{10}$ می‌باشد.

۱۸- گزینهٔ ۴ آرایش الکترونی نوشتاری و نمادی عنصرهای داده شده، عبارت است از:

$_{52}A: [_{36}Kr]4d^{10}/5s^2\quad 5p^4 \Rightarrow$ چهار الکترون با $m_s=+\frac{1}{2}$ و دو الکترون با $m_s=-\frac{1}{2}$

$_{49}B: [_{36}Kr]4d^{10}/5s^2\quad 5p^1 \Rightarrow$ دو الکترون با $m_s=+\frac{1}{2}$ و یک الکترون با $m_s=-\frac{1}{2}$



$_{24}C: [_{18}Ar]3d^5/\quad 4s^1 \Rightarrow$ شش الکترون با $m_s=+\frac{1}{2}$ و فاقد الکترون با $m_s=-\frac{1}{2}$

$_{23}D: [_{18}Ar]3d^3/\quad 4s^2 \Rightarrow$ چهار الکترون با $m_s=+\frac{1}{2}$ و یک الکترون با $m_s=-\frac{1}{2}$

ملاحظه می‌کنید که تنها در عنصر $_{23}D$، شمار الکترون‌های با $m_s=+\frac{1}{2}$ چهار برابر شمار الکترون‌های با $m_s=-\frac{1}{2}$ است.

۱۹- گزینهٔ ۳ نمودار داده شده، انرژی‌های یونش متوالی عنصر منیزیم (Mg) را نشان می‌دهد. آرایش الکترونی نوشتاری این اتم به صورت زیر است:

$$_{12}Mg: 1s^2/2s^2\,2p^6/3s^2$$

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): الکترون شمارهٔ ۹ متعلق به زیرلایهٔ 2s می‌باشد که اعداد کوانتومی آن $l=0$ و $n=2$ است.

گزینهٔ (۲): با توجه به آرایش الکترونی نوشتاری، در اتم Mg سه لایه از الکترون اشغال شده است.

گزینهٔ (۳): عنصر منیزیم یکی از اعضای گروه فلزهای قلیایی خاکی است، بنابراین در دستهٔ s قرار می‌گیرد.

گزینهٔ (۴): عدد اتمی این عنصر ۱۲ است که از عدد اتمی Ar که ۱۸ می‌باشد، کم‌تر است.

۲۰- گزینهٔ ۳ برای تعیین نادرست بودن گزینهٔ (۳) کافی است یک مثال نقض بیاوریم. برای مثال، در یون Mg^{2+} شمار الکترون‌های دارای $m_s=+\frac{1}{2}$ با شمار الکترون‌های دارای $m_s=-\frac{1}{2}$ برابر است.

$_{12}Mg^{2+}: 1s^2/2s^2\quad 2p^6$

$\begin{cases} \text{شمار الکترون‌های دارای } m_s=+\frac{1}{2} = 5 \\ \text{شمار الکترون‌های دارای } m_s=-\frac{1}{2} = 5 \end{cases}$

پاسخ تشریحی آزمون ۲

۱- گزینهٔ ۳ شکل داده شده در سؤال، پدیدهٔ برقکافت را نشان می‌دهد. این پدیده هنگام عبور جریان برق از درون **محلول یک ترکیب شیمیایی**، توسط **فارادی** انجام شد. برقکافت از جمله پدیده‌هایی است که فیزیک‌دان‌ها برای توجیه آن، ذره‌ای بنیادی به نام **الکترون** را پیشنهاد کردند.

۲- گزینهٔ ۲ عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) مشاهده کردن، اندیشیدن و نتیجه‌گیری، سه ابزار یونانیان در مطالعهٔ طبیعت بود.

ب) این دیدگاه که همهٔ مواد از ذرات کوچک و تجزیه ناپذیری به نام اتم ساخته شده‌اند، نخستین بار توسط **دموکریت** مطرح شد و دالتون با اجرای آزمایش‌های بسیار، از نو به آن دست یافت.

۳- گزینهٔ ۱ هر چه یک ذرهٔ باردار، دارای نسبت بار به جرم $(\frac{q}{m})$ بیش‌تری باشد، در میدان الکتریکی به میزان بیش‌تری منحرف می‌شود، بنابراین پرتوهای بتا که از جنس الکترون هستند و جرم بسیار کمی دارند، بیش‌تر از پرتوهای آلفا که از جنس پروتون و نوترون هستند، منحرف می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۲): همهٔ هسته‌هایی که ۸۴ یا بیش‌تر از این تعداد، **پروتون** دارند و یا بر طبق یک قاعدهٔ کلی، نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها در آن‌ها ۱/۵ یا بیش‌تر باشد، ناپایدارند که بر اثر واکنش‌های تلاشی هسته‌ای به هسته‌های پایدار تبدیل می‌شوند.

گزینهٔ (۳): روی سولفید (ZnS) از جمله مهم‌ترین مواد **فلوئورسنت** است که در تولید لامپ تلویزیون و نمایشگرها کاربرد دارد.

گزینهٔ (۴): از مدل اتمی **تامسون**، با نام‌هایی چون مدل **کیک کشمشی** یا **مدل هندوانه‌ای** یاد می‌کنند. تامسون اتم را به شکل کره‌ای تصوّر می‌کرد که الکترون‌ها درون فضای ابرگونه‌ای از بار مثبت پراکنده شده‌اند.

۴- گزینهٔ ۳ به نکات زیر توجه کنید:

۱) پرتوی آلفا، از جنس $_{۲}^{۴}He^{۲+}$ است، بنابراین اگر اتم عنصری یک ذرهٔ آلفا تابش کند، عدد اتمی آن ۲ واحد و عدد جرمی آن ۴ واحد کاهش می‌یابد و در کل جرم آن ۴ واحد کاهش می‌یابد: $_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{۲}^{۴}\alpha + {}_{Z-۲}^{A-۴}Y$

۲) بـا توجـه بـه ناچیز بودن جرم الکترون، تابش پرتو بتا تغییری در جرم اتم ایجاد نمی‌کند و با توجه به این که در تابش بتا، یک نوترون به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شـود که الکترون حاصل به صورت تابش بتا از اتم نشـر می‌شود و پروتون در هسته باقی می‌ماند، بنابراین تابش بتا تغییر محسوسی در جرم اتم ایجاد نمی‌کند. با توجه به توضیحات داده شده، پس از تابش بتا، عدد اتمی یک واحد افزایش و عدد جرمی تغییری نمی‌کند: $_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{-۱}^{۰}\beta + {}_{Z+۱}^{A}Y$

۳) پرتوی گاما از جنس امواج الکترومغناطیس است و تغییری در عدد اتمی و عدد جرمی ایجاد نمی‌کند و فقط سطح انرژی اتم پایین می‌آید و تابش آن تأثیری در جرم اتم ندارد: $_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{۰}^{۰}\gamma + {}_{Z}^{A}X$

با توجه به این که جرم هر ذرهٔ آلفا تقریباً ۴ برابر جرم اتم هیدروژن است، بنابراین جرم ۲ ذرهٔ آلفا معادل ۸ برابر جرم اتم هیدروژن خواهد بود. در نتیجه نشر ۲ ذرهٔ آلفا، ۸ واحد از جرم اتم $_{۵۸}^{۲۵۲}Ce$ کم می‌کند و با توجه به نکات بیان شده، نشر پرتوهای بتا و گاما تأثیر محسوسی در جرم اتم ندارد: $۲۵۲-۸=۲۴۴$.

۵- گزینهٔ ۳ بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): برخی عنصرها مانند فلوئور، فسفر و آلومینیم، **تنها یک ایزوتوپ پایدار** دارند.

گزینـهٔ (۲): دالتـون معتقد بود اتم تجزیه‌ناپذیر اسـت، بنابراین وجود یون‌های مختلف برای یک عنصر (که به جابه‌جایی الکترون مربوط اسـت) با تئوری اتمی دالتون سازگار نیست.

گزینهٔ (۴): **تامسـون**، به کمک آزمایش‌های خود، ضمن اثبات وجود الکترون در اتم و معرفی الکترون به عنوان یک ذرهٔ زیراتمی موفق شـد سـاختاری برای اتم پیشنهاد کند.

۶- گزینهٔ ۲ قطر اتم طلا حدود $(۱۰^{-۱۰}m)۱۰^{-۸}cm$ و قطر هستهٔ آن $(۱۰^{-۱۵}m)۱۰^{-۱۳}cm$ می‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): رادرفورد مشاهده کرد که **تعداد بسیار اندکی** از ذره‌های آلفا (حدود **یک از بیست هزار**) با زاویه‌ای **بیش از** ۹۰° از مسیر اولیه منحرف شدند.

گزینهٔ (۳): رادرفورد در آزمایش خود، ورقهٔ نازک طلا (با ضخامت حدود **۲۰۰۰** اتم) را با **ذره‌های آلفا** (α) بمباران کرد.

گزینهٔ (۴): تشکیل تابش‌های پرتوزا، با مدل اتمی تامسون **هم‌خوانی نداشت**، زیرا اولاً این مدل توزیع بارهای مثبت و منفی را در اتم به درستی توضیح نمی‌داد. ثانیاً با توجه به این مدل، نمی‌توان انتظار داشت که قسمتی از اتم به صورت تابش مواد پرتوزا از اتم جدا شود.

۷- گزینهٔ ۳ بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینـهٔ (۱) و (۴): بـا توجه به شـکل، ۱۰۰ گـرم $D_۲O$ از ۱۰۰ گرم $H_۲O$ حجم کم‌تری دارد. با توجه به فرمـول چگالی $(\frac{\text{جرم}}{\text{حجم}})$، چگالی $D_۲O$ از چگالی $H_۲O$ بیش‌تر بوده (رد گزینهٔ ۱) و یک قطعه یخ $D_۲O$ در آب معمولی فرو می‌رود. (رد گزینهٔ ۴)

گزینهٔ (۲): ایزوتوپ‌ها **خواص شـیمیایی یکسـانی** دارند، ولی **برخی** خواص فیزیکی وابسته به جرم آن‌ها با هم **متفاوت است**، بنابراین خواص شیمیایی مایعات موجود در دو ظرف یکسان است.

گزینهٔ (۳): با توجه به این‌که چگالی $H_۲O$ از $D_۲O$ کم‌تر است، ۱۰۰ میلی لیتر $H_۲O$ نسبت به ۱۰۰ میلی لیتر $D_۲O$ جرم کمتری دارد.

۸- گزینهٔ ۳ با توجه به این‌که A_A عدد جرمی A و A_B عدد جرمی B است، می‌توان نوشت:

$$^{۸۰}A^{۲-}: A_A = N+P = ۸۰ \xrightarrow{P=e-۲} N+(e-۲)=۸۰ \Rightarrow ۸۲ = N+e$$

$$B^{۳+}: A_B = N+P \xrightarrow{P=e+۳} A_B = N+(e+۳) = N+e+۳$$

با توجه به این که شمار نوترون‌ها و الکترون‌های این دو ذره با هم برابر است، داریم: $A_B = ۸۲+۳ = ۸۵$

۹- گزینهٔ ۴ فرمول تمام مولکول‌های اوزون و جرم مولکولی آن‌ها به صورت زیر است:

جرم اتمی	ساختار مولکول	جرم مولکولی	ساختار مولکول	جرم مولکولی	ساختار مولکول
۵۴*	$^{18}O-^{18}O-^{18}O$	۵۱*	$^{17}O-^{17}O-^{17}O$	۴۸*	$^{16}O-^{16}O-^{16}O$
۵۲	$^{17}O-^{18}O-^{17}O$	۴۹	$^{16}O-^{17}O-^{16}O$	۵۰*	$^{17}O-^{16}O-^{17}O$
۵۰	$^{16}O-^{18}O-^{16}O$	۵۳*	$^{18}O-^{17}O-^{18}O$	۵۲*	$^{18}O-^{16}O-^{18}O$
۵۳	$^{18}O-^{18}O-^{17}O$	۵۰	$^{17}O-^{17}O-^{16}O$	۴۹*	$^{16}O-^{16}O-^{17}O$
۵۲	$^{18}O-^{18}O-^{16}O$	۵۲	$^{17}O-^{17}O-^{18}O$	۵۰	$^{16}O-^{16}O-^{18}O$
۵۱	$^{17}O-^{16}O-^{18}O$	۵۱	$^{16}O-^{17}O-^{18}O$	۵۰	$^{16}O-^{18}O-^{16}O$

همان‌طور که مشاهده می‌کنید با ۳ ایزوتوپ اکسیژن، امکان تشکیل ۱۸ مولکول مختلف وجود دارد که در بین آن‌ها ۷ مولکول، جرم مولکولی متفاوتی دارند. (این ۷ مولکول با * مشخص شده‌اند.)

نکته: اگر عدد جرمی ایزوتوپ‌ها، به صورت واحد به واحد تغییر کند (مانند ۱۶ ، ۱۷، ۱۸) می‌توانیم از فرمول زیر برای مشخص کردن تعداد مولکول‌های با جرم مولکولی متفاوت استفاده کنیم:

تعداد مولکول‌های با جرم متفاوت = (جرم سنگین‌ترین مولکول ممکن) − (جرم سبک‌ترین مولکول ممکن) + ۱

$$= (\text{جرم } {}^{18}_{18}O\diagup\diagdown{}^{18}O) - (\text{جرم } {}^{16}_{16}O\diagup\diagdown{}^{16}O) + ۱ = ۵۴ - ۴۸ + ۱ = ۷$$

۱۰- گزینهٔ ۴ برای تعیین جرم اتمی میانگین یک عنصر از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

($\overline{M}$: جرم اتمی میانگین ، M_1 , M_2: جرم اتمی ایزوتوپ‌ها ، F_1 , F_2: درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها)

$$\overline{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2}$$

درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر (F_1) $= ۱۰۰ - ۴۸ = ۵۲$

$$۱۰۷/۸۶ = \frac{(۱۰۶/۹ \times ۵۲) + (M_2 \times ۴۸)}{۱۰۰} \Rightarrow M_2 = ۱۰۸/۹$$

۱۱- گزینهٔ ۳ عبارت‌های (ب)، (پ) و (ث) نادرست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

ب) رابرت بویل، مفهوم تازه‌ای از عنصر را بیان کرد. عنصر، ماده‌ای است که نمی‌توان آن را به مواد ساده‌تری تبدیل کرد.

پ) برای مثال $_1H$ با این که آرایش الکترونی $1s^1$ را دارد، ولی نافلز و گاز است.

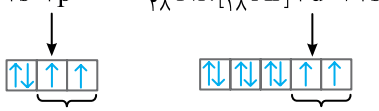
ث) اتم هلیم، ۲ پروتون، ۲ الکترون و ۲ نوترون دارد:

$$\text{جرم یک اتم } {}^4_2He = (۴ \times ۱۵۰۰ \times ۰/۰۰۰۵۴) + (۲ \times ۰/۰۰۰۵۴) = ۶۰۰۲ \times ۰/۰۰۰۵۴ = ۳/۲۴۱\ amu$$

بررسی عبارت‌های درست:

الف)

$_{34}Se: [_{18}Ar]\, 3d^{10}/4s^2 4p^4$ $\qquad$ $_{28}Ni: [_{18}Ar]\, 3d^8/4s^2$



دو اوربیتال نیمه‌پر $\qquad$ دو اوربیتال نیمه‌پر

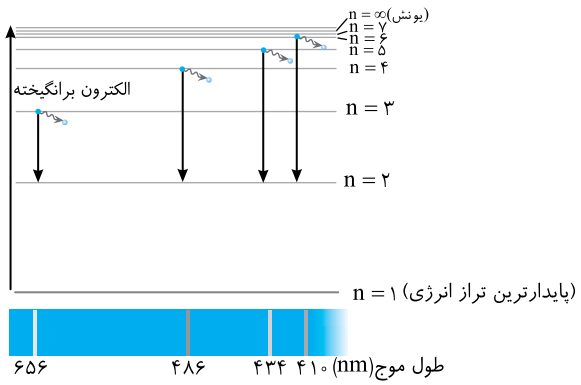
ت) $_{33}As: 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^{10}/4s^2 4p^3$

آرایش نموداری:

	۱s	۲s	۲p	۳s	۳p	۳d	۴s	۴p
m_l =	۰	۰	−۱, ۰, +۱	۰	−۱, ۰, +۱	−۲, −۱, ۰, +۱, +۲	۰	−۱, ۰, +۱

همان‌طور که مشاهده می‌کنید دارای ۷ الکترون با $m_l = +1$ است.

۱۲- گزینهٔ ۱ با توجه به مدل اتمی بور در اتم هیدروژن، هر چه از هسته **دور** می‌شویم، فاصلهٔ سطوح انرژی **کمتر** می‌شود. پس اختلاف انرژی بین ترازهای سوم و چهارم، بیش‌تر از اختلاف انرژی بین ترازهای چهارم و پنجم است.



۱۳- گزینهٔ ۲ بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): عدد کوانتومی مغناطیسی اسپین (m_s) فقط می‌تواند مقادیر $+\frac{۱}{۲}$ و $-\frac{۱}{۲}$ را داشته باشد.

گزینهٔ (۳): عدد کوانتومی اوربیتالی (l) تنها می‌تواند عددهای درست ۰ تا $n-۱$ را در بربگیرد، برای مثال اگر $n=۳$ باشد، l می‌تواند **صفر**، **یک** و **دو** باشد.

گزینهٔ (۴): عدد کوانتومی مغناطیسی (m_l) همهٔ عددهای صحیح بین $-l$ تا $+l$ را در برمی‌گیرد، برای مثال اگر $l=۲$ باشد، m_l می‌تواند تمام اعداد صحیح بین -۲ تا $+۲$ $(-۲, -۱, ۰, +۱, +۲)$ را در برگیرد.

۱۴- گزینهٔ ۲ بررسی عبارت‌های نادرست:

ب) برای مثال در $_{۲۴}Cr$ که از عناصر واسطه است مجموع m_lها صفر می‌باشد.

پ) تعداد اوربیتال‌های هر لایه از فرمول $n^۲$ به دست می‌آید.

۱۵- گزینهٔ ۳

الف) $_{۲۰}Ca:[_{۱۸}Ar]۴s^۲$ ($\uparrow\downarrow$) در m_s تفاوت دارند

ب) $_{۳۳}As:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}/۴s^۲۴p^۳$ ($\uparrow\ \uparrow\ \uparrow$) در m_l تفاوت دارند

پ) $_{۶}C:[_{۲}He]۲s^۲۲p^۲$ ($\uparrow\ \uparrow$) در m_l تفاوت دارند

ت) $_{۱۶}S:[_{۱۰}Ne]۳s^۲۳p^۴$ ($\uparrow\downarrow\ \uparrow\ \uparrow$) در m_l و m_s تفاوت دارند

با توجه به آرایش الکترونی نوشتاری و نموداری چهار عنصر، تنها در موارد «ب» و «پ»، الکترون‌های موجود در آخرین زیرلایه در عدد کوانتومی مغناطیسی (m_l) با هم اختلاف دارند.

۱۶- گزینهٔ ۱

$$\begin{cases} N+P=۷۹ \\ N-e=۹ \end{cases} \xrightarrow{P=e-۲} \begin{cases} N+P=۷۹ \\ N-(P+۲)=۹ \Rightarrow N-P=۱۱ \end{cases} \Rightarrow N=۴۵ \ ، \ P=۳۴ \ (\text{عدد اتمی})$$

آرایش الکترونی نوشتاری $_{۳۴}X$ به صورت زیر می‌باشد:

$$_{۳۴}X:۱s^۲/۲s^۲۲p^۶/۳s^۲\ ۳p^۶\ ۳d^{۱۰}/۴s^۲۴p^۴$$

عنصر $_{۳۴}X$ دارای ۱۶ اوربیتال جفت الکترونی است و در لایهٔ ظرفیت آن ۶ الکترون $(۴s^۲۴p^۴)$ وجود دارد.

۱۷- گزینهٔ ۲ با توجه به این که لایهٔ دوم گنجایش ۸ الکترون را دارد $(۲s^۲, ۲p^۶)$، بنابراین در لایهٔ سوم باید ۱۶ الکترون وجود داشته باشد که ۲ الکترون در زیرلایهٔ $۳s$، ۶ الکترون در زیرلایهٔ $۳p$ و ۸ الکترون در زیرلایهٔ $۳d$ است، اما نکتهٔ مهم این است که زیرلایهٔ $۴s$ قبل از $۳d$ پر می‌شود، بنابراین آرایش الکترونی نوشتاری عنصر A به صورت $[_{۱۰}Ne]\ ۳s^۲۳p^۶۳d^۸/۴s^۲$ می‌باشد.

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): دارای دو اوربیتال تک‌الکترونی است. (دو اوربیتال تک‌الکترونی $۳d$)

گزینهٔ (۲): لایهٔ ظرفیت عنصر A، به صورت $۳d^۸۴s^۲$ می‌باشد که دارای چهار الکترون با $m_l=۰$ است (۲ الکترون در $۴s$ و ۲ الکترون در $۳d$)

گزینهٔ (۳): در این اتم، پنج الکترون دارای عدد کوانتومی مغناطیسی برابر $+۱$ هستند. (۲ الکترون در $۲p$، دو الکترون در $۳p$ و یک الکترون در $۳d$)

گزینهٔ (۴): در هستهٔ آن ۲۸ پروتون وجود دارد.

$$(P=۱۰+۲+۶+۸+۲=۲۸)$$

۱۸- گزینهٔ ۲ یون A^{3+} دارای ۲۸ الکترون است، بنابراین اتم A دارای ۳۱ الکترون است. در اتم‌های خنثی، شمار پروتون‌ها و الکترون‌ها یکسان بوده و با عدد اتمی (Z) برابر است، پس: $Z=31$.

$$_{31}A: 1s^2/2s^2 2p^6/\underbrace{3s^2 3p^6 3d^{10}}_{\text{۱۸ الکترون}}/4s^2 4p^1$$

$$_{31}A^{3+}: 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}$$

با توجه به آرایش‌های الکترونی نوشتاری، در اتم A، ۱۸ الکترون دارای عدد کوانتومی $n=3$ هستند (رد گزینهٔ ۱). شمار اوربیتال‌های تک الکترونی در اتم A از یون A^{3+} بیش‌تر است (رد گزینهٔ ۳) و عدد اتمی A برابر است با ۳۱ (رد گزینهٔ ۴). در یون A^{3+} تمام زیرلایه‌های اشغال شده، پُر از الکترون هستند (تأیید گزینهٔ ۲).

۱۹- گزینهٔ ۳ با توجه به آرایش الکترونی نوشتاری $_{13}Al$ $(1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^1)$، دومین انرژی یونش، الکترون را از زیرلایهٔ 3s جدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): در اتم $_{13}Al$ دومین جهش بزرگ بین IE_{11} و IE_{12} اتفاق می‌افتد، بنابراین انرژی لازم برای جدا کردن دوازدهمین الکترون به طور قابل ملاحظه‌ای از انرژی لازم برای جدا کردن یازدهمین الکترون بیش‌تر است.

گزینهٔ (۲): دو جهش بزرگ وجود دارد:

$3p^1$	$2p^6/3s^2$	$1s^2/2s^2$
	↓	↓
	نخستین جهش بزرگ	دومین جهش بزرگ

گزینهٔ (۴): نخستین جهش بزرگ بین IE_3 و IE_4 اتفاق می‌افتد.

۲۰- گزینهٔ ۲ بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): طبق اصل بناگذاری (آفبا) قبل و بعد از زیرلایهٔ 6s، به ترتیب زیرلایه‌های 5p و 4f الکترون می‌گیرند.

گزینهٔ (۳): مطالعهٔ گستردهٔ موزلی (نه رادرفورد) روی پرتوهای X تولید شده از عنصرهای مختلف، زمینه‌ساز کشف پروتون به عنوان دومین ذرهٔ زیر اتمی شد.

گزینهٔ (۴): استفاده از نمک **یددار** در رژیم غذایی، برای سالم ماندن غدهٔ تیروئید ضروری است.

پاسخ تشریحی آزمون ۳

۱- گزینهٔ ۳ هر ذرهٔ α دارای ۲ پروتون و ۲ نوترون است $(_2^4\alpha)$، بنابراین با تابش دو ذرهٔ α، جرم اتمی تقریباً **هشت واحد** کاهش می‌یابد. تابش β و γ، تأثیر چندانی در جرم ندارند. زیرا پرتو β جریانی از الکترون‌های پر انرژی است که دارای جرم بسیار ناچیزی هستند. پرتو γ هم از جنس نور با طول موج کوتاه بوده و **فاقد جرم** می‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): در حدود ۲۵۰۰ سال قبل، **تالس**، آب را عنصر اصلی سازندهٔ جهان می‌دانست. دویست سال، پس از او، **ارسطو**، چهار عنصر آب، هوا، خاک و آتش را عنصرهای سازندهٔ کاینات اعلام کرد.

گزینهٔ (۲): رابرت بویل در کتاب شیمی‌دان شکاک، شیمی را **علمی تجربی** نامید و از دانشمندان خواست که علاوه بر مشاهده کردن، اندیشیدن و نتیجه‌گیری که هر سه ابزار یونانیان در مطالعهٔ طبیعت بود، به **پژوهش‌های عملی** نیز اقدام کنند.

گزینهٔ (۴): روی سولفید (Zns) از جمله مهم‌ترین مواد **فلوئورسانس** است. در مواد فلوئورسانس، تابش نور، با قطع شدن منبع نور، قطع می‌شود.

۲- گزینهٔ ۴ وقتی تامسون جنس فلز کاتد را تغییر داد، مشاهده کرد که پرتو کاتدی با همان ویژگی‌های قبلی منتشر می‌شود، بنابراین نتیجه گرفت همهٔ مواد دارای الکترون هستند.

۳- گزینهٔ ۴ اگر چه نوترون ذره‌ای خنثی و جرم آن اندکی از جرم پروتون بیش‌تر است، اما شمار آن همیشه از شمار پروتون‌ها بیش‌تر نیست. (برای نمونه در اتم‌های $_1^1H, _6^{12}C, _8^{16}O$)

۴- گزینهٔ ۲ مقایسهٔ قدرت نفوذ و انرژی پرتوهای تابش شده از مادهٔ پرتوزا، به صورت $\gamma > \beta > \alpha$ می‌باشد. بنابراین با توجه به شکل داده شده پرتوهای ۱، ۲ و ۳ به ترتیب α، β و γ هستند.

نکتهٔ ۱: رادرفورد، در آزمایشی که برای شناخت دقیق‌تر ساختار **اتم** طراحی و اجرا کرد، ورقه **نازکی** از طلا را با ذره‌های **آلفا** بمباران کرد و به کمک مشاهده‌های خود توانست قطر اتم طلا و قطر هستهٔ آن را **به طور تقریبی** محاسبه کند.

نکتهٔ ۲: هر دو پرتوی کاتدی و بتا از جنس **الکترون‌های پر انرژی** هستند.

نکتهٔ ۳: از آن‌جا که بار پرتوهای بتا، منفی است، در حضور میدان الکتریکی، به سمت قطب مثبت منحرف می‌شوند.

۵- گزینهٔ ۳ در آزمایش بمباران ورقه نازک طلا **تعداد زیادی** از ذره‌های آلفا با **زاویهٔ اندکی** از مسیر اولیه **منحرف** شدند که رادرفورد از این مشاهده نتیجه گرفت یک **میدان الکتریکی قوی** در اتم وجود دارد.

۶- گزینهٔ ۱ فقط عبارت (ث) درست است.

بررسی عبارت‌ها:

الف) لایهٔ ظرفیت پتاسیم $4s^1$ می‌باشد که جمع جبری اعداد کوانتومی تک الکترون موجود در زیرلایهٔ $4s$ برابر ۴/۵ می‌باشد.

$$(n+l+m_l+m_s=4+0+0+\frac{1}{2}=4/5)$$

ب) چگالی D_2O از H_2O بیش‌تر است، در نتیجه ۱۰۰ گرم D_2O نسبت به ۱۰۰ گرم H_2O حجم کم‌تری دارد.

پ) باروت سیاه مخلوطی از پتاسیم نیترات، گرد زغال و گوگرد است.

ت) عدد کوانتومی m_l، تعیین‌کنندهٔ جهت‌گیری فضایی اوربیتال است.

ث) این آرایش را فقط به کاتیون می‌توان نسبت داد. زیرا در این آرایش، زیرلایهٔ $4s$ وجود ندارد.

۷- گزینهٔ ۴ جرم پرتوهای آلفا تقریباً دو برابر جرم مولکول هیدروژن است. توجه کنید که هر ذرهٔ آلفا متشکل از دو پروتون و دو نوترون است و جرم آن تقریباً ۴amu است (α^4_2) و هر مولکول هیدروژن (H_2) دو پروتون و دو الکترون دارد که جرم آن‌ها مجموعاً حدود ۲amu می‌شود.

گزینهٔ (۱): کافی است درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر را x در نظر گرفته و معادلهٔ روبه‌رو را حل کنیم:

$$\frac{(59x)+(55(100-x))}{100}=55/8\Rightarrow x=20$$

گزینهٔ (۲): توجه کنید که پروتیم (H^1_1) متشکل از یک پروتون و یک الکترون، دوتریم (هیدروژن سنگین یا D^2_1) متشکل از یک پروتون، یک نوترون و یک الکترون و تریتیم (T^3_1) متشکل از یک پروتون، دو نوترون و یک الکترون است.

۸- گزینهٔ ۴ بار یون $(+1)$ می‌باشد، پس تعداد پروتون‌ها یک عدد بیش‌تر از تعداد الکترون‌ها است:

تعداد پروتون‌ها: $Z=46+1=47$

به پروتون‌ها یا نوترون‌ها، **نوکلئون** می‌گویند. پس تعداد نوکلئون‌ها برابر است با:

تعداد نوکلئون‌ها = تعداد پروتون‌ها + تعداد نوترون‌ها $=Z+N=47+60=107$

جرم تقریبی یک اتم بر حسب amu برابر با عدد جرمی آن (مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها) یا همان تعداد نوکلئون‌هایش می‌باشد که در مورد این اتم، این عدد، برابر ۱۰۷ است.

عدد جرمی $A=Z+N=107$

جرم اتمی تقریبی بر حسب amu ≃ عدد جرمی $A\simeq 107amu$

۹- گزینهٔ ۴ هر چهار عبارت، درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) جرم سنگین‌ترین مولکول آب قابل تشکیل: $2\times3+18\simeq24amu$

جرم مولکول D_2O صورت سؤال: $2\times2+16\simeq20amu$

اختلاف جرم آن‌ها: $24-20\simeq4amu$

ب) مولکول‌های آب قابل تشکیل:

اکسیژن	هیدروژن	هیدروژن
^{16}O	H	H
^{16}O	H	D
^{16}O	H	T
^{16}O	D	T
^{16}O	D	D
^{16}O	T	T

اکسیژن	هیدروژن	هیدروژن
^{18}O	H	H
^{18}O	H	D
^{18}O	H	T
^{18}O	D	T
^{18}O	D	D
^{18}O	T	T

می‌بینیم که امکان ساخته شدن ۱۲ نوع مولکول آب وجود دارد.

پ) چگالی D_2O از H_2O بیش‌تر است، پس g ۱۰۰ از آن حجم کم‌تری نسبت به $100gH_2O$ اشغال می‌کند.

ت) در مولکول D_2O تعداد الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌ها با هم مساوی و برابر ۱۰ می‌باشد. $(^{16}_8O\ ,\ ^2_1D)$

۱۰- گزینهٔ ۴ شـرودینگر برای مشـخص کردن هر یک از اوربیتال‌های یک اتم از سـه عدد کوانتومی n، l و m_l اسـتفاده کرد. برای مثال یکی از اوربیتال‌های موجود در زیرلایهٔ $3p$ دارای عددهای کوانتومی $m_l=0$، $l=1$ و $n=3$ می‌باشـد. در هر اوربیتال، دو الکترون با m_s متفاوت قرار می‌گیرد.

به عبارت دیگر برای مشخص کردن هر یک از **الکترون‌های** یک اتم، علاوه بر سه عدد کوانتومی n، l و m_l باید m_s آن را نیز مشخص کنیم.

۱۱- گزینهٔ ۳ با توجه به شـکل، با افزایش n، فاصلهٔ سـطوح انرژی ترازها از هم، کم‌تر می‌شـود. بنابراین اختلاف سطح انرژی زیرلایه‌های $n=3$ و $n=4$ از اختلاف سطح انرژی زیرلایه‌های $n=5$ و $n=6$ بیش‌تر است. بنابراین انرژی انتقال الکترونی $n=4$ به $n=3$ از انرژی انتقال الکترونی $n=6$ به $n=5$ بیش‌تـر اسـت. از طرفـی می‌دانیم کـه طول موج با انـرژی آن رابطهٔ عکـس دارد. بنابراین طول مـوج انتقال $n=4\rightarrow n=3$ از طـول موج انتقال $n=6\rightarrow n=5$ کوتاه‌تر است.

۱۲- گزینهٔ ۴ هدف از این آزمایش، یافتن رنگی اسـت که محلول چند ترکیب شـیمیایی فلزدار به شـعله چراغ بونزن می‌دهند. با استفاده از نتایج این آزمایش **نوع فلز** موجود در یک نمونهٔ مجهول را از روی رنگی که **محلول** آن به شعله می‌دهد، تعیین می‌کنند.

۱۳- گزینهٔ ۲ فقط عبارت‌های (پ) و (ت) جمله را به درستی تکمیل می‌کند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) برای مثال زیرلایهٔ $4s$ با $n=4$ زودتر از زیرلایهٔ $3d$ با $n=3$ پر می‌شود.

ب) برای مثال زیرلایهٔ $3d$ با $l=2$ زودتر از زیرلایهٔ $4p$ با $l=1$ پر می‌شود.

پ) اوربیتال‌های زیرلایهٔ $2p$، قبل از اوربیتال زیرلایهٔ $3s$ الکترون می‌گیرند.

ت) مطابق قاعدهٔ هوند این عبارت درست است.

قاعدهٔ هوند: هنگام پرشدن اوربیتال‌های هم‌انرژی (اوربیتال‌های یک زیرلایه) تا زمانی که هر یک از اوربیتال‌ها نیمه پر نشده باشند هیچ‌کدام پر نمی‌شوند.

۱۴- گزینهٔ ۲

$$^{64}A^{2+}: 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^9 \Rightarrow {}^{64}A: 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^{10}/4s^1$$

$\Rightarrow$ تعداد الکترون‌های اتم A = تعداد پروتون‌های اتم A = عدد اتمی اتم A $=29$

$\Rightarrow$ تعداد نوترون‌های اتم A $=64-29=35$

تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌های اتم A $=35-29=6$

در مورد گزینهٔ (۱) دقت کنید که تعداد اوربیتال‌های هر زیرلایه از رابطهٔ $2l+1$ به دست می‌آید و از آنجا که در هر اوربیتال مجاز است که دو الکترون قرار بگیرد، تعداد الکترون‌های مجاز در هر زیرلایه از رابطهٔ $2\times(2l+1)=4l+2$ به‌دست می‌آید.

۱۵- گزینهٔ ۴ ابتدا آرایش الکترونی نوشـتاری و نموداری $_{23}V$ را می‌نویسـیم و سپس با اسـتفاده از آن تعداد اوربیتال‌های اشغال شده (اوربیتال‌های جفت الکترونی و اوربیتال‌های تک الکترونی) و هم‌چنین تعداد اوربیتال‌های جفت الکترونی را مشخص می‌کنیم.

آرایش الکترونی نوشتاری: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^3\ 4s^2$

آرایش الکترونی نموداری: ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ ↑↓ ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ ↑↓ ↑↓ | ↑ ↑ ↑ | ↑↓

تعداد اوربیتال‌های اشغال شده $=1+1+3+1+3+3+1=13$

تعداد اوربیتال‌های جفت الکترونی $=1+1+3+1+3+0+1=10$

سه زیرلایهٔ $3s$، $3p$ و $3d$ دارای $n=3$ هستند، نیمی از الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های $3s$ و $3p$ دارای $m_s=+\frac{1}{2}$ می‌باشند از طرفی **هر سه الکترون** موجود در زیرلایهٔ $3d$، دارای $m_s=+\frac{1}{2}$ $(\uparrow)$ هستند، بنابراین در مجموع ۷ الکترون $(1+3+3)$ دارای عددهای کوانتومی $n=3$ و $m_s=+\frac{1}{2}$ هستند.

۱۶- گزینهٔ ۲ زیرلایهٔ p در حال پر شـدن می‌باشـد، پس عنصر موردنظر، یک عنصر اصلی اسـت و همهٔ لایه‌های آن قبل از لایهٔ چهارم از الکترون پر هستند پس آرایش الکترونی آن به صورت زیر است:

$1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^{10}/4s^2 4p^3 \rightarrow$ ۳۳ الکترون و ۳۳ پروتون دارد و عدد اتمی آن برابر ۳۳ است.

هم‌چنین آرایش الکترونی در سه اوربیتال $4p$ آن به صورت زیر است:

$4p^3$: ↑ | ↑ | ↑

$m_l=-1$ $\quad m_l=0$ $\quad m_l=+1$

پس سه اوربیتال $4p$ آن هر کدام فقط یک تک الکترون دارند.

۱۷- گزینهٔ ۲ اتم‌هایی که عدد اتمی آن‌ها از ۱۹ تا ۳۶ و همهٔ اوربیتال‌های موجود در لایهٔ ظرفیت آن‌ها، تک الکترونی باشد، عبارتند از:

$_{19}K:[_{18}Ar]\underbrace{4s^1}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}$ $4s^1:\uparrow$

$_{24}Cr:[_{18}Ar]\underbrace{3d^5 4s^1}_{\text{لایهٔ ظرفیت}}$ $3d^5:\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow$ $4s^1:\uparrow$

نکته: الکترون‌های ظرفیت در عناصر اصلی، الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های s و p لایهٔ آخر و در عناصر واسطه (دسته d) الکترون‌های موجود در زیرلایهٔ s لایهٔ آخر و زیرلایهٔ d لایهٔ ماقبل آخر $((n-1)d\ ,\ ns)$ می‌باشد.

۱۸- گزینهٔ ۱

نکته: هنگامی که می‌خواهیم آرایش الکترونی کاتیون یک فلز واسطه را بنویسیم، ابتدا الکترون‌های تراز بیرونی‌تر، یعنی 4s را جدا می‌کنیم، سپس در صورت نیاز، الکترون‌های بعدی را از زیرلایهٔ 3d برمی‌داریم.

آرایش الکترونی کاتیون	آرایش الکترونی اتم خنثی
$_{28}Ni^{2+}:[Ar]3d^8$	$_{28}Ni:[Ar]3d^8\,4s^2$
$_{29}Cu^{+}:[Ar]3d^{10}$	$_{29}Cu:[Ar]3d^{10}4s^1$
$_{30}Zn^{2+}:[Ar]3d^{10}$	$_{30}Zn:[Ar]3d^{10}4s^2$
$_{31}Ga^{3+}:[Ar]3d^{10}$	$_{31}Ga:[Ar]3d^{10}4s^2 4p^1$

ملاحظه می‌کنید که آرایش الکترونی Ni^{2+} با آرایش الکترونی سه کاتیون دیگر تفاوت دارد.

۱۹- گزینهٔ ۳ طبق جدول، بین انرژی‌های یونش پنجم و ششم، نخستین **جهش بزرگ** انرژی رخ داده است. پس اتم A در لایهٔ آخر خود ۵ الکترون دارد، در نظر داشته باشید در عناصر اصلی اوربیتال‌های لایه‌های قبل از لایهٔ آخر دو الکترونی هستند و مجموع m_s الکترون‌ها در آن‌ها برابر صفر است. بنابراین برای به‌دست آوردن مجموع m_s های الکترون‌های اتم A کافی است مجموع m_s های الکترون‌های لایهٔ آخر آن را به دست آوریم. با توجه به این که در لایهٔ آخر این اتم ۵ الکترون وجود دارد، پس آرایش الکترونی در لایهٔ آخر آن به صورت زیر است:

ns^2 np^3

$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\uparrow\uparrow$

$m_s:(+\frac{1}{2},-\frac{1}{2})(+\frac{1}{2},+\frac{1}{2},+\frac{1}{2})$

پس مجموع m_s ها در لایهٔ آخر به صورت روبه‌رو محاسبه می‌شود:

$$(+\frac{1}{2})+(-\frac{1}{2})+(+\frac{1}{2})+(+\frac{1}{2})+(+\frac{1}{2})=+\frac{3}{2}$$

۲۰- گزینهٔ ۴ یک amu برابر با یک دوازدهم جرم **فراوان‌ترین ایزوتوپ کربن** (کربن -۱۲) می‌باشد، نه جرم اتمی میانگین ایزوتوپ‌های آن.

در مورد گزینهٔ (۳) به جدول زیر توجه کنید:

بخش مریی طیف نشری خطی اتم هیدروژن:

انتقال الکترونی	$n=3\to n=2$	$n=4\to n=2$	$n=5\to n=2$	$n=6\to n=2$
طول موج	۶۵۶	۴۸۶	۴۳۴	۴۱۰
رنگ	قرمز	سبز	آبی	بنفش

توجه کنید که الکترون هر چه از تراز بالاتری به $n=2$ بیاید، انرژی بیش‌تر و با طول موج کوتاه‌تری را آزاد می‌کند. می‌دانیم که انرژی یک موج با طول موج آن رابطهٔ عکس دارد.

پاسخ تشریحی آزمون ٤

۱- گزینهٔ ۱ **هانری بکرل**، به طور تصادفی به خاصیت پرتوزایی پی‌برد. **ماری‌کوری**، خاصیتی را که بکرل به طور تصادفی به آن پی برده بود، پرتوزایی و مواد دارای این خاصیت را پرتوزا نامید. **رادرفورد**، بیان کرد که تابشی که بکرل، نخستین بار به وجود آن پی‌برده بود خود، ترکیبی از سه نوع تابش مختلف است.

۲- گزینهٔ ۱ نظریـــهٔ اتمی دالتون، تغییر حالت‌های فیزیکی و ترکیب شـــدن اتم‌ها در واکنش‌ها را توجیه می‌کنـــد (موارد الف و پ). طبق نظریهٔ اتمی دالتون، همهٔ اتم‌های یک عنصر مشابه هستند، پس نظریهٔ اتمی دالتون، نمی‌تواند وجود ایزوتوپ‌های یک اتم را توجیه کند. به همین ترتیب دالتون وجود ذرات زیر اتمی، مانند الکترون را در اتم پیش‌بینی نکرده بود، از این‌رو نمی‌توان برقکافت الکترولیت‌ها را با نظریهٔ دالتون توجیه کرد.

۳- گزینهٔ ۴ پرتوهـــای ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ به ترتیب α ، β ، γ ، β ، γ و α هســـتند. پرتوهای β همانند پرتوهـــای کاتدی از جنس الکترون‌های پر انرژی هســـتند. ذره‌های پرتوی α از دو پروتون و دو نوترون تشـــکیل شده‌اند که قطعاً جرم بیش‌تری از ذره‌های پرتوی β که از جنس الکترون هستند، دارد. پرتوهای γ دارای طول موج کوتاه‌تری، نسبت به پرتوهای X هستند.

۴- گزینهٔ ۳ بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) در هیچ بخشی از نظریهٔ رادرفورد به کوانتیده بودن انرژی الکترون اشاره نشده است.

ب) در مدل اتمی تامسون بیان شده که بیش‌تر جرم اتم، ناشی از الکترون‌هاست که با دانسته‌های امروزی مطابقت ندارد.

ت) این بخش از نظریهٔ کوانتومی، با دانسته‌های امروزی مطابقت دارد.

۵- گزینهٔ ۴ رادرفورد در آزمایش ورقهٔ طلا مشاهده کرد که تعداد **بسیار اندکی** از ذره‌های آلفا (حدود **یک از بیست‌هزار**) با زاویه‌ای **بیش از** 90° از مسیر اولیه منحرف شدند که از این مشاهده نتیجه گرفت اتم طلا **هسته‌ای بسیار کوچک** با **جرم بسیار زیاد** دارد.

۶- گزینهٔ ۲ توجه کنید که جرم هر الکترون حدود $\frac{1}{2000}\,amu$ است و اتم ^{12}C ۱۲amu جرم دارد، پس:

$$\frac{\text{جرم الکترون}}{\text{جرم اتم }{}^{12}C}\simeq\frac{1}{2000\times12}=\frac{1}{24000}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱):
$$\frac{\text{شمار نوترون‌های تریتیم}}{\text{شمار پروتون‌های }{}^{18}_{8}O}=\frac{2}{8}=\frac{1}{4}$$

گزینهٔ (۳):
$$\frac{\text{شمار ذره‌های باردار }{}^{86}_{38}M^{2+}\text{ (الکترون‌ها و پروتون‌ها)}}{\text{شمار ذره‌های بدون بار }{}^{39}_{19}M'\text{ (نوترون‌ها)}}=\frac{74}{20}=\frac{37}{10}$$

گزینهٔ (۴): اتم هیدروژن متشکل از یک پروتون و یک الکترون و ذرهٔ آلفا متشکل از دو پروتون و دو نوترون است که حدود چهار برابر اتم هیدروژن جرم دارد.

$$\frac{\text{جرم اتم هیدروژن}}{\text{جرم پرتوی آلفا}}\simeq\frac{1}{4}$$

۷- گزینهٔ ۱ با توجه به داده‌های سؤال، می‌توان نوشت:

$$^{A}_{Z}X\begin{cases}e_X=Z\\N_X=A-Z\end{cases},\qquad ^{A}_{Z'}Y^{b+}\begin{cases}e_Y=Z'-b\to Z'=e_Y+b\\N_Y=A-Z'\end{cases}$$

حال با استفاده از این روابط، به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم:

گزینهٔ (۱): مقایسهٔ نوترون‌های X و Y به صورت زیر است:

$$\begin{cases}N_X=A-Z\xrightarrow{Z=e_X}N_X=A-e_X\\N_Y=A-Z'\xrightarrow{Z'=e_Y+b}N_Y=A-(e_Y+b)=A-e_Y-b\end{cases}$$

با توجه به این‌که $e_X=e_Y$، می‌توان نوشت: $N_Y=N_X-b$

بنابراین شمار نوترون‌های X به اندازهٔ b از شمار نوترون‌های Y، بیش‌تر است و گزینهٔ (۱) درست می‌باشد.

گزینهٔ (۲): مقایسهٔ عدد اتمی X و Y به صورت روبه‌رو است:
$$\begin{cases}e_X=Z\\e_Y=Z'-b\to Z'=e_Y+b\end{cases}\xrightarrow{e_X=e_Y}Z'=Z+b$$

بنابراین عدد اتمی Y (یعنی Z') به اندازهٔ b از عدد اتمی X (یعنی Z) بیش‌تر است. (رد گزینهٔ (۲))

گزینهٔ (۳): X و Y دارای عدد جرمی یکسانی هستند، بنابراین نمی‌توانند ایزوتوپ یک‌دیگر باشند. (رد گزینهٔ (۳))

گزینهٔ (۴): اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در X، بیش‌تر از Y است، زیرا:

$$\begin{cases} N_X = A - Z \\ P_X = Z \end{cases} \rightarrow N_X - P_X = A - Z - Z = A - 2Z = A - 2e_X = A - 2e$$

$$\begin{cases} N_Y = A - Z' \\ P_Y = Z' \end{cases} \rightarrow N_Y - P_Y = A - Z' - Z' = A - 2Z' = A - 2(e_Y + b) = A - 2(e+b) = A - 2e - 2b$$

همان‌طور که مشاهده می‌کنید، اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در X برابر $A-2e$ و این اختلاف در Y برابر $A-2e-2b$ است، که: $A-2e > A-2e-2b$ به این ترتیب، گزینهٔ (۴) نیز نادرست است.

۸- گزینهٔ ۲ مولکول‌های آبی که با جرم مولی $21 g.mol^{-1}$ می‌توانند ایجاد شوند به صورت زیر هستند:

$^{2}H\,{}^{16}O\,{}^{3}H$ $\quad$ $^{2}H\,{}^{17}O\,{}^{2}H$ $\quad$ $^{1}H\,{}^{17}O\,{}^{3}H$ $\quad$ $^{1}H\,{}^{18}O\,{}^{2}H$

اکسیژن $(\frac{g}{mol})$	هیدروژن $(\frac{g}{mol})$	هیدروژن $(\frac{g}{mol})$	جرم مولی $(\frac{g}{mol})$
۱۶	۲	۳	۲۱
۱۷	۲	۲	۲۱
۱۷	۳	۱	۲۱
۱۸	۲	۱	۲۱

فرمول مولکولی	الکترون	پروتون	نوترون	مجموع شمار ذره‌های زیر اتمی
سنگین‌ترین مولکول آب $^{3}_{1}H\,{}^{18}_{8}O\,{}^{3}_{1}H$	۱۰	۱۰	۱۴	۳۴
سبک‌ترین مولکول آب $^{1}_{1}H\,{}^{16}_{8}O\,{}^{1}_{1}H$	۱۰	۱۰	۸	۲۸

اختلاف جرم سنگین‌ترین و سبک‌ترین مولکول آب برابر ۶ $(۳۴-۲۸=۶)$ می‌باشد.

نکته: ذره‌های زیر اتمی عبارتند از: الکترون – پروتون ـ نوترون و نوکلئون‌ها عبارتند از: پروتون‌ها و نوترون‌ها

۹- گزینهٔ ۳ با توجه به داده‌های متن این پرسش، چون هر اتم دوتریم، یک پروتون، یک نوترون و یک الکترون دارد، می‌توان نوشت:

$$^{2}_{1}H = (2\times 1840 + 1)m_{e^-} = 3681 m_{e^-} \quad \text{(دوتریم)}$$

$$3681\times 9\times 10^{-28} g \times 10^{24} = 3/3129 g$$

۱۰- گزینهٔ ۲

شمارهٔ ایزوتوپ	درصد فراوانی (a)	جرم اتمی (M)
۱	۲۰	$18+20=38$
۲	۷۰	$18+18=36$
۳	$100-(20+70)=10$	؟

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1a_1 + M_2a_2 + M_3a_3}{100} \Rightarrow 36/8 = \frac{(38\times 20)+(36\times 70)+(M_3\times 10)}{100} \Rightarrow M_3 = 40$$

$$\text{جرم اتمی ایزوتوپ سوم} = \text{جرم پروتون‌ها} + \text{جرم نوترون‌ها} \Rightarrow 40 = 18 + \text{جرم نوترون‌ها} \Rightarrow \text{جرم نوترون‌ها} = 22$$

نکته: جرم پروتون و نوترون تقریباً با هم برابر و مساوی $1\ amu$ می‌باشد.

۱۱- گزینهٔ ۴ بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): نور مریی نسبت به پرتوهای فرابنفش، **طول موج بلندتر و انرژی کم‌تری** دارد.

گزینهٔ (۲): با افزودن ترکیب‌های مس به جرقه‌های آتش نور **سبز رنگ** تولید می‌شود.

گزینهٔ (۳): الزامی ندارد که خط‌های طیف نشری خطی همهٔ عناصر، در ناحیهٔ مریی باشد.

۱۲- گزینهٔ ۲ انتقال از $n=3$ به $n=2$ کم‌ترین انرژی و بیش‌ترین طول موج را دارد.(نور قرمز با طول موج ۶۵۶ nm)

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): مدل اتمی بور، توانست طیف نشری خطی اتم هیدروژن را با موفقیت توجیه کند.

گزینهٔ (۳): انتقال از ترازهای بالایی به $n=1$، نور در ناحیهٔ فرابنفش تولید می‌کند.

گزینهٔ (۴): انرژی موج با طول موج رابطهٔ عکس دارد.

۱۳- گزینهٔ ۱ توجه کنید که برای الکترونی با $n=3$، عددهای کوانتومی اوربیتالی ممکن به صورت، $l=0$ و $l=1$ و $l=2$ می‌باشد که مقدار m_l در هیچ‌کدام بزرگ‌تر از $+2$ نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۲): الکترون‌های موجود در آخرین تراز الکترونی یک اتم، سست‌ترین الکترون‌ها بوده و برای جدا کردن آن‌ها انرژی کم‌تری مورد نیاز است. توجه کنید که شمارهٔ تراز الکترون با میزان پایداری الکترون رابطهٔ عکس دارد.

گزینهٔ (۳): الکترون‌های موجود در آخرین زیرلایهٔ اتم P همگی دارای $m_s=+\frac{1}{2}$ می‌باشند.

$_{15}P:[_{10}Ne]3s^2\ \underbrace{3p^3}_{\text{آخرین زیرلایه}}$

$3p^3:$ ↑ ↑ ↑

گزینهٔ (۴): فقط در مورد اتم‌هایی که همهٔ اوربیتال‌های آن جفت الکترونی باشند صدق می‌کند. (مانند گازهای نجیب)

نکته: برای الکترونی با عدد کوانتومی اوربیتالی l داریم: $-l\le m_l\le +l$

۱۴- گزینهٔ ۲ بیشینه گنجایش الکترونی در لایهٔ چهارم ۳۲ الکترون است. در این لایه چهار زیر لایهٔ s، p، d و f به ترتیب گنجایش ۲، ۶، ۱۰، ۱۴ الکترون دارند که مجموع آن‌ها برابر ۳۲ الکترون می‌شود. توجه کنید که m_l گسترهٔ $-l$ تا $+l$ را در بر می‌گیرد و برای $l=2$ مقدار $m_l=\pm3$ امکان‌پذیر نیست. (رد گزینه‌های ۳ و ۴)

نکته: گنجایش الکترونی لایه nام $=2n^2$

تعداد اوربیتال‌های لایه nام $=n^2$

۱۵- گزینهٔ ۳ عبارت‌های (الف)، (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

الف) هرچه از هسته دورتر می‌شویم فاصلهٔ سطوح انرژی کاهش می‌یابد و از آنجا که انتقال $n_1\to n_2$ در فاصلهٔ نزدیک‌تری نسبت به هسته انجام می‌گیرد، انرژی بیش‌تری نیز نیاز دارد. هم‌چنین به این نکته توجه داشته باشید که فاصله انرژی ترازهای اول و دوم زیاد است.

ب) ورقهٔ ضخیم طلا احتمال برخورد ذرهٔ α به هسته را افزایش داده و احتمال کشف فضای خالی زیاد را کاهش می‌داد.

پ)

$_{14}Si:\ 1s^2\ /\ 2s^2 2p^6\ /\ 3s^2 3p^2$

$_{14}Si:$ 1s ↑↓ | 2s ↑↓ | 2p ↑↓ ↑↓ ↑↓ | 3s ↑↓ | 3p ↑ ↑ □

هر دو الکترون دارای $n=1$ هستند.

هر ۶ الکترون دارای $l=1$ هستند. همچنین دو الکترون موجود در اوربیتال آخر دارای $m_l=+1$ نیز هستند.

هر دو الکترون دارای $l=1$ هستند.

ت) قطر اتم طلا برابر $10^{-8}cm$ و یک میکرون برابر $10^{-4}cm$ است:

تعداد اتم‌های طلا پشت سر هم $=\frac{10^{-4}}{10^{-8}}=10^4$

۱۶- گزینهٔ ۱ به دو نکتهٔ زیر توجه کنید:

۱) در اتم هیدروژن، انتقالات الکترونی که از ترازهای برانگیخته به تراز $n=2$ می‌آیند، **نور مریی** تولید می‌کنند.

۲) هر چه نوری دارای **انرژی بیش‌تر** و طول موج کم‌تر باشد، در هنگام عبور از منشور، انحراف بیش‌تری پیدا می‌کند.

در اتم هیدروژن، در بین انتقال‌های الکترونی که به $n=2$ می‌آیند، انتقال $n_4\to n_2$ دارای بیش‌ترین اختلاف انرژی و کم‌ترین طول موج می‌باشد. در نتیجه این نور که دارای رنگ **بنفش** می‌باشد، هنگام عبور از منشور **بیش‌ترین انحراف** را خواهد داشت.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۲): نخستین بار، **آنگستروم**، چهار خط طیف نشری هیدروژن را یافت و ۹ سال بعد، موفق به اندازه‌گیری دقیق طول موج هر خط شد.

گزینهٔ (۳): فقط در اتم‌هایی که همهٔ اوربیتال‌های آن‌ها جفت الکترونی باشند، این شرط برقرار است.

گزینهٔ (۴): الکترون مورد نظر، یکی از الکترون‌های زیرلایهٔ 4f است. این الکترون می‌تواند در عناصر واسطه و هم‌چنین عناصر اصلی که در تناوب‌های ششم و هفتم، بعد از لانتانیدها قرار گرفته‌اند و زیرلایهٔ 4f آن‌ها پر از الکترون است، وجود داشته باشد و الزاماً مربوط به یک عنصر لانتانید نمی‌باشد.

۱۷- گزینهٔ ۲ اتم اولین عنصری که تعداد الکترون‌های لایهٔ سوم آن به هجده می‌رسد، مس $(_{29}Cu)$ است، زیرا:

$$_{29}Cu: 1s^2/2s^2\ 2p^6/\underbrace{3s^2 3p^6 3d^{10}}_{\text{لایهٔ سوم با ۱۸ الکترون}}/4s^1$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): اگر آرایش الکترونی یون A^{2+} به $3d^4$ ختم شود، آرایش الکترونی اتم A به $3d^5/4s^1$ ختم می‌شود که مشابه با آرایش الکترونی $_{25}Mn^+$ است.

گزینهٔ (۳): عدد کوانتومی اوربیتالی (l) صفر، مربوط به زیرلایهٔ s است:

$$_{29}Cu: 1\underset{\downarrow}{s^2}/2\underset{\downarrow}{s^2}\ 2p^6/3\underset{\downarrow}{s^2}\ 3p^6 3d^{10}/4\underset{\downarrow}{s^1}$$
$$l=0: \quad 2 \quad 2 \quad 2 \quad 1$$

گزینهٔ (۴): زیرا در $TiCl_4$ به دلیل وجود ۴ یون Cl^-، یون تیتانیم به صورت Ti^{4+} بوده و فاقد الکترون جفت نشده است:

$$_{22}Ti^{4+}: [_{18}Ar] \rightarrow \underset{1s^2}{\uparrow\downarrow}\ \underset{2s^2}{\uparrow\downarrow}\ \underset{2p^6}{\uparrow\downarrow\ \uparrow\downarrow\ \uparrow\downarrow}\ \underset{3s^2}{\uparrow\downarrow}\ \underset{3p^6}{\uparrow\downarrow\ \uparrow\downarrow\ \uparrow\downarrow}$$

۱۸- گزینهٔ ۲ $l=2$ مربوط به زیرلایهٔ d است، درنتیجه، این عنصر ۱۰ الکترون در زیرلایهٔ d داشته و این زیرلایه در آن کاملاً پر است. سست‌ترین الکترون (پر انرژی‌ترین الکترون) یک اتم در آخرین زیرلایهٔ آن جای دارد که در اینجا 4s است. ضمناً به این علت که m_s این الکترون برابر با $+\frac{1}{2}$ است پس اولین الکترون وارد شده به این زیرلایه می‌باشد. $(4s^1)$ از آن‌جا که زیرلایهٔ 3d به طور کامل پر شده و زیرلایه 4s به‌طور کامل پر نشده است، پس اتم A عنصر واسطه بوده و لایهٔ ظرفیت آن به صورت $3d^{10}/4s^1$ می‌باشد. تنها اتم خنثی که با این لایه ظرفیت می‌شناسیم، اتم $_{29}Cu$ می‌باشد که آرایش الکترونی آن به صورت روبه‌رو است: $_{29}Cu: 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^{10}/4s^1$

بنابراین تعداد نوترون‌های آن برابر است با: $34=29-63$.

نکته: برای فهمیدن این که سست‌ترین الکترون یک اتم چند الکترونی کدام است، ابتدا به عدد کوانتومی اصلی (n) الکترون‌ها نگاه می‌کنیم، هر الکترونی که n بزرگ‌تری داشته باشد، سست‌تر بوده و سطح انرژی بیش‌تری دارد. برای الکترون‌های با n برابر به عدد کوانتومی l نگاه می‌کنیم، هر چه l بزرگ‌تر بود، الکترون موردنظر، دارای سطح انرژی بالاتری است. الکترون‌های دارای n و l یکسان نیز دارای پایداری یکسانی هستند.

۱۹- گزینهٔ ۳ عنصر مورد نظر دارای ۱۲ الکترون بوده و آرایش الکترونی آن به صورت روبه‌رو می‌باشد: $1s^2/2s^2 2p^6/3s^2$

الکترون‌های ۱ و ۲، مربوط به زیرلایهٔ 3s و الکترون‌های ۳ تا ۸، مربوط به زیرلایهٔ 2p هستند.

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینهٔ (۱): عدد کوانتومی مغناطیسی اسپین برابر $+\frac{1}{2}$ یا $-\frac{1}{2}$ است و هیچ‌گاه صفر نمی‌شود. توجه کنید که **مجموع** عدد کوانتومی مغناطیسی اسپین الکترون‌های زیرلایه‌های A و B برابر صفر است.

گزینهٔ (۲): این عنصر دارای عدد اتمی ۱۲ بوده و در لایهٔ ظرفیت آن دو الکترون با $n=3$ وجود دارد.

گزینهٔ (۴): الکترون x مربوط به زیرلایهٔ 2s بوده و شکل اوربیتال آن کروی است.

نکته: توجه کنید در یونش‌های متوالی، هنگام تغییر لایه‌های الکترونی (n) جهش‌های بزرگ رخ می‌دهد.

۲۰- گزینهٔ ۲ عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی عبارت‌ها: الف) آرایش الکترونی $_{24}M$ به صورت زیر است:

آرایش الکترونی نوشتاری: $_{24}M: 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^5/4s^1$

آرایش الکترونی نموداری:

	1s	2s	2p			3s	3p			3d					4s
m_l:	0	0	−1	0	+1	0	−1	0	+1	−2	−1	0	+1	+2	0

تعداد الکترون با m_l صفر در $_{24}M$: $2+2+2+2+2+1+1=12$

ب) همان‌طور که در آرایش نموداری بالا دیده می‌شود فقط زیرلایه‌های 4s و 3d دارای اوربیتال تک الکترونی بوده و دارای ۶ الکترون با $m_s=+\frac{1}{2}$ هستند.

در بقیهٔ زیرلایه‌ها با توجه به جفت الکترونی بودن اوربیتال‌ها، مجموع m_s های الکترون‌ها برابر با صفر می‌شود، زیرا در این اوربیتال‌ها تعداد الکترون‌های با $m_s=+\frac{1}{2}$ با تعداد الکترون‌های با $m_s=-\frac{1}{2}$ برابر است. درنتیجه، مجموع m_s همهٔ الکترون‌های $_{24}M$ برابر ۳ $(6\times(\frac{1}{2})=3)$ می‌باشد.

نکته: برای به‌دست آوردن مجموع m_s های همهٔ الکترون‌های یک اتم کافی است مجموع m_s های لایهٔ ظرفیت آن را به‌دست آوریم.

پ) با توجه به این که زیرلایهٔ d در حال پر شدن می‌باشد، پس M اتم یک فلز واسطه (Cr) می‌باشد پس، الکترون‌های ظرفیت آن برابر با مجموع تعداد الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های ۴s و ۳d یعنی ۶ عدد می‌باشد.

ت) با توجه به این که در این اتم زیرلایهٔ d در حال پر شدن می‌باشد، از فلزات دستهٔ d می‌باشد.

پاسخ تشریحی آزمون ۵

۱- گزینهٔ ۱ فقط مورد (ت) درست است.

بررسی سایر عبارت‌ها:

الف) تالس فیلسوف یونانی آب را عنصر اصلی سازندهٔ کائنات می‌دانست.

ب) نخستین بار آنگستروم چهار خط طیف نشری هیدروژن را یافت و نه سال بعد موفق به اندازه‌گیری دقیق طول موج هر خط شد.

پ) رادرفورد با بمباران ورقهٔ طلا با پرتو آلفا نظریهٔ تامسون را رد کرد.

۲- گزینهٔ ۴ هر ۵ مورد جملهٔ داده‌شده را به درستی تکمیل می‌کنند.

۳- گزینهٔ ۳ بررسی گزینه‌های نادرست:

الف) رادرفورد در آزمایش ورقهٔ طلای خود از روی سولفید که ماده‌ای فلوئورسنت است، استفاده کرد.

پ) هم نظریهٔ اتمی تامسون و هم نظریهٔ اتمی رادرفورد خنثی بودن اتم را توجیه می‌کرد.

۴- گزینهٔ ۴ همهٔ موارد درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) این ایزوتوپ‌ها به ترتیب دارای جرم‌های ۱۵۲، ۱۵۳، ۱۵۴، ۱۵۵، ۱۵۶، ۱۵۷، ۱۵۸، ۱۵۹، ۱۶۰، ۱۶۱ می‌باشند.

برای به دست آوردن تعداد مولکول‌های با جرم متفاوت درصورتی‌که فاصله عدد جرمی ایزوتوپ‌ها یک واحد باشد، می‌توانید از فرمول زیر استفاده کنید:

تعداد مولکول‌ها با جرم متفاوت = جرم سنگین‌ترین مولکول − جرم سبک‌ترین مولکول +۱

برای مثال برای عبارت (الف) داریم: تعداد مولکول‌های CCl_4 با جرم متفاوت $=۱۶۱-۱۵۲+۱=۱۰$

ب) یک ذرهٔ آلفا (α^4_2) دارای ۲ پروتون و ۲ نوترون است. از طرفی جرم پروتون و نوترون تقریباً ۱ amu و جرم الکترون تقریباً $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ این مقدار است.

بنابراین، می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{جرم یک ذرهٔ آلفا}}{\text{جرم یک الکترون}}=\frac{۲p+۲n}{۱e}=\frac{۲\ \text{amu}+۲\ \text{amu}}{\frac{۱}{۲۰۰۰}\ \text{amu}}=\frac{۴\ \cancel{\text{amu}}}{\frac{۱}{۲۰۰۰}\ \cancel{\text{amu}}}=۸۰۰۰$$

بنابراین جرم یک ذرهٔ آلفا حدود ۸۰۰۰ برابر جرم یک الکترون است.

پ) از آنجا که تعریف ۱amu، برابر $\frac{۱}{۱۲}$ جرم اتم ^{۱۲}C است، این عبارت درست می‌باشد.

ت) با استفاده از فرمول جرم اتمی میانگین خواهیم داشت: $\frac{(۷۰\times۱۰)+(۳۰\times۱۱)}{۱۰۰}=۱۰/۳$

۵- گزینهٔ ۳ عبارت‌های (الف)، (ب) و (ت) نادرست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) **هانری بکرل** به‌طور تصادفی پدیدهٔ پرتوزایی را کشف کرد، ماری کوری نام پرتوزایی را بر این پدیده نهاد و مواد دارای این خاصیت را پرتوزا نام نهاد. رادرفورد فهمید تابشی که بکرل نخستین بار بوجود آن پی برده بود، خود ترکیبی از سه نوع تابش مختلف است.

ب) از رادیو ایزوتوپ ید-۱۳۱ برای تشخیص بیماری‌های غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود.

پ) این گزینه درست می‌باشد. اولین الکترونی که در هر اوربیتال قرار می‌گیرد بنابر قرارداد دارای $m_s=+\frac{۱}{۲}$ می‌باشد. الکترون بعدی که وارد آن اوربیتال می‌شود دارای $m_s=-\frac{۱}{۲}$ است، پس شمار الکترون‌های دارای $m_s=-\frac{۱}{۲}$ کم‌تر یا برابر با الکترون‌های دارای $m_s=+\frac{۱}{۲}$ بوده و هیچ‌گاه از شمار آن‌ها بیش‌تر نمی‌شود. پس مجموع m_s الکترون‌های هر اتم بزرگ‌تر یا مساوی صفر می‌باشد.

ت) بنابر نظریهٔ تامسون، الکترون‌ها که ذره‌هایی با بار منفی هستند، درون فضای کروی ابر گونه‌ای با بار الکتریکی مثبت پراکنده شده‌اند.

۶- گزینهٔ ۲ عبارت‌های (ب) و (پ) نادرست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) پرتو α با ورقهٔ کاغذی، پرتو β با ورقهٔ آلومینیمی و پرتو γ با قطعهٔ ضخیم سربی متوقف می‌شوند. با توجه به این که نفوذپذیری α کم‌تر از β است، پس این پرتو با ورقهٔ آلومینیمی نیز متوقف می‌شود. از این‌رو پرتوهای a و b و صفحهٔ d می‌توانند پرتوهای α و β و صفحهٔ آلومینیمی باشند. پرتو c از ورقهٔ آلومینیمی رد شده پس قطعاً پرتو γ بوده که با صفحهٔ e (قطعهٔ ضخیم سربی) متوقف شده است.

ب) **شرودینگر** از **سه** عدد کوانتومی n، l و m_l برای مشخص کردن اوربیتال استفاده کرد.

پ) نخستین بار **نیوتون** اعلام کرد که نور به هنگام عبور از یک منشور شکافته می‌شود و طیفی **پیوسته** از رنگ‌ها به وجود می‌آورد.

ت) طول موج نور آزاد شده در انتقال $n_۴ \rightarrow n_۶$ دارای اختلاف انرژی بیش‌تری بوده و بنابراین کم‌ترین طول موج را دارد.

۷- گزینهٔ ۴ بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) هرچه فاصلهٔ الکترون از هسته **بیش‌تر** شود، انرژی آن **بیش‌تر** و پایداری آن **کم‌تر** می‌شود.

ب) الکترون‌های موجود در یک لایهٔ الکترونی دارای n یکسانی هستند و گروه‌های کوچک‌تری را تشکیل می‌دهند که به هر یک از آن‌ها زیرلایه می‌گویند.

۸- گزینهٔ ۳ عبارت‌های (الف)، (پ) و (ت) جملهٔ داده شده را به درستی تکمیل می‌کنند.

بررسی سایر عبارت‌ها:

ب) برای مثال، زیرلایهٔ $۴s$ با $n=۴$ زودتر از زیرلایهٔ $۳d$ با $n=۳$ اشغال می‌شود.

درمورد عبارت (ت) توجه کنید که اگرچه q برای پرتوی α دو برابر پرتوی β است ولی جرم پرتوی α حدود ۸۰۰۰ برابر پرتوی β می‌باشد.

۹- گزینهٔ ۲ عبارت‌های (ب) و (پ) نادرست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) طول موج انتقال‌ها از ترازهای $n=۶$، $n=۵$، $n=۴$ و $n=۳$ به تراز $n=۲$ در اتم هیدروژن در گسترهٔ نور مریی است.

ب) هر چه از هسته دورتر می‌شویم فاصلهٔ انرژی بین ترازها کم‌تر می‌شود پس انرژی انتقال f بیش‌تر از انتقال g است.

پ) طول موج چهار خط طیف نشری هیدروژن توسط آنگستروم اندازه‌گیری شدند.

ت) طول موج با انرژی آن **رابطهٔ عکس** دارد، پس ترتیب طول موج نور آزاد شده برعکس ترتیب انرژی آزاد شده است. انتقال به پایین‌ترین تراز که انتقال d می‌باشد، بیش‌ترین انرژی را بین انتقال‌های d, b, c, f دارد. بعد از آن بیش‌ترین انرژی مربوط به انتقال b است که در مقصد با c و f یکسان ولی مبدأ دورتر از آن‌ها دارد، پس از آن نیز، بیش‌ترین انرژی به ترتیب متعلق به c و f می‌باشد نتیجه:

انرژی آزاد شده: $f<c<b<d$

طول موج انرژی آزاد شده: $d<b<c<f$

ث) در انتقالات b, c, d, f انتقال از تراز بالاتر به پایین‌تر صورت گرفته و انرژی آزاد می‌شـود. در انتقالات g و a انتقال از تراز پایین‌تر به بالا صورت گرفته که در آن‌ها انرژی جذب می‌شود.

۱۰- گزینهٔ ۱ فقط عبارت «پ» درست است.

بررسی عبارت‌ها:

الف) مواد دارای خاصیت فلوئورسانس نور با طول موج معینی را جذب و به جای آن نور با طول موج **بلندتری** را نشر می‌کنند.

ب) درصورت ایجاد میدان الکتریکی یا مغناطیسی در اطراف لولهٔ پرتو کاتدی این پرتو انحراف پیدا می‌کند.

پ) در آزمایش لولهٔ پرتو کاتدی تامسون و آزمایش ورقهٔ طلای رادرفورد از مواد **فلوئورسنت** (ZnS) استفاده شد.

ت) قطر اتم طلا تقریباً $۱۰^۵$ برابر قطر هستهٔ آن است.

۱۱- گزینهٔ ۲ عبارت‌های (پ)، (ت) و (ج) جملهٔ داده شده را به درستی تکمیل می‌کنند.

بررسی سایر عبارت‌ها:

الف) **دستگاه طیف‌بین** از دست‌آوردهای **بونزن** بود.

ب) **کشف الکترون** در کتاب درسی به دانشمند خاصی نسبت داده **نشده** است. اجرای آزمایش‌هایی نظیر برقکافت توسط **فارادی** به کشف الکترون **منجر** شد.

ث) **آنگستروم**، نخستین بار، چهار خط طیف نشری خطی اتم هیدروژن را **یافت** و ۹ سال بعد، موفق به **اندازه‌گیری دقیق** طول موج آن‌ها شد.

۱۲- گزینهٔ ۳ عبارت‌های (الف)، (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی عبارت نادرست:

ت) برای مثال اوربیتال $۴s$ پیش از اشغال شدن توسط الکترون‌ها، سطح انرژی کم‌تری از اوربیتال‌های $۳d$ دارد.

۱۳- گزینهٔ ۲ عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند.

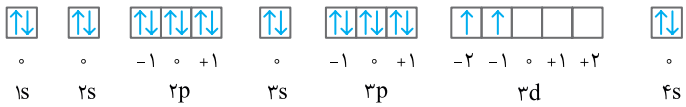
بررسی عبارت‌ها:

الف) آرایش الکترونی آن را می‌توان به صورت $[{}_{18}Ar]\,3d^{2}4s^{2}$ نشان داد.

ب) از آن جا که در اتم‌های قبل و بعد از ${}_{22}M$، الکترونی که دارای $m_l=+1$ است کم یا به آن اضافه نمی‌شود، پس شمار الکترون‌های دارای $m_l=+1$، در این اتم و اتم قبل و اتم بعدش برابر است.

پ) متعلق به گروه IVB (چهارم) جدول تناوبی است.

ت) آرایش نموداری ${}_{22}M$:



شمار الکترون‌های با $m_l=0$ در این اتم برابر ۱۲ می‌باشد که نصف آن‌ها یعنی ۶ عدد دارای $m_s=+\frac{1}{2}$ هستند. الکترون‌های ظرفیت ${}_{24}Cr$ نیز برابر ۶ عدد است. (الکترون‌های موجود در زیرلایه‌های ۴s و ۳d)

۱۴- گزینهٔ ۱ فقط عبارت (ب) درست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) جرم هیدروژن سنگین $({}^{2}_{1}D)$ تقریباً دو برابر جرم پروتیم $({}^{1}_{1}H)$ است.

پ) n (عدد کوانتومی اصلی) شمار زیرلایه‌های هر لایهٔ الکترونی را مشخص می‌کند.

ت) اتم خنثی ${}_{29}Cu$ دارای این آرایش است.

۱۵- گزینهٔ ۳ با توجه به داده‌های سؤال، می‌توان نوشت:

$${}^{A+4}_{Z}X^{+}\begin{cases}e=Z-1\\ n=A-Z+4=A-e+3\end{cases}\quad,\quad {}^{A}_{Z'}Y^{-}\begin{cases}e=Z'+1\\ n=A-Z'=A-e+1\end{cases}$$

حال با توجه به روابط فوق به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

الف) اختلاف شمار نوترون‌های X و Y به صورت زیر است:

$$n_X=A-e+3\quad,\quad n_Y=A-e+1$$
$$n_X-n_Y=A-e+3-(A-e+1)=A-e+3-A+e-1=2$$

بنابراین عبارت (الف) درست است.

ب) اختلاف شمار پروتون‌های X و Y به صورت زیر است:

$$P_X=e+1\quad,\quad P_Y=e-1$$
$$P_X-P_Y=e+1-(e-1)=e+1-e+1=2$$

عبارت (ب) نیز درست است.

پ) با توجه به این‌که تفاوت شمار پروتون‌های X و Y برابر ۲ است، تفاوت شمار الکترون‌های آن‌ها (نه الکترون‌های X^{+} و Y^{-}!) نیز برابر ۲ است.

ت) این عبارت درست نیست، زیرا به عنوان مثال دو یون ${}^{19}_{9}F^{-}$ و ${}^{23}_{11}Na^{+}$، هم الکترون هستند ولی اتم ${}_{11}Na$، سه لایهٔ الکترونی اشغال شده و اتم ${}_{9}F$، دو لایهٔ الکترونی اشغال شده دارد:

$${}_{11}Na: 1s^{2}/2s^{2}2p^{6}/3s^{1}$$
$${}_{9}F: 1s^{2}/2s^{2}2p^{5}$$

۱۶- گزینهٔ ۱ عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

الف) آخرین اوربیتال اشغال شده در ${}_{8}O$ اوربیتالی با $m_l=-1$، $l=1$ و $n=2$ و در ${}_{17}Cl$ اوربیتالی با $m_l=0$، $l=1$ و $n=3$ می‌باشد که این دو اوربیتال از نظر اندازه و جهت‌گیری فضایی با هم تفاوت دارند.

ب) هر اوربیتال تک الکترونی دارای یک الکترون با $m_s=+\frac{1}{2}$ بوده و اوربیتال‌های جفت الکترونی، در مجموع m_s الکترون‌ها تأثیری ندارند، چون دارای دو الکترون با m_s برابر $+\frac{1}{2}$ و $-\frac{1}{2}$ هستند که مجموع‌شان برابر صفر می‌شود. پس مجموع m_s الکترون‌های یک اتم برابر $\frac{1}{2}$ شمار اوربیتال‌های تک الکترونی آن می‌باشد.

پ) در لایه‌های قبل از لایهٔ ظرفیت، مجموع m_lهای الکترون‌ها صفر می‌شود، بنابراین آنچه در مجموع m_lهای الکترون‌های یک اتم اهمیت دارد مجموع m_lهای الکترون‌های لایهٔ ظرفیت آن است.

ت) این عبارت فقط در مورد اتم‌هایی که همهٔ اوربیتال‌های آن‌ها جفت الکترونی هستند، صدق می‌کند.

۱۷- گزینهٔ ۲ عبارت‌های (الف) و (ب) درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) یون $_{21}Sc^{3+}$ دارای آرایش الکترونی $_{18}Ar$ است.

ب) حداکثر مقدار $\frac{m_l}{l}$ برابر یک است درصورتی‌که حداکثر مقدار $\frac{l}{n}$ هیچ‌گاه به یک نرسیده و از ۰ تا $\frac{n-1}{n}$ می‌باشد.

پ) سست‌ترین الکترون $_{47}Ag$ در زیرلایهٔ 5s آن وجود دارد، پس دارای اعداد کوانتومی $m_l=0$ ،$l=0$ و $n=5$ می‌باشد.

ت) چنین زیرلایه‌ای سیزده ($2\times6+1=13$) اوربیتال دارد و هر اوربیتال گنجایش دو الکترون را دارد. پس این زیرلایه در مجموع گنجایش ۲۶ الکترون را دارد.

۱۸- گزینهٔ ۳ عبارت‌های (الف)، (پ) و (ت) جملهٔ داده شده را به‌طور نادرست تکمیل می‌کنند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) شمار پروتون‌ها ۳ عدد از شمار الکترون‌ها بیش‌تر است، بنابراین در این یون ۲۳ پروتون وجود دارد و شمار نوترون‌ها برابر ۲۹ می‌باشد: ($52-23=29$) درنتیجه شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر نیست.

ب) شمار پروتون‌ها ۲۴، نوترون‌ها ۳۶ و نسبت آن‌ها $\frac{36}{24}=1/5$ است. اگر در هسته نسبت نوترون‌ها به پروتون‌ها ۱/۵ یا بیش‌تر باشد می‌توان انتظار واکنش تلاشی هسته‌ای را داشت.

پ) در اتمی با ۳ لایهٔ الکترونی دو جهش بزرگ در یونش‌های متوالی مشاهده می‌شود.

ت) برای مثال در لایهٔ ظرفیت $_{24}Cr$ که جزو فلزات واسطه است، اوربیتال کاملاً پُر وجود ندارد.

۱۹- گزینهٔ ۴ بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) انرژی یونش اتم کلر انرژی واکنش $Cl(g)\rightarrow Cl^{+}(g)+e^{-}$ است.

ب) به دلیل این که آخرین الکترون اتم فلوئور در لایهٔ دوم قرار دارد، انرژی یونش اتم فلوئور انرژی لازم برای رفتن الکترون از $n=2$ به $n=\infty$ است.

ت) اولین الکترون اتم $_{22}Ti$، از زیرلایهٔ 4s جدا می‌شود که دارای عددهای کوانتومی $l=0$ و $n=4$ می‌باشد.

۲۰- گزینهٔ ۳ عبارت‌های (الف)، (ب) و (ت) درست هستند.

الف) تعداد الکترون با $m_l=0$ در $_{34}Se$ و تعداد الکترون با $m_s=+\frac{1}{2}$ در $_{30}Zn$، برابر ۱۵ می‌باشد.

ب) مجموع m_l و m_s های الکترون‌های $_{35}Br$، برابر $-\frac{1}{2}$ اســت. m_s الکترونی که در خلاف جهت عقربه‌های ســاعت به دور محور خود می‌چرخد نیز $-\frac{1}{2}$ است. (مجموع m_s ها برابر $+\frac{1}{2}$ و مجموع m_l ها، برابر ۱- است)

پ) الکترون‌های با $n=4$ در $_{39}Y$، نه عدد می‌باشد که با شمار الکترون‌های با $m_s=-\frac{1}{2}$ در $_{18}Ar$ برابر است.

$_{39}Y:1s^{2}/2s^{2}2p^{6}/3s^{2}3p^{6}3d^{10}/4s^{2}4p^{6}4d^{1}/5s^{2}$

ت) الکترون‌های دورترین لایه از هسته در $_{26}Fe$، دو الکترون موجود در زیرلایهٔ 4s می‌باشند که دارای اعداد کوانتومی $(n=4\ ,l=0\ ,m_l=0\ ,m_s=+\frac{1}{2})$ و $(n=4\ ,l=0\ ,m_l=0\ ,m_s=-\frac{1}{2})$ هستند که مجموع این عددهای کوانتومی برابر ۸ می‌باشد.