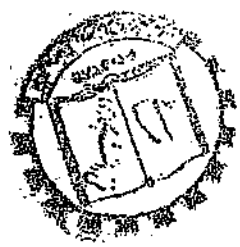
بنام خدا

سهیل حلبی

سال ۱۳۹۱

۲۱۴

۲۲۳، ۲۲۴

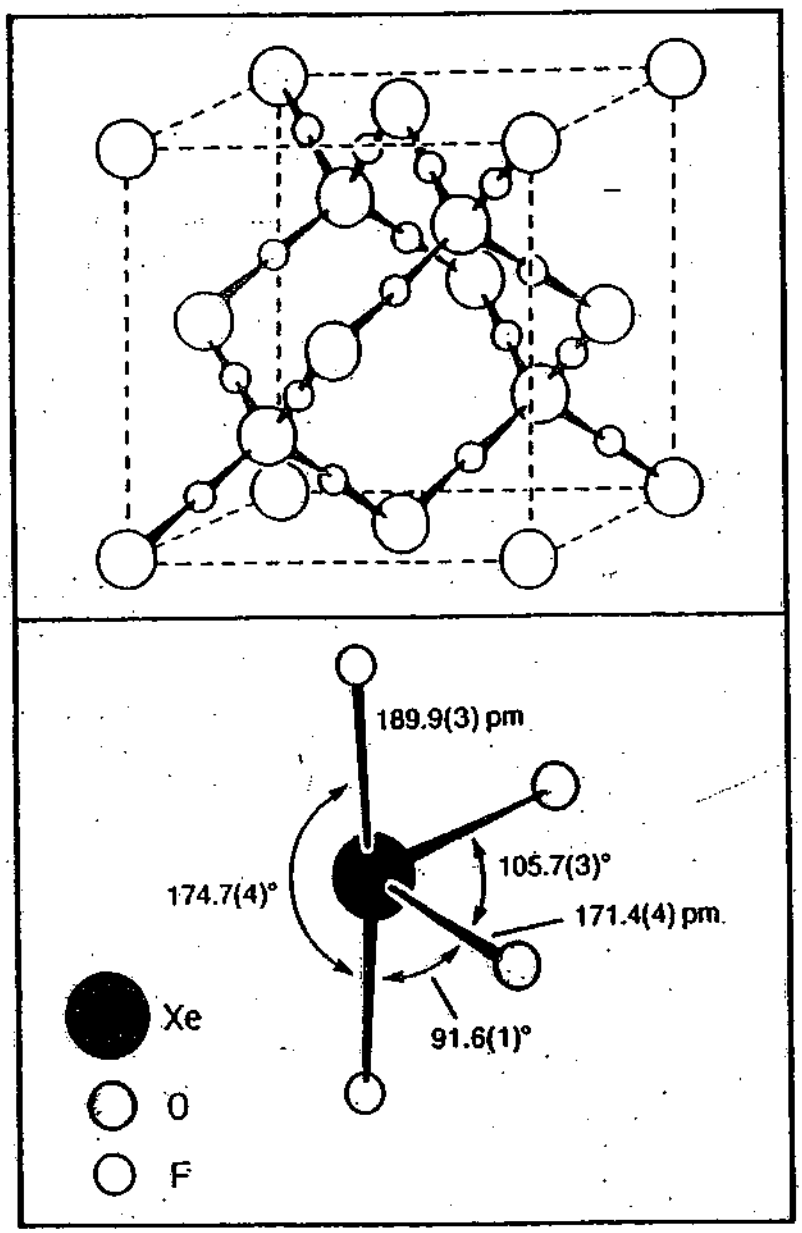


جهان سر به سر عبرت و حکمت است
چرا بهره‌ی ما همه غفلت است

شیمی معدنی ۱

(جلد سوم)

سؤالهای چهارگزینه‌ای و تشریحی



تألیف:

دکتر حسین آقابزرگ

استاد شیمی معدنی دانشگاه تربیت معلم تهران

دکتر محمدرضا ملاردی

دانشیار شیمی معدنی دانشگاه تربیت معلم تهران

با همکاری:

حسین قدرتی

فاطمه سیدمجیدی

آقابزرگ، حسین، ۱۳۲۷ -
شیمی معدنی ۱ / تالیف حسین آقابزرگ، محمدرضا ملاردی؛ با همکاری حسین قدرتی، فاطمه سید مجیدی.— تهران: جهاد دانشگاهی، واحد تربیت معلم، ۱۳۷۷ - ۱۳۷۹.
۳ ج.: مصور، جدول، نمودار.
ISBN 964-6653-06-5 (دوره) -. ISBN
ISBN 964-6653-01-4 (ج. ۱) ۱۲۰۰۰ ریال: -. ISBN 964-6653-04-9 (ج. ۲) -. ISBN 964-6653-15-4 (ج. ۳)
فهرستنویسی براساس اطلاعات فیپا.
پشت جلد به انگلیسی: H. Aghabozorg. Inorganic chemistry (I).
جلد سوم با همکاری "حسین قدرتی و فاطمه سید مجیدی" میباشد.
کتابنامه.
مندرجات: ج. ۱. ساختار اتم، تقارن، آرایش الکترونی اتم ... -.- ج. ۲. نظریه پیوند ظرفیت، نظریه اوربیتالی مولکولی ... -.- ج. ۳. سوالهای چهار گزینه‌ای و تشریحی.
ج. ۱ (چاپ دوم: پاییز ۱۳۷۸).
۱. شیمی معدنی. ۲. دانشگاهها و مدارس عالی -- ایران -- آزمونها. ۳. آزمون دوره‌های تحصیلات تکمیلی. الف. ملاردی، محمدرضا، ۱۳۱۳ - ب. قدرتی، حسین. ج. سید مجیدی، فاطمه. د. جهاد دانشگاهی، واحد تربیت معلم. ه. عنوان.
QD۱۵۱/۲/آ۷ق۹۱۵ ۵۴۶
کتابخانه ملی ایران ۷۷-۹۷۴۴م**

جهاد دانشگاهی
واحد تربیت معلم

انتشارات جهاددانشگاهی تربیت معلم

تهران: خیابان شهید دکتر مفتح، شماره ۴۹، دانشگاه تربیت معلم، جهاددانشگاهی واحد تربیت معلم

تلفن: ۸۳۹۲۹۲ دورنگار: ۸۳۲۵۲۴ صندوق پستی: ۱۸۶-۱۵۶۱۵ پخش ۷۵۰۳۸۲۴

شیمی معدنی ۱ جلد سوم

تالیف: دکتر حسین آقابزرگ (استاددانشگاه تربیت معلم تهران)
دکتر محمدرضا ملاردی (دانشیار دانشگاه تربیت معلم تهران)

● ویراستار علمی و ادبی: دکتر حسین آقابزرگ ● حروفچینی: مرکز خدمات حروفچینی جهاددانشگاهی تربیت معلم
● نوبت چاپ: اول تابستان ۷۹ ● شمارگان: ۳۰۰۰ نسخه ● لیتوگرافی و چاپ: سازمان چاپ ۱۲۸ ● قیمت: ۱۵۰۰۰ ریال
شابک: ۴-۱۵-۶۶۵۳-۹۶۴
ISBN : 964-6653-15-4
شابک دوره سه جلدی: ۵-۰۶-۶۶۵۳-۹۶۴
ISBN : 964-6653-06-5

فهرست مطالب

عنوان	صفحه	
	پرسش	پاسخ
فصل ویژه: مقدمه‌ای بر ساختار اتم	۹	۱۰۷
فصل اول: تقارن	۱۶	۱۲۵
فصل دوم: آرایش الکترونی اتم – جدول تناوبی عنصرها	۲۵	۱۳۱
فصل سوم: بررسی خواص بنیادی اتم	۳۶	۱۵۴
فصل چهارم: جامدهای یونی	۴۸	۱۷۵
فصل پنجم: جامدهای فلزی	۶۰	۱۹۶
فصل ششم: نظریهٔ پیوند ظرفیت	۶۵	۲۰۵
فصل هفتم: نظریهٔ اوربیتال مولکولی	۸۰	۲۳۱
فصل هشتم: مفاهیم اسید – باز	۸۸	۲۴۵
فصل نهم: نظری کوتاه به شیمی توصیفی عنصرهای اصلی	۹۶	۲۵۸
پیوستها:		۲۷۷
منابع:		۲۷۹
جدول تناوبی:		۲۸۲
پرسشهای آزمون سراسری کارشناسی ارشد (۷۹–۱۳۷۸)		۲۸۳

به نام خدا

پیشگفتار

با وجود اینکه در هر فصل از کتاب شیمی معدنی (جلدهای اوّل و دوّم)، مطالب با زبانی ساده بیان و نکات مهّم در آن موشکافی شد و هر جا که لازم بود، پرسشها و تمرینهای مناسبی مطرح و به آنها پاسخ داده شد، با وجود این، برای تمرین و آمادگی بیشتر دانشجویان عزیز، در پایان هر فصل نیز، نخست پرسشها و تمرینهای مروری گوناگون و سپس تعداد کافی سؤالهای چهارگزینه‌ای مناسب در زمینه مطالب آن فصل مطرح شد. در پایان، برای آشنایی بیشتر دانشجویان عزیز با نمونه سؤالهای آزمون سراسری کارشناسی ارشد، سؤالهایی که از سالهای ۱۳۶۸ تاکنون در آزمونهای سراسری کارشناسی ارشد رشته شیمی در زمینه مطالب آن فصل آمده است، با ذکر سال برگزاری آزمون اضافه شد.

نظر به اینکه، پس از انتشار و تدریس جلدهای اول و دوم این کتاب، معلوم شد که پاسخ بسیاری از پرسشهای آخر فصل آن، به ویژه پرسشهای آزمون سراسری کارشناسی ارشد برای بیشتر دانشجویان عزیز دشوار و نیاز مبرمی به راهنمایی و پاسخ دادن به پرسشهای آخر فصلهای این کتاب را دارند و با توجه به اینکه بارها درخواست شده است که در صورت امکان، این پرسشها و پاسخ تشریحی دقیق آنها به صورت مجموعه جداگانه‌ای تدوین و در دسترس آنان قرار گیرد، از این‌رو، بنا به درخواست این عزیزان، برآن شدیم که مجموعه تمرینها و پرسشهای آخر فصلهای کتاب شیمی معدنی ۱ (جلدهای اوّل و دوّم) و پاسخ تشریحی آنها را به صورت کتاب حاضر تدوین و منتشر و در اختیار علاقه‌مندان گرامی قرار دهیم.

امید است که با این تلاش جدید توانسته باشیم، گام مؤثری در امر آموزش شیمی معدنی برداشته باشیم و نیاز شما علاقه‌مندان گرامی به ویژه دانشجویان عزیز رشته شیمی را فراهم کرده باشیم.

جا دارد که در اینجا از همه عزیزانی که در به ثمر رساندن هر چه بهتر و سریعتر این تلاش، سهمی داشته‌اند، از جمله مسئولین محترم جهاددانشگاهی دانشگاه تربیت معلم به ویژه آقای حشمت‌اله جلیلی و سرکار خانم زیبا وجیدی که در امر تایپ و چاپ این اثر ما را یاری داده‌اند سپاسگزاری کنیم. از زحمات خواهران گرامی خانمها مریم دقیقی اصلی، سیما تقی‌زاده و هدیٰ پاسدار که در امر آماده سازی نسخه‌های دستنویس و بازخوانی نسخه‌های تایپی این کتاب زحمات زیادی را متحمل شده‌اند تشکر و قدردانی می‌کنیم. همچنین از همکاری آقای حسین قدرتی و خانم فاطمه سیدمجیدی که در تألیف این کتاب ما را یاری کرده‌اند نیز تشکر و سپاسگزاری می‌کنیم.

در پایان از کلیهٔ خوانندگان این کتاب تقاضا می‌شود، چنانچه با هر گونه ایراد و اشتباهی در آن مواجه شدند به هر نحوی که صلاح می‌دانند ما را مطلع فرمایند تا در تجدید چاپ این کتاب از نظرهای پیشنهادی استفاده شود.

حسین آقابزرگ ـ محمدرضا ملاردی

بهار ۱۳۷۹

تعریف
و
اهمیت
تحقیق

فصل ویژه:
مقدمه‌ای بر ساختار اتم

الف) پرسشها و تمرینهای مروری

۱ـ کدام نوع طیف را می‌توان در آزمایشگاه، به کمک چراغ گاز و طیف نما به دست آورد؟ این طیف چه نام دارد و شکل آن چگونه است؟ در آزمایشگاه شیمی تجزیه، چه کاربردی می‌تواند داشته باشد؟

۲ـ الف) طیف مواد رنگی، از کدام نوع و به طور معمول به کدام شکل است؟ ب) از نظر شیمی تجزیه چه اهمیتی دارد؟

۳ـ با استفاده از چه رابطه‌ای می‌توان فرکانس و عدد موج تمام خطهای سریهای طیف نشری اتم هیدروژن را به دست آورد؟

۴ـ با توجه به رابطهٔ $\bar{\nu}=R_H\left[\frac{1}{n^2}-\frac{1}{m^2}\right]$، الف) اگر $m=5$ باشد، چندمین خط طیفی از سریهای بالمر و پاشن مشخص می‌شود؟ ب) طول موج هر خط را بر حسب پیکومتر حساب کنید.

۵ـ نسبت طول موج دومین خط از سری پاشن به طول موج پنجمین خط از سری بالمر را در اتم هیدروژن حساب کنید.

۶ـ اگر طول موج الکترون در اتم هیدروژن برابر ۹۷۲٫۵۴ آنگستروم باشد، الکترون در کدام تراز انرژی اتم هیدروژن و در چندمین تراز برانگیختهٔ آن قرار دارد؟

۷ـ براساس هر یک از مدلهای اتمی تامسون و رادرفورد، پدیده‌های جذب و نشر انرژی به وسیله اتم را چگونه توجیه می‌کردند؟

۸ـ بوهر در ارائه نظریهٔ اتمی خود، از کدام زمینه‌های تجربی و نظریه‌های موجود در زمان خود استفاده کرد؟

۹ـ دو پذیره‌ای که بوهر نظریهٔ اتمی خود را براساس آنها تدوین کرد، به اختصار بیان کنید.

۱۰ـ الف) مقدار انرژی جاذبه هسته بر الکترون در سومین تراز برانگیختهٔ اتم هیدروژن، ب) مقدار انرژی برانگیختگی آن در این تراز، ج) مقدار انرژی لازم برای جداکردن آن از اتم هیدروژن را در این حالت، برحسب ارگ و

الکترون ولت حساب کنید.

۱۱ـ مفهوم شعاع بوهر و کاربرد آن را بیان کنید.

۱۲ـ فاصلهٔ بین تراز حالت پایه و سومین تراز برانگیخته را در اتم هیدروژن برحسب a_0 حساب کنید.

۱۳ـ فاصلهٔ بین نخستین و سومین تراز برانگیخته را در اتم هیدروژن بر حسب a_0 و pm و تفاوت سرعت الکترون را در این دو تراز بر حسب سانتیمتر بر ثانیه حساب کنید.

۱۴ـ مقدار هر cm^{-1} را برحسب ارگ و الکترون ولت حساب کنید.

۱۵ـ ۹۸ر۶ کیلوکایزر (kK) را برحسب کیلوژول بر مول حساب کنید.

۱۶ـ چگونه رابطهٔ ریدبرگ برای محاسبهٔ فرکانس خطهای طیفی اتم هیدروژن را می‌توان از رابطهٔ بوهر در محاسبهٔ انرژی الکترون به دست آورد؟

۱۷ـ الف) انرژی هر کوآنتوم از تابشی را که در طول موج 10^{-4} میکرون منتشر می‌شود، برحسب cm^{-1} و ب) فرکانس آن را برحسب هرتز حساب کنید.

۱۸ـ انرژی یک کوآنتوم از تابشی را که به گستره زیرقرمز نزدیک، مرئی، فرابنفش و پرتوهای گامای تابشهای الکترومغناطیسی مربوط است، برحسب کیلوکایزر و کیلوکالری بر مول حساب کنید.

۱۹ـ الف) طول موج تابشی را که هر کوآنتوم آن برابر 5×10^{-20} ژول است برحسب سانتیمتر حساب کنید. ب) این تابش به کدام گستره از تابشهای الکترومغناطیسی و کدام سری از خطهای طیفی اتم هیدروژن تعلق دارد؟ ج) چنین تابشی از جهش و سقوط الکترون بین کدام دو تراز انرژی در این اتم ناشی می‌شود؟

۲۰ـ الف) رابطه‌های بوهر در مورد محاسبهٔ سرعت، شعاع و انرژی الکترون را در مورد اتم هیدروژن، یونهای هیدروژن ـ مانند و اتمهای چندالکترونی بنویسید، ب) تفاوت و تشابه بین آنها را در موردانرژی الکترون بیان کنید.

۲۱ـ مقدارهای سرعت، انرژی و فاصلهٔ الکترون تا هسته را در یون هیدروژن ـ مانند $_4Be^{3+}$ حساب کنید.

۲۲ـ توضیح دهید که چرا، نظریهٔ بوهر در توجیه چندگانگی خطهای طیفی اتم هیدروژن نارسایی داشت.

۲۳ـ الف) رابطهٔ بین عددهای کوآنتومی n و l و قطرهای بیضی را بنویسید، ب) براساس آن شکل مسیر حرکت الکترون در هر تراز فرعی از سومین تراز اصلی انرژی را رسم کنید.

۲۴ـ توضیح دهید که چگونه معلوم شد در هر تراز اصلی انرژی n، n تراز انرژی فرعی و در هر تراز فرعی l، به تعداد $2l+1$ تراز انرژی فرعی‌تر وجود دارد؟

۲۵ـ با توجه به رابطه‌های بین عددهای کوآنتومی، توضیح دهید که چهارمین تراز اصلی انرژی، حداکثر به وسیلهٔ چند الکترون می‌تواند اشغال شود؟

۲۶ـ براساس اصل طرد پاولی چگونه می‌توان نشان داد که در هر اوربیتال بیش از دو الکترون قرار نمی‌گیرد؟

۲۷ـ هر یک از اجزای سه گانهٔ معادلهٔ موج الکترون در دستگاه مختصات کروی قطبی به کدام عددهای کوآنتومی وابسته است؟

۲۸ـ عددهای کوآنتومی مشخص کنندهٔ انرژی الکترون در اوربیتالهای $3s$ ، $3p_x$ و $3d_{xy}$ را معین کنید.

۲۹ـ مفاهیم گره، صفحهٔ گرهی (کرهٔ گرهی) و سطح مرزی را بیان کنید.

۳۰ـ الف) نمودارهای تغییرهای تابعهای شعاعی Ψ_{4s} ، Ψ_{4p} ، Ψ_{4d} و Ψ_{4f} را نسبت به فاصله از هسته رسم کنید، ب) براساس آن توضیح دهید که الکترون در کدام تراز نفوذ بیشتری به سمت هسته‌دارد و ج) از این نمودارها چگونه می‌توان به پایداری نسبی ترازهای انرژی پی برد؟

۳۱ـ الف) معلوم کنید که احتمال وجود الکترون در راستای محور x در اوربیتال s بیشتر است یا در اوربیتال p_y؟ ب) احتمال وجود الکترون در راستای محور z در اوربیتال p_z بیشتر است یا در اوربیتال p_x ؟ ج) در صفحهٔ xz احتمال وجود الکترون در اوربیتال Ψd_{xy} بیشترا ست یا در اوربیتال Ψd_{xz} ؟

۳۲ـ الف) نمودارهای تغییرهای تابعهای زاویه‌ای Ψd_{yz} ، $\Psi\ d_{x^2-y^2}$ و Ψf_{xyz} را رسم کنید. ب) از این نمودارها در ارتباط با اوربیتالهای اتمی، چه برداشتی می‌توان کرد؟

ب) پرسشهای چهارگزینه‌ای

۱ـ فاصلهٔ چهارمین مدار برانگیخته با مدار پایه در اتم هیدروژن چند a_0 است؟

الف) ۱۲ ب) ۱۴ ج) ۲۴ د) ۲۶

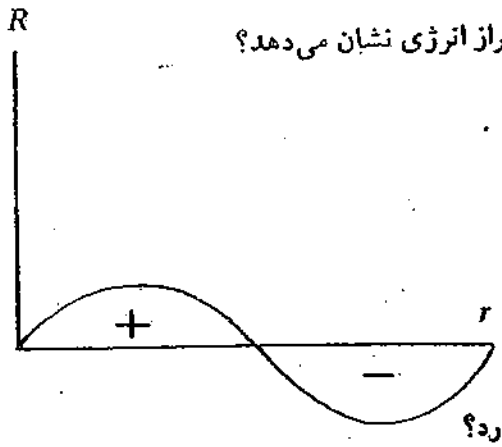
۲ـ شعاع مدارهای مجاز بوهر در اتم هیدروژن، از کدام رابطه قابل محاسبه است؟

الف) $r_n = \frac{n^2h^2}{4\pi^2 me^2}$ ب) $r_n = \frac{2\pi ml}{nh}$ ج) $r_n = \frac{2\pi he}{n^2 f^2}$ د) $r_n = \frac{n^2h^2}{4\pi me}$

۳ـ مدل پیشنهادی کدام دانشمند، به مدل سیاره‌ای اتم موسوم است؟

الف) تامسون ب) بوهر ج) رادرفورد د) سامرفلد

۴ـ نمودار مقابل، تغییرهای تابع موج شعاعی الکترون را در کدام تراز انرژی نشان می‌دهد؟



الف) $2s$

ب) $2p$

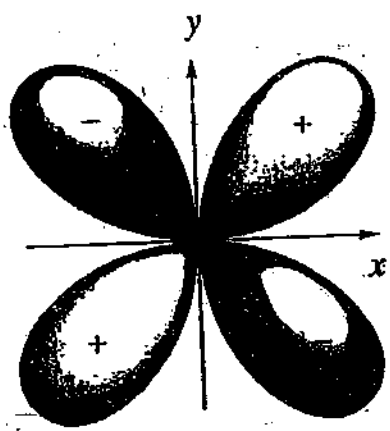
ج) $3s$

د) $3p$

۵ـ تابع موج زاویه‌ای $\Theta(\theta)$ به کدام عددهای کوآنتومی بستگی دارد؟

الف) l و m_l ب) l و n ج) n و m_l د) m_l و m_s

۶ـ نمودار تابع موج زاویه‌ای کدام اوربیتال به صورت مقابل است؟



الف) p_x

ب) p_y

ج) d_{xy}

د) $d_{x^2-y^2}$

۷ـ تعداد گرهها در نمودار تابع موج شعاعی تراز $4p$، کدام است؟

الف) ۱ ب) ۲ ج) ۳ د) ۴

۸ـ تعداد گرهها در نمودار تابع موج احتمال شعاعی برای ترازهای p و d، به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

الف) n-2 و n-3 ب) n-2 و n-1

ج) n-1 و n-2 د) n-3 و n-2

۹ـ کدام مطلب درست است؟

الف) اوربیتالهای d_{z^2} و $d_{x^2-y^2}$ اوربیتالهای بین محوری‌اند

ب) اوربیتالهای d_{xy} ، d_{xz} و d_{yz} اوربیتالهای محوری‌اند

ج) اوربیتالهای d_{z^2} و $d_{x^2-y^2}$ اوربیتالهای محوری‌اند

د) تمام اوربیتالهای d بین محوری‌اند

۱۰ـ تابع موج ψ_{200} ، نشانگر کدام اوربیتال است؟

الف) $2s$ ب) $2p_x$ ج) $2p_y$ د) $2p_z$

۱۱ـ در کدام اوربیتال f، لَپها در راستای محورهای مرتبهٔ سه مکعب گسترش دارند؟

الف) f_{y^3} ب) f_{xyz} ج) f_{z^3} د) $f_{z(x^2-y^2)}$

۱۲ـ در کدام اوربیتال f، لَپها در جهتهای مرکز به وسط یالهای مکعب، گسترش دارند؟

الف) f_{xyz} ب) f_{x^3} ج) $f_{z(x^2-y^2)}$ د) f_{z^3}

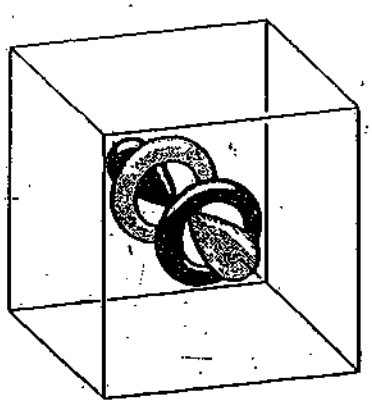
۱۳ـ شکل مقابل، به کدام اوربیتال مربوط است؟

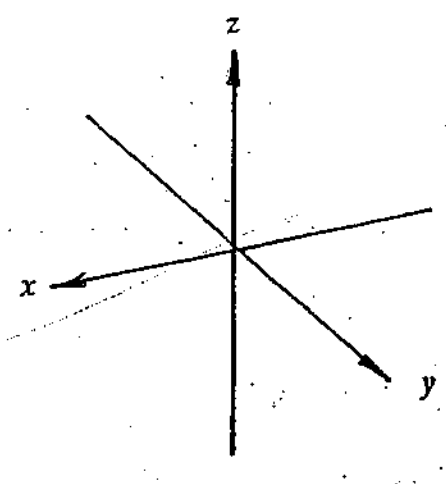
الف) f_{xyz}

ب) f_{y^3}

ج) f_{z^3}

د) $d_{x^2-y^2}$





ج) پرسشهای آزمون سراسری کارشناسی ارشد

۱ـ براساس رابطهٔ $\bar{\nu} = ۱۰۹۶۷۷ \left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$ اگر در اتم هیدروژن الکترون از تراز دوم به تراز اول سقوط کند، طول موج تابشی که نشر می‌دهد، چند آنگستروم است؟ (۷۳ـ۱۳۷۲)

الف) ۶۵۶٫۳ ب) ۹۵۴٫۶ ج) ۱۲۰۶٫۵ د) ۱۲۱۵٫۷

۲ـ فوتون منتشر شده به وسیله اتم هلیم برانگیخته، طول موجی برابر $۵۸٫۴\,nm$ دارد. چنانچه این فوتون به یک اتم آرگون برخورد کند، انرژی جنبشی الکترون پرتاب شده برحسب الکترون ولت کدام است؟ (انرژی یونش اتم آرگون برابر $۱۵٫۷۵۹\,eV$ است). (۷۴ـ۱۳۷۳)

$۱eV = ۲۳٫۰۶۱\ kcal.mol^{-1}$

$۱\ \text{هدد موجی} = ۲٫۸۵۹ \times ۱۰^{-۳}\ kcal.mol^{-1}$

الف) ۲۱٫۲۳ ب) ۱۵٫۷۶ ج) ۷٫۴۵ د) ۵٫۴۷

۳ـ کدام اوربیتال نسبت به صفحهٔ yz متقارن است؟ (۷۴ـ۱۳۷۳)

الف) p_x ب) p_y ج) d_{xy} د) d_{xz}

۴ـ در مدل اتمی بوهر، به کدام مورد توجه شده است؟ (۷۴ـ۱۳۷۳)

الف) تأثیر میدان مغناطیسی ضعیف بر طیف نشری اتم هیدروژن

ب) خصلت دوگانگی موجی ـ ذره‌ای الکترون

ج) نظریهٔ کوآنتومی تابشهای الکترومغناطیسی

د) عمومیت دادن این مدل برای تمام اتمها و یونها

۵ـ کدام جهش الکترون با آزاد کردن بیشترین مقدار انرژی در یک اتم برانگیختهٔ هلیم انجام می‌گیرد؟ (۷۵ـ۱۳۷۴)

الف) $n = ۳ \longrightarrow n = ۲$ ب) $n = ۳ \longrightarrow n = ۹$

ج) $n = ۲ \longrightarrow n = ۳$ د) $n = ۹ \longrightarrow n = ۳$

۶ـ فرکانس خط یونش هلیم، برابر است با (۷۶ـ۱۳۷۵)

الف) نصف فرکانس یونش هیدروژن ب) ۲ برابر فرکانس یونش هیدروژن

ج) ۴ برابر ثابت ریدبرگ هیدروژن د) تفاوت ثابتهای ریدبرگ هیدروژن و هلیم

۷ـ کدام مطلب با توجه به انرژی خط طیفی بین ترازهای $n=۳$ و $n=۴$ برای اتم هیدروژن درست است؟ (۱۳۷۷-۷۸)

الف) برابر مقدار انرژی بین ترازهای $n=۲$ و $n=۳$ است

ب) بیش از مقدار انرژی بین ترازهای $n=۲$ و $n=۳$ است

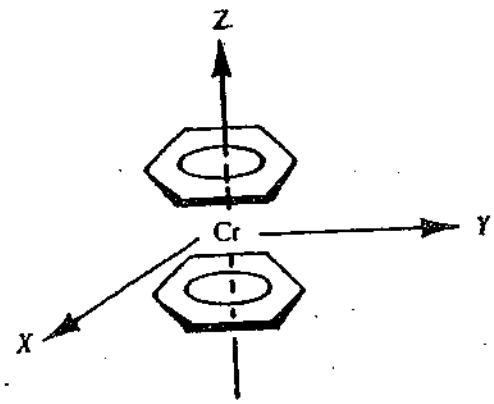
ج) کمتر از مقدار انرژی بین ترازهای $n=۱$ و $n=۲$ است

د) همان مقدار انرژی بین ترازهای $n=۱$ و $n=۲$ است

فصل اول:
تقارن*

الف) پرسشها و تمرینهای مروری

۱- در شکل زیر، به جای حاصلضرب $\sigma_{xz}C_2(x)\sigma_{yz}S_6^1$ کدام عمل تقارنی را می‌توان جایگزین کرد:



۲- ثابت کنید که S_6 هم‌ارز با iC_3^2 و S_2 هم‌ارز با i است.

۳- نشان دهید مولکول ۱، ۳، ۵، ۷- تترا متیل سیکلوآکتاتتراان، به گروه نقطه‌ای S_4 تعلق دارد؟

۴- گروه نقطه‌ای مولکولها و یونهای زیر را تعیین کنید:

الف) N_2O؛ ب) NO_2؛ ج) NO_2^+؛ د) NO_3^-؛ ه) PF_3؛ و) ClF_3؛ ز) ICl_2^-؛ ح) XeF_4؛ ط) IF_7 و ی) سیکلو بوتادی ان (مسطح با پیوند π غیرمستقر).

---

* برای مطالعه جواب پرسشهای تشریحی و چهارگزینه‌ای این فصل به کتاب **«تقارن در مولکولها و بلورها، سؤالهای چهارگزینه‌ای و تشریحی»** تألیف دکتر حسین آقابزرگ (با همکاری مریم دقیقی اصلی) از انتشارات جهاددانشگاهی دانشگاه تربیت معلم رجوع شود. پرسشهای تشریحی ۱ تا ۵ به ترتیب با پرسشهای تشریحی ۸، ۹، ۱۰، ۱۴ و ۳۰ کتاب بالا و پرسشهای چهارگزینه‌ای ۱ تا ۲۰ به ترتیب با پرسشهای چهارگزینه‌ای ۱، ۲، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۷، ۱۸، ۳۹، ۲۰، ۷۵، ۸۰، ۹۸، ۹۹، ۱۰۲، ۱۰۵، ۱۰۹، ۱۱۶ و ۱۱۸ کتاب بالا مطابقت دارد. برای پاسخ پرسش ۶ مروری به پاسخ پرسش چهارگزینه‌ای ۱۰۲ کتاب بالا رجوع شود.

۵- ثابت کنید که :

الف) گروه نقطه‌ای C_{3h} ، گروهی حلقوی از مرتبهٔ شش است

ب) گروههای نقطه‌ای C_{3h} و C_6 همریخت‌اند

۶- درستی تساوی زیر را ثابت کنید: $C_2 = i\sigma_h$

ب) پرسشهای چهارگزینه‌ای

۱- کدام گروه نقطه‌ای زیر حلقوی است؟

الف) C_6 و C_{3v} ب) C_4 و C_{3h} ج) C_6 و C_{2v} د) D_2 و C_2

۲- کدام دسته از گروههای نقطه‌ای زیر آبلی است؟

الف) D_4 و C_{4v} ب) C_{2h} و C_{3v} ج) C_{2h} و C_{2v} د) T و T_d

۳- کدام گونهٔ شیمیایی زیر هم دارای ممان دو قطبی و هم از نظر نوری فعال است؟

الف) $[Co(en)_3]^{3+}$ ب) $[Co(gly)_3]$

ج) NH_3 د) BF_3

۴- گونه‌های شیمیایی NF_3، ClF_3 و B_2H_6، به ترتیب به کدام گروههای نقطه‌ای تعلق دارد؟

الف) C_{3v}، D_{3h} و D_{2h} ب) C_{3v}، C_{2v} و D_{2h}

ج) D_{3h}، D_{3h} و C_{2h} د) C_{3h}، C_{3h} و C_{2h}

۵- با کم کردن مرکز تقارن از گروه نقطه‌ای D_{4h}، کدام گروه یا گروههایی حاصل می‌شود؟

الف) D_4، C_4 و D_{2d} ب) D_4، C_{4v} و D_{2d}

ج) C_4، S_4 و C_{4v} د) D_4، C_{2v} و C_{4h}

۶- با افزودن i به گروه نقطه‌ای C_{4v}، کدام گروه یا گروههای نقطه‌ای به دست می‌آید؟

الف) D_{4h} ب) D_{4d} ج) D_{4h} و D_{4d} د) C_{4h} و S_8

۷- حاصلضرب $iC_3^2(z)$، کدام است؟

الف) $C_6(z)$ ب) $S_6(z)$ ج) $iS_3(z)$ د) S_2

۸- کدام گروه نقطه‌ای زیر دارای شش طبقه (کلاس) و دوازده عمل تقارن است؟

الف) S_6 ب) C_{3h} ج) D_{3d} د) C_6

۹- کدام گونه شیمیایی زیر فاقد مرکز تقارن است؟

الف) ICl_4^- ب) سیکلوهگزان (فرم صندلی)

ج) نفتالن د) SF_4

۱۰- کدام مورد نادرست است؟

الف) $\sigma_h C_6(z) = iC_2(z)C_6(z) = S_6(z)$

ب) $S_2 = \sigma_h C_2 = iC_2C_2 = iE = i$

ج) $\sigma_h C_6(z) = iC_2(z)C_6(z) = iC_3^2(z)$

د) به ازای n زوج: $S_n^n = \sigma_h C_n^n = \sigma_h;\ S_n^{2n} = C_n^{2n} = E$

۱۱- کدام مورد درست است؟

الف) $C_2(x)\ C_2(y) \neq C_2(y)\ C_2(x)$

ب) $S_2(z) = C_2(x)\ C_2(y) = C_2(y)\ C_2(x)$

ج) $C_2(x)\ C_2(y) = C_2(y)\ C_2(x) = i$

د) $C_2(x)\ C_2(y) = C_2(y)\ C_2(x) = C_2(z)$

۱۲- کدام مورد نادرست است؟

الف) $C_2(z) = C_2(x)\ C_2(y)$ ب) $\sigma_h C_2 = iC_2C_2$

ج) $C_3(z)\sigma_{xz} = \sigma_{xz}C_3(z)$ د) $C_3(z)\sigma_{xz} \neq \sigma_{xz}C_3(z)$

۱۳- کدام مورد نادرست است؟

الف) وارونهٔ C_3^1 برابر C_3^2 است

ب) مرکز تقارن، همیشه در یک کلاس جداگانه قرار دارد

ج) در گروه C_{3v}، صفحه‌های σ_v مزدوج یکدیگرند

د) گروه نقطه‌ای C_{2h}، گروهی حلقوی است

۱۴- کدام مولکول متقارنتر است؟

الف) $CHCl_3$ ب) CH_2Cl_2

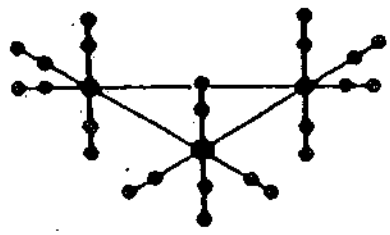
ج) NHF_2 د) ۱،۱- دی فلوئوروآلن

۱۵- کدام گونه شیمیایی زیر نامتقارنتر است؟

الف) BH_4^- ب) B_2H_6

ج) NH_4^+ د) BF_3

۱۶- مولکول زیر به کدام گروه نقطه‌ای تعلق دارد؟



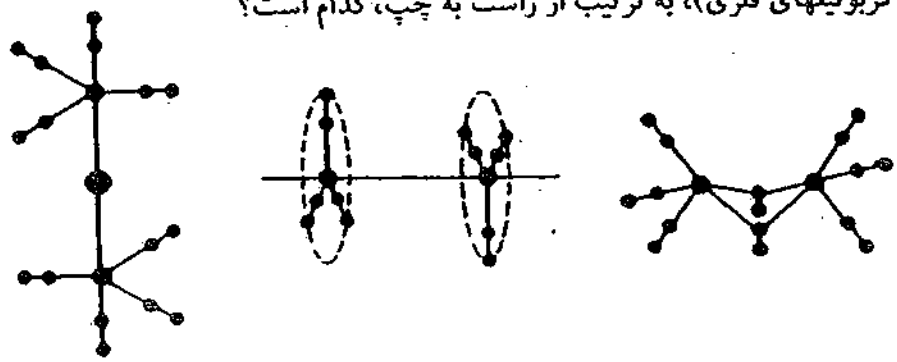
الف) D_{3h}

ب) D_{3d}

ج) C_{3v}

د) C_{3h}

۱۷- گروه نقطه‌ای الگوهای زیر (کربونیلهای فلزی)، به ترتیب از راست به چپ، کدام است؟



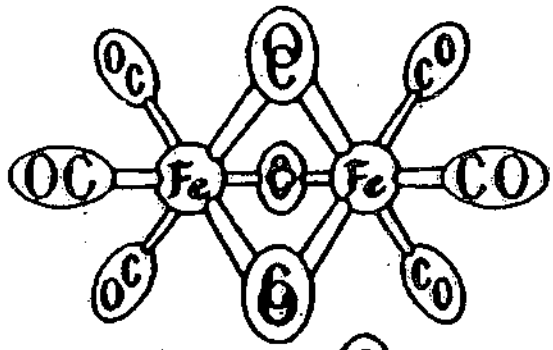
الف) D_{2d} ، D_{3h} و D_{3h}

ب) D_{2d}، C_{3h} و D_{3h}

ج) C_{2v}، D_{3d} و D_{3d}

د) C_{2v}، S_6 و S_6

۱۸- مولکول زیر به کدام گروه نقطه‌ای تعلق دارد؟



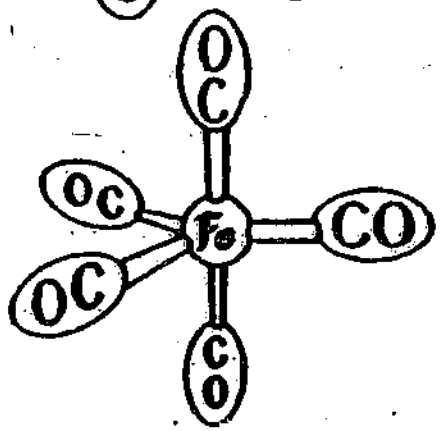
الف) C_{2v}

ب) D_{3h}

ج) D_{2d}

د) D_{3d}

۱۹- مولکول زیر به کدام گروه نقطه‌ای تعلق دارد؟



الف) C_{3v}

ب) D_{3d}

ج) C_{3h}

د) D_{3h}

۲۰- کدام گروه نقطه‌ای زیر فاقد عنصر تقارن S_n است؟

الف) D_{2d} ب) D_{4d} ج) T_d د) C_{4v}

ج) پرسشهای آزمون سراسری کارشناسی‌ارشد

۱- گروه نقطه‌ای ترکیب $trans$ - $[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$ کدام است؟(۶۹-۱۳۶۸)

الف) O_h ب) C_{2v} ج) D_{4h} د) C_{4v}

۲- کدام گونهٔ شیمیایی دارای تقارن O_h است؟(۶۹-۱۳۶۸)

الف) $[Cr(en)_3]^{3+}$ ب) $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$

ج) $[Fe(CN)_6]^{4-}$ د) $[Pt(CN)_4]^{2-}$

۳- کدام کمپلکس، فاقد فعالیت نوری است؟(۷۰-۱۳۶۹)

الف) cis -$[Co(en)_2(NO_2)_2]^+$ ب) cis -$[Co(en)_2Cl(NO_2)]^+$

ج) $[Cu(en)_3]^{2+}$ د) $[Rh(NH_3)_3Cl_3]$

۴- چنانچه دو وجه متقابل یک هشت وجهی منتظم را در امتداد محور مرتبهٔ ۳ آن از هم دور کنیم، تقارن (گروه نقطه‌ای) به دست آمده کدام است؟(۷۰-۱۳۶۹)

الف) D_{3h} ب) O_h ج) C_{3v} د) D_{3d}

۵- تقارن (گروه نقطه‌ای) $H_2Sn(CH_3)_2$ کدام است؟(۷۰-۱۳۶۹)

الف) T_d ب) C_{2v} ج) C_{3v} د) C_s

۶- یون کمپلکس $trans$ - $[Co(en)_2(NO_2)Cl]^+$ به کدام گروه نقطه‌ای تعلق دارد؟(۷۱-۱۳۷۰)

الف) C_{2v} ب) T_d ج) D_{3h} د) D_{2h}

۷- گروه نقطه‌ای مولکول فاس ـ تری کلروتری امین کبالت (III) کدام است؟(۷۱-۱۳۷۰)

الف) D_{3d} ب) D_3 ج) C_{3v} د) D_{3h}

۸- کدام یون کمپلکس زیر فعالیت نوری دارد؟(۷۱-۱۳۷۰)

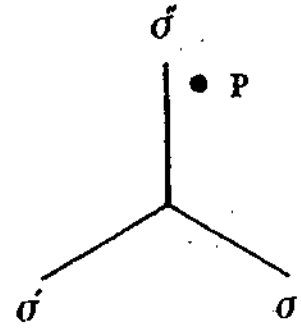
۱) $[Cr(ox)]_3^{3-}$

۲) $trans$ -$[Cr(ox)_2(OH_2)_2]^-$

۳) cis - $[Cr(ox)_2(OH_2)_2]^-$

الف) ۱و۳ ب) ۱و۲ ج) ۲و۳ د) هرسه

۹- نتیجهٔ ضرب عملهای تقارن C_3^2 $\sigma_v C_3$ روی نقطهٔ P، با توجه به شکل زیر، هم‌ارز کدام عمل تقارن است؟ (۷۲-۱۳۷۱)



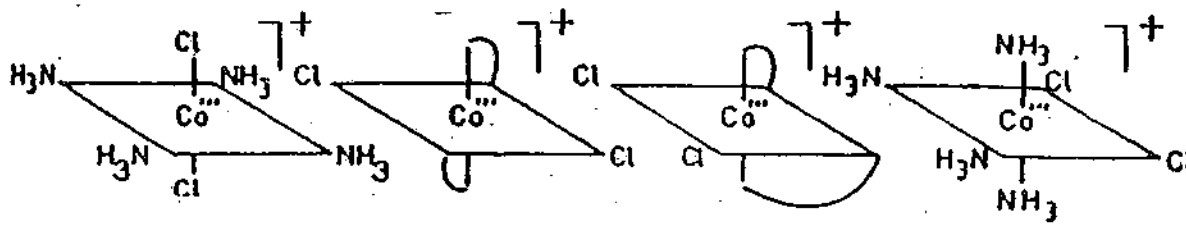
الف) σ_v'

ب) σ_v

ج) σ_v''

د) C_3

۱۰- کدام گونه دارای گروه نقطه‌ای C_2 و فعال نوری است؟ (۷۲-۱۳۷۱)



(الف) (ب) (ج) (د)

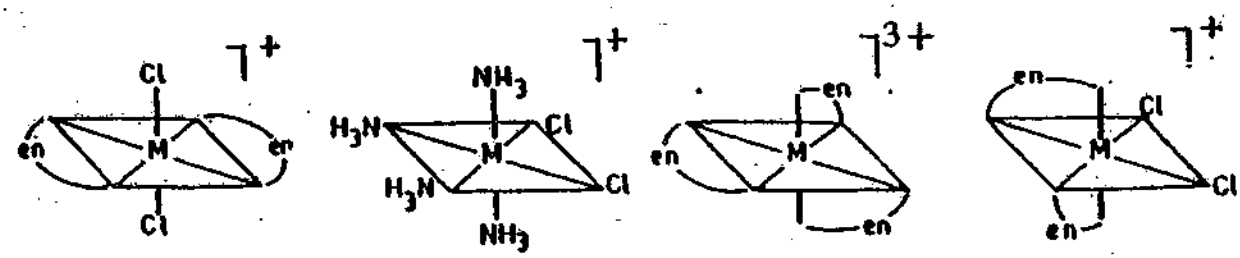
۱۱- نیکل و پلاتین در یک گروه جدول تناوبی قرار دارند. اما کمپلکسهای $NiCl_4^{2-}$ و $PtCl_4^{2-}$ از نظر خواص مغناطیسی، رنگ و شکل هندسی با هم تفاوت دارند. گروه نقطه‌ای این دو یون به ترتیب کدام‌اند؟ (۷۲-۱۳۷۱)

الف) T_d و D_{2d} ب) D_{2d} و T_d ج) D_{2d} و D_{4h} د) D_{2d} و D_{2d}

۱۲- یون کمپلکس $Re_2Cl_8^{2-}$ به کدام گروه نقطه‌ای تعلق دارد؟ (۷۳-۱۳۷۲)

الف) D_{4h} ب) D_{4d} ج) C_{4v} د) C_4

۱۳- کدام ترکیب قطبی و دارای فعالیت نوری است؟ (۷۳-۱۳۷۲)



(الف) (ب) (ج) (د)

۱۴- کدام کمپلکس کایرال است؟(۷۴-۱۳۷۳)

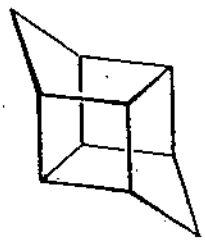
الف) cis - $[PtCl_2(en)]$

ب) cis - $[RhCl_2(NH_3)_4]^+$

ج) fac - $[Co(NO_2)_3(dien)]$

د) $[Cr(ox)_3]^{3-}$

۱۵- شکل زیر به کدام گروه نقطه‌ای تعلق دارد؟(۷۵-۱۳۷۴)



الف) C_s

ب) C_{2v}

ج) C_{2h}

د) D_{2d}

۱۶- کدام ترکیب به گروه نقطه‌ای $D_{\infty h}$ تعلق دارد؟(۷۵-۱۳۷۴)

الف) $N_2O_2^{2-}$ ب) CS_2 ج) NO_2 د) O_3

۱۷- برای مولکول IF_3O_2 چند ایزومر هندسی می‌توان در نظر گرفت که از میان آنها، ایزومری که گروه نقطه‌ای ... دارد، پایدارتر است.(۷۶-۱۳۷۵)

الف) دو - C_s ب) دو - D_{2h} ج) سه - C_{2v} د) سه - D_{3h}

۱۸- کدام ترکیب تقارن D_{4h} ندارد؟ (۷۶-۱۳۷۵)

الف) $PtCl_4^{2-}$

ب) ICl_4^-

ج) $Ni(CN)_4^{4-}$

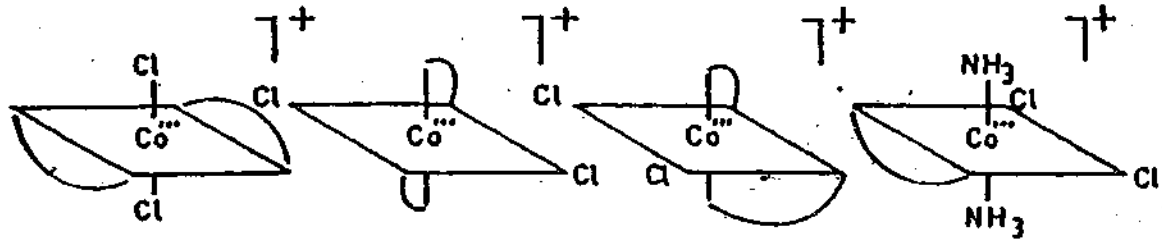
د) $trans$ - $[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$

۱۹- یون کمپلکس تری - μ - کلروبیس [تری کلروتیتانات (III)] به کدام گروه نقطه‌ای تعلق دارد؟ (۷۶-۱۳۷۵)

الف) D_{3h} ب) D_{3d} ج) C_{3v} د) C_{3h}

۲۰- برای کدام ساختار فضایی، ایزومر نوری پیش‌بینی می‌شود؟(۷۶-۱۳۷۵)

en $= H_2NCH_2CH_2NH_2 =$ ⌒



(الف) (ب) (ج) (د)

۲۱ـگروه نقطه‌ای ساختار حاصل از ساده‌ترین واپیچش (Distortion) تقارن O_h کدام است؟ (۷۶-۱۳۷۵)

الف) C_{2v} ب) D_{2d} ج) D_{2h} د) D_{4h}

۲۲ـکدام گونه‌ها مرتبهٔ تقارن بالاتری دارد؟ (۷۷-۱۳۷۶)

$\text{en} = H_2NCH_2CH_2NH_2$; $\text{gly} = H_2NCH_2COO^-$

الف) $cis\text{-}[CoCl_2(en)_2]^+$ ب) $trans\text{-}[CoCl_2(en)_2]^+$

ج) $[Co(en)_3]^{3+}$ د) $[Co(gly)_3]$

۲۳ـعمل تقارنی C_5^5، معادل کدام عمل تقارنی است؟ (۷۸-۱۳۷۷)

الف) C_2 ب) E ج) i د) σ_h

۲۴ـگروه نقطه‌ای ترکیب IOF_3 کدام است؟ (۷۸-۱۳۷۷)

الف) C_s ب) C_{2v} ج) C_{3v} د) D_{3d}

۲۵ـگروه نقطه‌ای ترکیبی با ساختار ، کدام است؟ (۷۸-۱۳۷۷)

الف) C_5 ب) C_s ج) C_{5v} د) D_5

فصل دوم:
آرایش الکترونی اتم ـ جدول تناوبی عنصرها

الف) پرسشها و تمرینهای مروری

۱ـ الف) مفهوم آرایش الکترونی را بیان کنید. ب) قاعده‌ها و اصول مربوط به آرایش الکترونی اتمها را بیان کنید.

۲ـ توضیح دهید که چرا در اتم هیدروژن، تمام ترازهای فرعی انرژی مربوط به یک تراز اصلی هم سطح‌اند؟

۳ـ اصول پایداری در آرایش الکترونی را نام ببرید و سه اتم نام ببرید که این اصول در آنها رعایت شده است.

۴ـ توضیح دهید که چرا از عنصرهای دورهٔ چهارم به بعد، با اینکه ابتدا تراز ns لایهٔ ظرفیت و پس از آن تراز $(n\text{-}1)d$ این لایه از الکترون اشغال می‌شود، هنگام یونش اتم آنها، نخست الکترونهای تراز s جدا می‌شوند؟

۵ـ چرا هر چه اتم سنگینتر می‌شود، ترازهای متفاوت انرژی آن به هسته نزدیکتر می‌شوند؟ چرا در این مورد، ترازهای متفاوت، یکسان عمل نمی‌کنند؟

۶ـ با رجوع به جدول آرایش الکترونی اتمها، عنصرهایی را مشخص کنید که در آرایش الکترونی اتم آنها، اصل آفبا نقض می‌شود.

۷ـ آرایش الکترونی نیکل، پالادیم و پلاتین را با هم مقایسه و علّت تفاوت آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت آنها را بیان کنید.

۸ـ آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت اتم سه عنصر اول از سری لانتانیدها و سه عنصر نخست از سری آکتینیدها را بنویسید، آنها را با هم مقایسه کنید و علت را توضیح دهید.

۹ـ بار مؤثر هسته را بر الکترونهای لایهٔ ظرفیت اتمهای Cl و Ca و یونهای Cl^- و Ca^{2+} به روش اسلیتر حساب کنید. علت تفاوت مقدار آن را بر هر جفت از این «اتم ـ یون» توضیح دهید.

۱۰ـ بار مؤثر هستهٔ اتم اورانیم را بر الکترون تراز $5f$ آن حساب کنید.

۱۱ـ بار مؤثر هستهٔ اتم اکسیژن را در مولکول O_2 و بار مؤثر هستهٔ اتم کلر را در مولکول Cl_2 حساب کنید.

۱۲ـ الف) بار مؤثر هسته را بر الکترونهای $4s$ و $3d$ در اتمهای منگنز و کبالت، به روش اسلیتر و به روش کلمانتی ـ

ریموندی حساب کنید. ب) علت تفاوت بین مقدارهای بار مؤثر هسته بر الکترونهای دو تراز انرژی را در مورد هر اتم و علت تفاوت بین مقدارهای به دست آمده از دو روش را توضیح دهید. ج) آیا بین نسبت دو مقدار به دست آمده برای دو تراز انرژی در هر اتم، در هر یک از این دو روش، تفاوت زیادی وجود دارد؟ د) دلایلی برای دقیقتر بودن روش کلمانتی ـ ریموندی ارائه دهید؟

۱۳ـ روند تغییرهای بار مؤثر هسته را در دوره‌ها و گروههای جدول تناوبی، با رسم نمودار نشان دهید.

۱۴ـ تفاوت جفت شدن ممانهای اسپینی و اوربیتالی را در میدان قوی و میدان ضعیف بیان کنید.

۱۵ـ در اتم کربن برانگیخته با آرایش الکترونی $1s^2\ 2s^2\ 2p^1\ 3p^1$ براساس اصل طرد پاولی کدام ترکیب m_l و m_s مجاز نیست؟

۱۶ـ تعداد کل حالتهای ریز مربوط به یک آرایش الکترونی را می‌توان از رابطهٔ $n=\Pi_{N=1}^{N=m}\frac{2(2l+1)-N+1}{N}$ به دست‌آورد که در آن m تعدادالکترونهای منفرد، N تعدادجمله‌ها و Π حاصلضرب جمله‌هاست. بااستفاده از این رابطه، تعدادحالتهای ریزمربوط به‌آرایشهای الکترونی p^3 و d^3 را حساب کنید.

۱۷ـ تعداد حالتهای ریز جملهٔ طیفی ^4P را حساب کنید.

۱۸ـ تعداد حالتهای ریز را برای آرایشهای الکترونی هم‌ارز d^4 و ناهم‌ارز $p^1\,d^1$ حساب کنید.

۱۹ـ نماد جملهٔ طیفی مربوط به حالت پایهٔ اتمهای سیلیسیم و گوگرد را معین کنید.

۲۰ـ نماد جملهٔ طیفی مربوط به حالت پایهٔ یونهای Ti^{2+} و V^{3+} را معین کنید.

۲۱ـ نماد جمله‌های طیفی آرایش الکترونی d^3 و d^4 را به روش فاکتورگیری از اسپین به دست آورید.

۲۲ـ دیدگاههای لاووازیه و برزلیوس از نظر دسته‌بندی عنصرها، چه تشابه‌ها و تفاوتهایی با یکدیگر داشت؟

۲۳ـ جرم اتمی دقیق منیزیم با جرمی که دوبراینر براساس طبقه‌بندی سه تاییها برای آن به دست آورده بود، چند واحد تفاوت دارد؟

۲۴ـ نام هر یک از گازهای نجیب (غیر از رادن) از واژه‌های لاتینی در ارتباط با برخی از ویژگیهای آنها گرفته شده است. هر یک از این واژه‌ها و مفهوم آنها را بیان کنید.

۲۵ـ فرمول کلی هیدرید و اکسید عنصرهای گروههای *IA*، *IIA*، *IIIA* و *VIIA* را در بالاترین حالت اکسایش آنها بنویسید.

۲۶ـ عددموج خط طیفی K_α درطیف پرتوهای X عنصری $1/4810\times10^8\ cm^{-1}$ است. عداتمی این عنصر را حساب

کنید.

۲۷ـ موقعیت فلزهای قلیایی، هالوژنها، کالکوژنها، لانتانیدها و عنصرهای واسطهٔ d را در جدول تناوبی مشخص کنید.

۲۸ـ سی و پنجمین عنصر جدول تناوبی، به کدام دوره و کدام گروه تعلق دارد و چگونه عنصری است؟

۲۹ـ آرایش الکترونی عنصرهای مربوط به گروههای IVA و IVB از دورهٔ ششم جدول تناوبی را بنویسید.

۳۰ـ آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت اتمی به $4d^{10}\ 5s^2$ و آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت اتم دیگر به $5s^2\ 5p^5$ ختم می‌شود. این دو عنصر به کدام گروه و کدام دورهٔ جدول تناوبی تعلق دارند؟

۳۱ـ براساس آرایش الکترونی، توضیح دهید که عنصرهای زیر به کدام گروه و کدام دورهٔ جدول تناوبی تعلق دارد؟

الف) $3d^0\ 4s^1$

ب) $3d^5\ 4s^2$

ج) $4d^{10}\ 5s^2$

د) $4s^2\ 4p^3$

۳۲ـ آرایش الکترونی سومین عنصر از هر گروه زیر را مشخص کنید :

$IB\ ,\ IA\ ,\ IVA\ ,\ IVB\ ,\ IIIB\ ,\ IIIA\ ,\ IIA$

۳۳ـ آرایش الکترونی دومین عنصر از سری لانتانیدها را با آرایش الکترونی دومین عنصر از سری آکتینیدها مقایسه کنید و در مورد تفاوت آنها توضیح دهید.

۳۴ـ تفاوت عددهای اتمی هر دو عنصر متوالی از گروه IIA و گروه IIB متعلق به دوره پنجم را معین کنید.

۳۵ـ آرایش الکترونی یونهای ساده (تک اتمی) A^{3-}، B^{2-}، C^-، D^+، E^{2+} و F^{5+} به $3s^2\ 3p^6$ ختم می‌شود، موقعیت عنصرهای A، B، C، D، E و F را در جدول تناوبی مشخص کنید.

ب) پرسشهای چهار گزینه‌ای

۱ـ بار مؤثر هسته بر الکترون تراز $3d$ در اتم Mn_{25} به روش اسلیتر، کدام است؟

الف) ۶ر۵ ب) ۴ر۶ ج) ۴ر۱۹ د) ۴ر۲۱

۲ـ تعداد حالتهای ریز آرایش الکترونی f^3 چند است؟

الف) ۱۲۰ ب) ۲۱۰ ج) ۳۶۴ د) ۱۰۰۱

۳ـ جمله طیفی حالت پایه آرایش الکترونی p^3 کدام است؟

الف) ^4P ب) ^2D ج) ^4S د) ^2P

۴ـ تعداد حالتهای ریز کدام جمله طیفی زیر بیشتر است؟

الف) ^3P ب) ^3F ج) ^4P د) ^4F

۵ـ کدام جمله طیفی زیر برای آرایش الکترونی d^3 قابل قبول نیست؟

الف) ^4P ب) ^2H ج) ^4F د) ^4G

۶ـ طبق اصل طرد پاولی

الف) هیچ دو الکترونی نمی‌توانند چهار عدد کوآنتومی یکسان داشته باشند

ب) در یک اوربیتال، اسپین دوالکترون همسو یا هم جهت است

ج) ترم پایه ترمی است که بیشترین چندگانگی اسپین را دارد

د) هیچ کدام از موردهای بالا درست نیست

۷ـ اسپین هستهٔ ^{11}B و ^{10}B به ترتیب برابر است با:

الف) ۱ و $\frac{1}{2}$ ب) $\frac{1}{2}$ و ۱ ج) $\frac{3}{2}$ و ۳ د) ۳ و $\frac{3}{2}$

۸ـ برای آرایش الکترونی d^5 چند حالت ریز می‌توان پیش‌بینی کرد؟

الف) ۴۵ ب) ۲۵۲ ج) ۱۲۰ د) ۲۱۰

۹ـ تعداد حالتهای ریز برای ترمهای ^1D و ^6S به ترتیب کدام است؟

الف) ۵ و ۱ ب) ۵ و ۶ ج) ۱ و ۵ د) ۶ و ۶

۱۰ـ کدام مطلب نادرست است؟

الف) آرایش الکترونی p^2 دارای ترمهای ^3P ، ^1D و ^1S است

ب) آرایش الکترونی $p^1\ p^1$ دارای ترمهای ^3P ، ^1P ، ^3D ، ^1D ، ^3S و ^1S است

ج) آرایش الکترونی p^2 دارای ترمهای ^3P ، ^3D و ^3S است

د) آرایش الکترونی d^2 دارای ترمهای ^3F ، ^3P ، ^1G ، ^1D و ^1S است

۱۱ـ طبق قاعده‌های هوند، ترتیب افزایش انرژی ترمهای مربوط به آرایش الکترونی d^2 کدام است؟

الف) $^3F < {}^3P < {}^1G < {}^1D < {}^1S$

ب) $^3F > {}^3P > {}^1G > {}^1D > {}^1S$

ج) $^3F \sim {}^3P > {}^1G \sim {}^1D \sim {}^1S$

د) هیچ کدام

۱۲ـ بار مؤثر هستهٔ اتم $_{19}K$ بر الکترون $4s$ آن، براساس قاعده‌های اسلیتر کدام است؟

الف) ۷٫۷۵ ب) ۲٫۲۰ ج) ۳٫۶۰ د) ۵٫۶۰

۱۳ـ بار مؤثر هستهٔ $_{35}Br^-$ بر الکترون لایهٔ ظرفیت آن، براساس قاعده‌های اسلیتر کدام است؟

الف) ۷٫۲۵ ب) ۴٫۷۵ ج) ۷٫۶۰ د) ۶٫۲۵

۱۴ـ با توجه به پایداری نسبی ترازهای انرژی عنصرها، کدام تراز پایدارتر است؟

الف) $5s$ ب) $4f$ ج) $5p$ د) $4d$

۱۵ـ برای آرایش الکترونی d^4 چند حالت ریز می‌توان پیش‌بینی کرد؟

الف) ۲۱۰ ب) ۴۵ ج) ۱۲۰ د) ۲۵۲

۱۶ـ جمله‌های طیفی حاصل از آرایش الکترونی d^3، عبارت‌اند از: ^4P , ^4F , ^2H , ^2G , ^2F , $^2D(2)$ و ^2P

جمله طیفی حالت پایه کدام است؟

الف) ^4P ب) ^2H ج) ^4F د) ^2P

۱۷ـ تعداد حالتهای ریز برای جملهٔ طیفی ^4F چند است؟

الف) ۱۲ ب) ۸ ج) ۲۸ د) ۲۱

۱۸ـ برای آرایش الکترونی d^3 چند حالت ریز می‌توان پیش‌بینی کرد؟

الف) ۴۵ ب) ۱۲۰ ج) ۲۱۰ د) ۲۵۲

۱۹ـ ترمهای حاصل از آرایش الکترونی d^2 عبارت‌اند از: ^3P , ^3F , ^1G , ^1D و ^1S . جملهٔ طیفی حالت پایه

این آرایش الکترونی کدام است؟

الف) ^1G ب) ^3P ج) ^1D د) ^3F

۲۰ـ تعداد حالتهای ریز یون $_{23}V^{2+}$ و تعداد حالتهای ریز مربوط به جملهٔ طیفی ^3F به ترتیب کدام‌اند؟

الف) ۲۰ و ۹ ب) ۲۵ و ۱۵ ج) ۴۵ و ۲۱ د) ۳۵ و ۲۷

۲۱ـ جمله‌های طیفی مربوط به کدام آرایش الکترونی، درست است؟

الف) ^1S و $^2S \rightarrow s^1\ s^1$ ب) $^2P \rightarrow p^2$

ج) ^1P و $^3P \rightarrow s^1\ p^1$ د) ^1S و ^1D و $^3P \rightarrow p^3$

۲۲ـ بار مؤثر هستهٔ یون $_{19}K^+$ (براساس روش اسلیتر) کدام است؟

الف) ۷٫۷۵ ب) ۶٫۴ ج) ۷٫۲۵ د) ۷٫۶۰

۲۳ـ در کدام اتم سطح تراز $3d$ از سطح تراز $4s$ بالاتر است؟

الف) $_{10}Ne$ ب) $_{17}Cl$ ج) $_{19}K$ د) $_{22}Ti$

۲۴ـ جمله‌های طیفی ^2P، ^2D و ^4S به کدام آرایش الکترونی مربوط است؟

الف) p^2 ب) p^3 ج) p^4 د) d^2

۲۵ـ تفاوت بار مؤثر هستهٔ اتم منگنز ($_{25}Mn$) بر الکترونهای تراز $4s$ و $3d$ به روش اسلیتر کدام است؟

الف) ۲٫۸ ب) ۱٫۴ ج) ۱٫۸ د) هیچ کدام

۲۶ـ با توجه به ترازهای انرژی اتم عنصرها، جدول تناوبی به چند بخش متمایز تقسیم می‌شود؟

الف) ۶ ب) ۳ ج) ۲ د) ۴

۲۷ـ بخش f جدول تناوبی شامل کدام دسته از عنصرهای جدول تناوبی است؟

الف) واسطه ب) اصلی ج) لانتانیدها و آکتینیدها د) نافلزی یا گازهای نجیب

۲۸ـ بخش d جدول تناوبی شامل کدام دسته از عنصرهای جدول تناوبی است؟

الف) واسطه ب) اصلی ج) لانتانیدها و آکتینیدها د) نافلزی

۲۹ـ محتملترین عدد اکسایش عنصری با آرایش الکترونی $[Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^5$ کدام است؟

الف) ۱+ ب) ۷+ ج) ۱− د) ۵+

۳۰ـ آرایش الکترونی عنصری به صورت $[Xe]4d^{10}\ 4f^6\ 5s^2\ 5p^6\ 6s^2$ است. این عنصر جزء کدام دسته از

عنصرهای جدول تناوبی است؟

الف) لانتانیدها یا آکتینیدها ب) واسطه ج) اصلی د) نافلزی

۳۱ـ محتملترین عدد اکسایش یک عنصر با آرایش الکترونی $[Ne]3s^2\ 3p^1$ کدام است؟

الف) ۳+ ب) ۲+ ج) ۱+ د) ۳-

۳۲ـ آرایش الکترونی عنصری به صورت $[Ar]3d^6\ 4s^2$ است. این عنصر جزء کدام دسته از عنصرهای جدول تناوبی است؟

الف) اصلی ب) واسطه ج) نافلزی یاگازهای‌تجیب د) لانتانیدها یا آکتینیدها

۳۳ـ آرایش الکترونی عنصری به صورت $[Xe]\ 4d^{10}\ 4f^6\ 5s^2\ 5p^6\ 6s^2$ است. این عنصر جزء کدام دسته از عنصرهای جدول تناوبی است؟

الف) واسطه ب) اصلی ج) واسطهٔ داخلی د) نافلزی

۳۴ـ با توجه به قاعدهٔ کلچکووسکی، کدام ترتیب دربارهٔ تقدم پرشدن ترازهای انرژی درست است؟

الف) $4f > 4d > 5p > 5s$ ب) $6s > 6p > 4d > 4f$

ج) $5s > 5p > 4f > 5d$ د) $4s > 3d > 4p > 5s$

۳۵ـ آرایش الکترونی f^2 را به چند صورت متمایز (حالتهای ریزاتمی) می‌توان نوشت؟

الف) ۹۱ ب) ۷۱ ج) ۹۵ د) ۸۴

۳۶ـ طبقه‌بندی موسوم به «سه تاییها» توسط کدام دانشمند انجام گرفت؟

الف) نیولاندز ب) دوشان کورتوآ ج) دوبراینر د) لوتارمیر

۳۷ـ کدام مورد از ابتکارهای مندلیف نبوده است؟

الف) تقسیم گروهها به اصلی یا فرعی ب) اضافه کردن گروه هشتم

ج) خالی گذاشتن برخی از خانه‌ها د) قراردادن عنصرهای واسطه بین‌دوبلوک‌عنصرهای اصلی

۳۸ـ عنصر چهلم جدول تناوبی، به کدام دوره و گروه تعلق دارد؟

الف) چهارم ـ *IIIA* ب) پنجم ـ *IIIA* ج) چهارم ـ *IVB* د) پنجم ـ *IVB*

۳۹ـ طبقه‌بندی موسوم به پیچ تلوری را کدام دانشمند ارائه داد؟

الف) دوبراینر ب) دوشان کورتوآ ج) نیولاندز د) مزلی

۴۰ـ اگر عنصری به دورهٔ چهارم و گروه پنجم (اصلی) جدول تناوبی تعلق داشته باشد، آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت اتم آن کدام است؟

الف) $3d^5\ 4s^2$ ب) $4s^2\ 4p^3$ ج) $3d^3\ 4s^2$ د) $4s^2\ 4p^5$

ج) پرسشهای آزمون سراسری کارشناسی ارشد

۱ـ کدام جمله طیفی به حالت اصلی اتم اکسیژن مربوط است ؟(۶۹-۱۳۶۸)

الف) ^3P ب) ^2F ج) ^1D د) ^1S

۲ـ کدام مجموعه از عددهای کوآنتومی زیر به آخرین الکترون در اتم کروم ($_{24}Cr$) مربوط است؟ (۶۹-۱۳۶۸)

الف) $m_s=+\frac{1}{2}$، $m_l=+1$، $l=2$ و $n=3$ ب) $m_s=+\frac{1}{2}$، $m_l=+1$، $l=1$ و $n=4$

ج) $m_s=+\frac{1}{2}$، $m_l=+2$، $l=2$ و $n=3$ د) $m_s=+\frac{1}{2}$، $m_l=0$، $l=0$ و $n=4$

۳ـ چند الکترون در حالت پایهٔ اتم $_{29}Cu$ دارای مجموعهٔ عددهای کوآنتومی $l=0$ و $m_l=0$ است؟ (۷۰-۱۳۶۹)

الف) ۸ ب) ۷ ج) ۱ د) ۲

۴ـ جملهٔ طیفی حالت پایهٔ اتم $_{17}Cl$ کدام است؟ (۷۰-۱۳۶۹)

الف) ^2D ب) ^6P ج) ^2P د) ^6D

۵ـ علامت جملهٔ طیفی یون Cr^{2+} در حالت پایه کدام است؟ (۷۱-۱۳۷۰)

الف) ^4F ب) ^5S ج) ^3D د) ^5D

۶ـ مقدار L کدام جملهٔ طیفی حالت پایهٔ مربوط به آرایشهای الکترونی ۱) p^4، ۲) d^{10}، ۳) d^8 و ۴) f^3 برابر صفر است؟ (۷۱-۱۳۷۰)

الف) ۲ و ۳ ب) ۱ ج) ۲ د) ۳ و ۴

۷ـ در اتم Mo (مولیبدن) چند الکترون با عددهای کوآنتومی $l=0$ و $m_l=0$ وجود دارد؟ (۷۱-۱۳۷۰)

الف) ۱۱ ب) ۹ ج) ۱۰ د) ۱۴

۸ـ بار مؤثر هسته بر خارجی‌ترین الکترون در اتم $_{23}V$ کدام است ؟ (۷۱-۱۳۷۰)

الف) ۳٫۳ ب) ۴٫۳ ج) ۴٫۸ د) ۲٫۳

۹ـ عددهای کوآنتومی الکترون $3p$ اتم Al با کدام یک از گزینه‌های زیر مطابقت دارد؟ (۷۲-۱۳۷۱)

الف) $m_s=+\frac{1}{2}$، $m_l=0$، $l=0$ و $n=3$ ب) $m_s=-\frac{1}{2}$، $m_l=+1$، $l=0$ و $n=3$

ج) $m_s=+\frac{1}{2}$، $m_l=+1$، $l=1$ و $n=3$ د) $m_s=+\frac{1}{2}$، $m_l=+2$، $l=1$ و $n=3$

۱۰ـ کدام یون حالت پایه شامل ۱۰ حالت ریز است؟ (۷۲-۱۳۷۱)

الف) Ni^{2+} ب) Fe^{3+} ج) V^{3+} د) Cu^{2+}

۱۱ـکدام داده‌های زیر براساس قاعدهٔ اسلیتر برای بار مؤثر هسته برالکترون ظرفیت در اتم پتاسیم با فرض این که این الکترون به ترتیب در تراز $3d$ و یا در تراز $4s$ باشد، درست است؟ (۷۲-۱۳۷۱)

الف) ۱ و ۲٫۲ ب) ۲٫۲ و ۱ ج) ۲٫۱ و ۲ د) ۲ و ۲٫۱

۱۲ـبار مؤثر هستهٔ اتم $_{26}Fe$ بر هر الکترون تراز d آن براساس قواعد اسلیتر کدام است؟ (۷۳-۱۳۷۲)

الف) ۴٫۷۵ ب) ۵٫۷۵ ج) ۶٫۲۵ د) ۷٫۲۵

۱۳ـکدام آرایشهای الکترونی زیر، جمله‌های طیفی یکسان دارند؟ (۷۳-۱۳۷۲)

الف) p^2 و p^4 ب) d^2 و f^2 ج) p^2 و d^2 د) p^2 ، d^2 و f^2

۱۴ـمجموعه جمله‌های طیفی ^4S ، ^2D و ^2P به کدام آرایش الکترونی تعلق دارد؟ (۷۳-۱۳۷۲)

الف) p^2 ب) d^2 ج) p^3 د) d^3

۱۵ـبا استفاده از قاعدهٔ اسلیتر بار مؤثر هسته برای الکترون ظرفیت در اتم $_{30}Zn$ کدام است؟ (۷۴-۱۳۷۳)

الف) ۲۱٫۱۵ ب) ۱۵٫۶۵ ج) ۸٫۸۵ د) ۴٫۳۵

۱۶ـکدام جملهٔ طیفی نادرست است؟ (۷۵-۱۳۷۴)

الف) $^5P_3$ ب) $^3F_3$ ج) $^3D_2$ د) $^2S_{3/2}$

۱۷ـنماد جملهٔ طیفی حالت پایهٔ اتمی، $^5D_4$ است. عدد اتمی آن چند است؟ (۷۵-۱۳۷۴)

الف) ۲۶ ب) ۲۴ ج) ۲۳ د) ۲۲

۱۸ـکدام جمله‌های طیفی مربوط به آرایش الکترونی V^{3+} است؟ (۷۶-۱۳۷۵)

الف) $^3F, ^1D, ^3P, ^1S, ^1G$ ب) $^2F, ^2D, ^2P, ^3P$

ج) $^2F, ^1D, ^2P, ^2S, ^2G$ د) $^3F, ^2D, ^2P, ^3P, ^1S, ^1G$

۱۹ـبرای کدام گونه زیر، نماد جملهٔ طیفی حالت پایه به صورت ^6A است؟ (۷۶-۱۳۷۵)

الف) $MnCl_4^{2-}$ ب) $Co(NH_3)_6^{3+}$ ج) $Co(H_2O)_6^{2+}$ د) $Fe(CN)_6^{3-}$

۲۰ـجملهٔ طیفی ^4F شامل چند حالت ریز است؟ (۷۷-۱۳۷۶)

الف) ۱۲ ب) ۱۴ ج) ۲۸ د) ۳۲

۲۱ـحالتهای ^3D و ^1D به کدام آرایش الکترونی مربوط است؟ (۷۷-۱۳۷۶)

الف) $s^1 d^1$ ب) $s^2 d^1$ ج) $s^1 p^1$ د) $s^1 p^1 p^1$

۲۲ـ آرایش الکترونی حالت پایهٔ عنصر ۱۰۵ کدام است؟ (۷۷-۱۳۷۶)

الف) $[Rn]\ 7s^2\ 6f^{14}\ 7p^3$ ب) $[Rn]\ 7s^2\ 5f^{14}\ 7p^3$

ج) $[Rn]\ 7s^2\ 6f^{14}\ 6d^3$ د) $[Rn]\ 7s^2\ 5f^{14}\ 6d^3$

۲۳ـ برای جمله طیفی ^3p مقدارهای L، M_L، S و M_S به ترتیب می‌توانند...باشند. (۷۸-۱۳۷۷)

الف) ۱،(۱-،۰،۱)،۱ و (۱-،۰،۱) ب) ۱،۳،۱و۳

ج) ۳،(۱-،۰،۱)،۳ و (۱-،۰،۱) د) ۳،۳،۱و۱

فصل سوم:
بررسی خواص بنیادی اتم

الف) پرسشها و تمرینهای مروری

۱ـ مفهوم یونش عنصرها را بیان کنید و توضیح دهید که انرژی نخستین یونش عنصرها در دوره‌ها و گروههای جدول تناوبی چگونه تغییر می‌کند؟

۲ـ با استفاده از رابطهٔ $IE = 13.59 \left[\frac{z^*}{n}\right]^2$، نسبت انرژیهای نخستین یونش اتمهای اکسیژن، گوگرد، سدیم و کلر را به دست آورید.

۳ـ با توجه به آرایش الکترونی و موقعیت عنصرها در جدول تناوبی، عنصرهای زیر را به ترتیب افزایش انرژی نخستین یونش آنها مرتب کنید:

Ba , Rb , Ne , Mg , C , Cu , S , Ga

۴ـ انرژی سومین یونش لیتیم را براساس نظریهٔ اتمی بوهر (برحسب eV) حساب کنید.

۵ـ با استفاده از جدولهای مربوط به مقدارهای انرژیهای یونش متوالی عنصرها، نمودار تغییر سومین انرژی یونش عنصرهای لانتانید را نسبت به عدداتمی رسم و روند آن را با توجه به آرایش الکترونی این عنصرها توجیه کنید.

۶ـ انتظار دارید که کدام هالوژن به طور احتمال کاتیون X^+ تشکیل دهد. توضیح دهید که چرا چنین یونی در ترکیبها شناخته نشده است؟ اما یونهای X_2^+، X_3^+ و X_5^+ پایدارتر بوده و به طور احتمال در ترکیبها شرکت دارند.

۷ـ مفهوم الکترونخواهی عنصرها را بیان کنید و الکترونخواهترین عنصر را نام ببرید.

۸ـ توضیح دهید که انرژی الکترونخواهی و انرژی نخستین یونش کدام عنصر بیشتر است؟ الف) لیتیم یا سدیم، ب)فلوئور یا یُد، ج) تلور یا یُد و د) اکسیژن یا گوگرد.

۹ـ توضیح دهید که چرا

الف) الکترونخواهی SF_5 از الکترونخواهی گوگرد و فلوئور بیشتر است؟

ب) الکترونخواهی فلوئور از کلر کمتر ولی انرژی یونش آن از کلر بیشتر است؟

ج) الکترونخواهی نیتروژن از فسفر کمتر ولی انرژی یونش آن از فسفر بیشتر است؟

د) الکترونخواهی عنصرهای دورهٔ دوم از عنصرهای هم گروه خود از دورهٔ سوم کمتر ولی انرژی یونش آنها از انرژی یونش آن عنصرها بیشتر است؟

ه) الکترونخواهی فلزهای قلیایی از فلزهای قلیایی خاکی هم دورهٔ خود بیشتر ولی انرژی یونش آنها از فلزهای قلیایی خاکی کمتر است؟

۱۰ـ الف) الکترونگاتیوی عنصرها را تعریف کنید، ب) تفاوت آن را با الکترونخواهی عنصرها بیان کنید و ج) توضیح دهید که الکترونگاتیوترین عنصر و الکتروپوزیتوترین عنصر، به ترتیب در کدام مکان جدول تناوبی جای دارند؟

۱۱ـ با استفاده از جدول انرژی پیوندها، الکترونگاتیوی اتم کلر را در HCl و بُرم را در HBr به روش پـاولینگ حساب کنید.

۱۲ـ با استفاده از جدولهای انرژی یونش و الکترونخواهی عنصرها، الکترونگاتیوی Cl، Br، I، O و N را به روش مولیکن حساب کنید و آنها را به مقیاس پاولینگ تبدیل کنید.

۱۳ـ در صورتی که الکترونگاتیوی اتم کلر برابر ۳ و انرژی نخستین یونش آن برابر ۲۹۷ کیلوکالری بر مول در نـظر گرفته شود، براساس روش مولیکن، الکترونخواهی کلر را حساب کنید.

۱۴ـ بار مؤثر هستهٔ اتم بُرم را به روش اسلیتر حساب کرده و با استفاده از آن، الکترونگاتیوی اتم بُرم را به روش آلرد ـ روکو حساب کنید (r_{Br} = ۱٫۲۵Å).

۱۵ـ در صورتی که الکترونگاتیوی اتم اکسیژن برابر ۳٫۵ و شعاع کووالانسی آن برابـر ۰٫۷۴ آنگستروم بـاشد، بـا استفاده از رابطهٔ آلرد ـ روکو، بار مؤثر هستهٔ اتم اکسیژن را حساب کنید.

۱۶ـ بار مؤثر هستهٔ اتم کلر را به روش کلمانتی ـ ریموندی حساب کنید. در صورتی که الکترونگاتیوی کلر برابـر ۳ باشد، شعاع کووالانسی اتم کلر را برحسب نانومتر (*nm*) و پیکومتر (*pm*) حساب کنید.

۱۷ـ با استفاده از مقدارهای الکترونگاتیوی فلوئور و یُد، انرژی پیوند I–F را حساب کنید.

۱۸ـ با استفاده از جدول مقدارهای a و b، الکترونگاتیوی $Cl^{+0.4}$، $Cl^{+0.6}$، $Cl^{-0.3}$ و $Cl^{-0.5}$ را حساب کنید (به جدول پیوست آخر کتاب رجوع شود).

۱۹ـ با استفاده از رابطهٔ $\vec{\mu} = \vec{\mu}_1^{\,2} + \vec{\mu}_2^{\,2} + 2\vec{\mu}_1\vec{\mu}_2 cos\alpha$، ثابت کنید که مولکول BF_3 غیرقطبی است.

۲۰ـ درصد خصلت یونی پیوند I–F و بار جزئی اتمهای F و I را به روش هانی ـ اسمیت حساب کنید.

۲۱ـ در صورتی که مقدار تجربی ممان دو قطبی الکتریکی مولکول HCl برابر ۱٫۰۳ دبای و طول پیوند H–Cl برابر ۱٫۲۷ آنگستروم باشد، بار جزئی اتمهای H و Cl را در این مولکول حساب کنید.

۲۲ـ عددهای اکسایش عنصرها را در مولکولهای $HClO_4$ ، H_3PO_4 و $POCl_3$ با استفاده از رابطهٔ $X=n_V-\left[n_B+n_N\right]$ حساب کنید.

۲۳ـ عاملهای مؤثر در تنوع عددهای اکسایش گوگرد را با آوردن مثال مناسبی در هر مورد بیان کنید.

۲۴ـ عاملهای مؤثر در تنوع عددهای اکسایش نیتروژن را با آوردن مثال مناسبی در هر مورد، بررسی کنید.

ب) پرسشهای چهارگزینه‌ای

۱ـ کدام مقایسه در مورد انرژی نخستین یونش لیتیم، سزیم ، یُد و فلوئور درست است؟

الف) $Cs>Li$; $Li>F$; $Cs>F$; $I>F$

ب) $Cs>Li$; $F>Li$; $Cs>F$; $F>I$

ج) $Li>Cs$; $F>Li$; $Cs>F$; $I>F$

د) $Li>Cs$; $F>Li$; $F>Cs$; $F>I$

۲ـ انرژی نخستین یونش کدام عنصر بیشتر است؟

الف) $_{3}Li$ ب) $_{4}Be$ ج) $_{5}B$ د) $_{6}C$

۳ـ انرژی نخستین یونش کدام عنصر کمتر است؟

الف) $_{19}K$ ب) $_{20}Ca$ ج) $_{11}Na$ د) $_{3}Li$

۴ـ پتانسیل یونی کدام کاتیون بیشتر است؟

الف) $_{11}Na^{+}$ ب) $_{13}Al^{3+}$ ج) $_{20}Ca^{2+}$ د) $_{12}Mg^{2+}$

۵ـ انرژی نخستین یونش کدام عنصر بیشتر است؟

الف) $_{4}Be$ ب) $_{20}Ca$ ج) $_{12}Mg$ د) $_{38}Sr$

۶ـ انرژی نخستین یونش کدام عنصر کمتر است؟

الف) $_{5}B$ ب) $_{13}Al$ ج) $_{31}Ga$ د) $_{49}In$

۷ـ کدام ترتیب در مورد افزایش انرژی نخستین یونش چهار عنصر داده شده، درست است؟

الف) $_{9}F > _{18}Ar > _{11}Na > _{55}Cs$ ب) $Cs > Na > Ar > F$

ج) $Ar > F > Na > Cs$ د) $Cs > Na > F > Ar$

۸ـ اگر بار مؤثر هستهٔ اتم لیتیم بر الکترون ظرفیت آن ۱٫۲۷ باشد، انرژی نخستین یونش آن، چند الکترون ولت است؟

الف) ۱۳٫۶ ب) ۱۲٫۶ ج) ۴٫۲۸ د) ۵٫۴۸

۹ـ انرژی الکترونخواهی کدام عنصر بیشتر است؟

الف) $_{9}F$ ب) $_{17}Cl$ ج) $_{35}Br$ د) $_{53}I$

۱۰ـ انرژی نخستین الکترونخواهی کدام عنصر بیشتر است؟

الف) $_{11}Na$ ب) $_{8}O$ ج) $_{53}I$ د) $_{17}Cl$

۱۱ـ انرژی نخستین الکترونخواهی کدام عنصر بیشتر است؟

الف) یُد ب) اکسیژن ج) نیتروژن د) فلوئور

۱۲ـ انرژی نخستین الکترونخواهی کدام عنصر بیشتر است؟

الف) $_{30}Zn$ ب) $_{20}Ca$ ج) $_{25}Mn$ د) $_{19}K$

۱۳ـ ترتیب الکترونخواهی هالوژنها کدام است؟

الف) $F > Cl > Br > I$ ب) $F > Br > Cl > I$

ج) $Cl > F > Br > I$ د) $F > Cl > I > Br$

۱۴ـ کدام مقایسه در مورد انرژی نخستین الکترونخواهی کلر، برم، فلوئور، گوگرد، اکسیژن و سلنیم درست است؟

الف) $F>Cl$; $Cl>Br$; $O>S$; $S>Se$

ب) $Cl>F$; $Cl>Br$; $S>O$; $S>Se$

ج) $F>Cl$; $Cl>Br$; $O>S$; $S>Se$

د) $Cl>F$; $Br>Cl$; $O>S$; $Se>S$

۱۵ـ الکترونگاتیوی کدام عنصر بیشتر است؟

الف) $_{8}O$ ب) $_{17}Cl$ ج) $_{7}N$ د) $_{15}P$

۱۶ـ کدام عنصر الکترونگاتیوی کمتری دارد؟

الف) $_{3}B$ ب) $_{12}C$ ج) $_{19}A$ د) $_{20}D$

۱۷ـ علتهای اساسی افزایش الکترونگاتیوی عنصرها، براثر افزایش عدداتمی در هر دوره از جدول تناوبی، کدام‌اند؟

الف) ثابت ماندن تعداد ترازهای فرعی اشغال شده و افزایش بار هسته

ب) ثابت بودن تعداد ترازهای اصلی و افزایش بار هسته

ج) زیاد شدن الکترونهای لایه ظرفیت و کاهش شعاع اتمی

د) زیاد شدن تعداد ترازهای فرعی اشغال شده و کاهش شعاع اتمی

۱۸ـ کدام دو خاصیت عنصرها هم در دوره‌ها و هم در گروههای جدول تناوبی، در خلاف جهت یکدیگر تغییر

می‌کنند؟

الف) الکترونگاتیوی و شعاع اتمی
ب) الکترونگاتیوی و انرژی یونش
ج) الکترونخواهی و انرژی یونش
د) الکترونخواهی و شعاع اتمی

۱۹ـ الکترونگاتیوی عنصرها، در کدام مورد کاهش می‌یابد؟

الف) تغییر نوع هیبریدشدن اتم عنصر از sp^3 به sp
ب) تغییرنوع هیبریدشدن اتم‌عنصراز sp به sp^3
ج) افزایش بار مثبت روی اتم عنصر
د) کاهش بار منفی روی اتم عنصر

۲۰ـ در کدام ترکیب، اتم کربن خصلت الکترونگاتیوی بیشتری از خود نشان می‌دهد؟

الف) C_2H_6 ب) CH_4 ج) C_2H_2 د) C_2H_4

۲۱ـ الکترونگاتیوی اتم کربن در کدام ترکیب بیشتر است؟

الف) CH_3F ب) CH_4 ج) $CHCl_3$ د) $CHBr_3$

۲۲ـ در کدام ترکیب، اتم نیتروژن الکترونگاتیوی بیشتری دارد؟

الف) رادیکال NH ب) آلکیل آمین ج) پیریدین د) آلکیل نیتریل

۲۳ـ اگر انرژیهای نخستین یونش و الکترونخواهی اتم هیدروژن به ترتیب برابر ۱۳٫۵۹ و ۰٫۵۴ الکترون ولت باشد، الکترونگاتیوی آن به روش مولیکن کدام است؟

الف) ۱۴٫۲ ب) ۷٫۱ ج) ۱۳٫۱ د) ۶٫۶

۲۴ـ اگر مقدار ΔE در مورد عنصری برابر ۲۵ کیلوکالری بر مول باشد، مقدار $\Delta\chi$ براساس روش پاولینگ، کدام است؟

الف) ۰٫۹۰ ب) ۱٫۰۱ ج) ۱٫۰۴ د) ۱٫۱۲

۲۵ـ اگر بار مؤثر هستهٔ اتم کربن برابر ۳٫۱ و شعاع کووالانسی آن برابر ۰٫۷۶ Å باشد، الکترونگاتیوی آن به روش آلرد ـ روکو کدام است؟

الف) ۲٫۵۰ ب) ۲٫۴۸ ج) ۲٫۶۷ د) ۲٫۵۸

۲۶ـ شرط اساسی قطبی بودن یک مولکول آن است که:

الف) اتمهای تشکیل دهندهٔ آن، در یک صفحه قرار نگیرند

ب) تمام اتمهای تشکیل دهنده آن، متفاوت باشند

ج) تمام پیوندهای آن قطبی باشند

د) مرکز بارهای منفی آن بر مرکز بارهای مثبت آن منطبق نباشد

۲۷ـ کدام مولکول قطبی است؟

الف) BeF_2 ب) NH_3 ج) $AlCl_3$ د) SiF_4

۲۸ـ کدام دسته از مولکولهای زیر، همگی قطبی‌اند؟

الف) H_2S ، PCl_3 ، HCN و CCl_2F_2

ب) Cl_2O ، NF_3 ، CO_2 و BCl_3

ج) CCl_4 ، NO_2 ، SF_4 و $BeCl_2$

د) NF_3 ، SF_6 ، HI و HCN

۲۹ـ کدام ترکیب قطبی است؟

الف) SF_4 ب) XeF_2 ج) XeF_4 د) BF_3

۳۰ـ قطبیت پیوند بین اتم فلوئور با اتم کدام عنصر کمتر است؟

الف) اکسیژن ب) بور ج) کربن د) نیتروژن

۳۱ـ با توجه به داده‌های زیر، میزان قطبیت در کدام پیوند بیشترین و در کدام پیوند کمترین است؟

اتم	O	S	Br	Be	B
الکترونگاتیوی	۳٫۵	۲٫۵	۲٫۸	۱٫۵	۲

الف) Be-O و B-Br

ب) Be-O و Br-S

ج) Be-S و B-O

د) B-O و Br-S

۳۲ـ در کدام گروه سه‌تایی از ترکیبهای زیر، هر سه ترکیب قطبی‌اند؟

الف) CCl_4، CO و BeH_2

ب) H_2S، CO_2 و BF_3

ج) HF ، SO_2 و NF_3

د) H_2O، NH_3 و SiH_4

۳۳ـ کدام ترکیب غیرقطبی است؟

الف) BrF_5 ب) ClF_3 ج) OF_2 د) PF_5

۳۴ـ کدام دسته از مولکولهای زیر، همگی غیرقطبی‌اند؟

الف) $BeCl_2$ ، SiH_4 ، BCl_3 و CO_2

ب) CH_4 ، SO_2 ، CCl_4 و I_2

ج) HI ، H_2S ، $BeCl_2$ و CH_4

د) BeH_2 ، CO_2 ، H_2S و BCl_3

۳۵ـ کدام گونه شیمیایی قطبی است؟

الف) BCl_3 ب) NH_3 ج) BH_4^- د) PF_5

۳۶ـ ممان دو قطبی کدام گونه شیمیایی بزرگتر است؟

الف) CO_3^{2-} ب) SO_4^{2-} ج) NH_3 د) H_2O

۳۷ـ ممان دو قطبی کدام گونه شیمیایی بزرگتر است؟

الف) NH_3 ب) NF_3 ج) CO_3^{2-} د) NH_4^+

۳۸ـ ممان دو قطبی کدام گونه شیمیایی کوچکتر است؟

الف) NF_3 ب) NH_3 ج) H_2O د) BF_3

۳۹ـ کدام گونه شیمیایی، ممان دوقطبی (مخالف صفر) دارد؟

الف) CO_3^{2-} ب) ClO_4^- ج) ClF_3 د) SF_6

۴۰ـ با توجه به داده‌های جدول زیر:

عنصر	Be	Li	Br	O
الکترونگاتیوی	1.5	1.0	2.8	3.5

خصلت یونی پیوند در کدام مولکول بیشتر است؟

الف) $BeBr_2$ ب) BeO

ج) $LiBr$ د) Li_2O

۴۱ـ با توجه به مقدارهای الکترونگاتیوی هیدروژن (۲٫۱) و فلوئور (۴٫۰)، درصد خصلت یونی پیوند H-F کدام است؟

الف) ۴۳ ب) ۳۷ ج) ۲۳ د) ۱۷

۴۲ـ خصلت یونی در کدام ترکیب بیشتر است؟

الف) $BeCl_2$ ب) $MgCl_2$ ج) $CaCl_2$ د) $SrCl_2$

۴۳ـ کدام ترکیب از قاعدهٔ هشتایی (Octet rule) پیروی می‌کند؟

الف) $BeCl_3$ ب) PF_5 ج) SF_6 د) CO_2

۴۴ـ کدام گونه شیمیایی از قاعدهٔ هشتایی پیروی می‌کند؟

الف) SF_4 ب) SF_6 ج) NH_4^+ د) BH_3

۴۵ـ عدد اکسایش آهن در K_3FeF_6 کدام است؟

الف) ۶+ ب) ۴+ ج) ۳+ د) ۲+

۴۶ـ در کدام ترکیب، حالت اکسایش اتم مرکزی برابر ۵+ است؟

الف) $HClO$ ب) $HClO_3$ ج) HNO_2 د) $HBrO_4$

ج) پرسشهای آزمون سراسری کارشناسی ارشد

۱ـ نخستین انرژی یونش اتم لیتیم با تقریب اسلیتر، کدام است. مقدار ثابت پوششی برای اتم لیتیم ۱٫۲۸ و انرژی یونش هیدروژن $13{,}6\ eV$ است؟ (۶۹ـ۱۳۶۸)

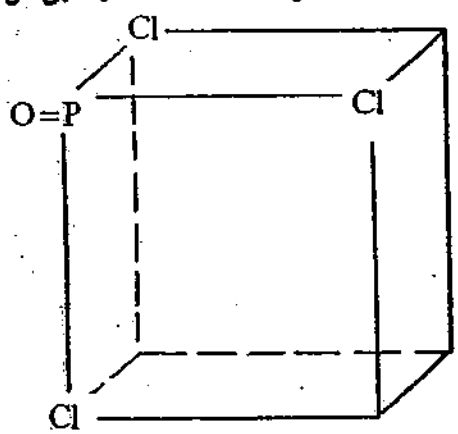
الف) ۵٫۷۴ ب) ۴٫۴۲ ج) ۱۷٫۶۸ د) ۱۱٫۴۸

۲ـ ترتیب الکترونخواهی در هالوژنها کدام است؟ (۶۹ـ۱۳۶۸)

الف) F>Cl>Br>I ب) F>Cl<Br<I

ج) F<Cl>Br>I د) F<Cl<Br<I

۳ـ در مولکول $O=PCl_3$ که در شکل نشان داده شده است (زاویهٔ ClPCl برابر 90° است. ممان دوقطبی پیوند P–Cl برابر $2{,}7\times10^{-30}\ Cm$ و ممان دوقطبی پیوند P=O برابر با $2{,}7\times10^{-30}\ Cm$ است). ممان دوقطبی کل مولکول و جهت آن برای این مولکول کدام است؟ (۷۰ـ۱۳۶۹)



الف) $0{,}9\times10^{-30}\ Cm$ و در جهت کلرهاست

ب) $1{,}17\times10^{-20}\ Cm$ و در جهت P=O است

ج) $4{,}323\times10^{-30}\ Cm$ و در جهت P=O است

د) $0{,}9\times10^{-30}\ Cm$ و در جهت P=O است

۴ـ کدام ترتیب با در نظر گرفتن انرژی نخستین یونش عنصرها درست است؟ (۷۰ـ۱۳۶۹)

الف) F>Ar>Na>Cs ب) Cs>Na>Ar>F

ج) Ar>F>Na>Cs د) Cs>Na>F>Ar

۵ـ الکترونخواهی اتم اکسیژن گازی با $141\ kJmol^{-1}$ تبادل انرژی همراه است و گرمای واکنش فرآیند $O(g) + 2e^- \longrightarrow O(g)^{2-}$ برابر $639\ kJmol^{-1}$ است. الکترونخواهی $O(g)^-$ چند $kJmol^{-1}$ است؟ (۷۱ـ۱۳۷۰)

الف) ۴۹۸ ب) ۷۸۰٫۲ ج) ۶۳۹٫۲ د) ۷۸۰

۶ـ حالتهای اکسایش سرب در Pb_3O_4 کدام است؟ (۷۲ـ۱۳۷۱)

الف) ۲+ و ۳+ ب) ۲+ و ۴+ ج) $+\frac{4}{3}$ د) ۲+

۷ـ زاویهٔ پیوندی در کدام دو گونه برابر است؟ (۷۳ـ۱۳۷۲)

الف) CF_4 و NH_4^+ ب) H_3O^+ و NH_4^+

ج) NF_3 و NH_3 د) H_2O و OF_2

۸ـ با اینکه بار هستهٔ اتم اکسیژن هشت برابر بار هستهٔ اتم هیدروژن است، چرا انرژی نخستین یونش اتمهای هیدروژن و اکسیژن به تقریب برابر $1300\ kJmol^{-1}$ است؟ (۷۳ـ۱۳۷۲)

الف) الکترون در اتم اکسیژن، از یک اوربیتال ضدپیوندی برداشته می‌شود

ب) الکترون در اتم اکسیژن، در فاصلهٔ دورتری از هسته قرار دارد

ج) به علت اثر دافعهٔ الکترونها، الکترون هشتم اکسیژن، پیوند سست‌تری با هسته دارد

د) بار مؤثر هسته روی الکترون لایهٔ بیرونی در هر دو اتم، یکسان است

۹ـ با در دست داشتن داده‌های زیر، انرژی الکترونخواهی اتم اکسیژن چند کیلوژول بر مول است؟ (۷۳ـ۱۳۷۲)

انرژی شبکهٔ بلور MgO برابر $-3950\ kJmol^{-1}$، گرمای تصعید MgO برابر $150\ kJmol^{-1}$، انرژیهای نخستین و دومین یونش Mg برابر $2188\ kJ.mol^{-1}$ ، آنتالپی تشکیل MgO برابر $-602\ kJmol^{-1}$ و گرمای تفکیک O_2 برابر $498\ kJmol^{-1}$ است . (۷۳-۱۳۷۲)

الف) ۵۱۲ـ ب) ۷۶۱ـ ج) ۵۱۲ د) ۷۶۱

۱۰ـ علت اساسی اینکه الکترونخواهی کربن بیش از الکترونخواهی نیتروژن است. کدام است؟ (۷۴ـ۱۳۷۳)

الف) انرژی یونش نیتروژن بیشتر از کربن است

ب) بار مؤثر هستهٔ نیتروژن بیشتر است

ج) اتم کربن بزرگتر از اتم نیتروژن است

د) اتم نیتروژن آرایش الکترونی متقارنتری دارد

۱۱ـ با استفاده از داده‌های زیر برای کلسیم سولفید، الکترونخواهی $S \rightarrow S^-$ کدام است؟ (برحسب $kJmol^{-1}$) (۷۵ـ۱۳۷۴)

$\Delta H_{CaS} = -470\ kJmol^{-1}$ S گرمای تصعید $= 279\ kJmol^{-1}$

Ca گرمای تصعید $= 178\ kJmol^{-1}$ $IE_{1,2}\ Ca = 1735\ kJmol^{-1}$

$S^- \rightarrow S^{2-} = 590\ kJmol^{-1}\ (\Delta E_{EA})$ $U_0 = -2052\ kJmol^{-1}\ (\Delta H_{LE})$

الف) ۲۰۰- ب) ۲۰۰+ ج) ۳۹۰+ د) ۷۹۰+

۱۲ـ انرژی الکترونخواهی اتمهای عنصرهای تناوب دوم (Li-F، برحسب کیلوژول بر مول) در گزینه‌ها آمده است. ترتیب درست آنها کدام گزینه است؟ (۷۷ـ۱۳۷۶)

الف) ۲۴۱، ۰، ۲۳-، ۵۸-، ۱۲۳-، ۱۴۲-، ۳۳۳-

ب) ۳۳۳-، ۱۴۲-، ۱۲۳-، ۵۸-، ۲۳-، ۰، ۲۴۱

ج) ۳۳۳-، ۱۴۲-، ۰، ۱۲۳-، ۲۳-، ۲۴۱، ۵۸-

ب) ۳۳۳-، ۱۲۳-، ۱۴۲ـ، ۵۸-، ۰، ۲۴۱، ۲۳-

۱۳ـ اتم کربن در ترکیبهای خود به صورت کدام اوربیتال (خالص یا هیبریدی)، دارای حداکثر الکترونگاتیوی است؟ (۷۸-۱۳۷۷)

الف) p ب) sp ج) sp^2 د) sp^3

فصل چهارم:
جامدهای یونی

الف) پرسشها و تمرینهای مروری

۱ـ بار مؤثر هسته یونهای K^+ و Cl^- را به روش اسلیتر حساب کرده و اندازهٔ شعاع آنها را به روش پاولینگ به دست آورید ($r_0 = ۳ر۲۹ \mathring{A}$).

۲ـ گرمای تشکیل NaF_2 و گرمای واکنش: $NaF(s) + \frac{1}{2}F_2(g) \longrightarrow NaF_2(s)$ را حساب کنید.

[برای NaF_2 ساختار روتیل را در نظر بگیرید، $A = ۲ر۴۰۸$ و $۱ر۱۶ \mathring{A} = (C.N. = ۸)$ - r_F است]. شعاع Na^{2+} را تخمین بزنید.

۳ـ در صورتی که بار مؤثر هسته یون O^{2-} برابر ۳ر۴۹ و بار مؤثر هسته یون Mg^{2+} برابر ۷ر۵ باشد، شعاع این یونها را در شبکه بلور MgO حساب کنید.

۴ـ چرا ساختار لایه‌ای بلورهای CdI_2 و $CdCl_2$ در مورد فلوئورید آن و یا به طور کلی هالیدهای فلزهای فعال (مانند فلزهای قلیایی) دیده نمی‌شود؟

۵ـ اگرچه انرژی الکترونخواهی فلوئور کمتر از انرژی الکترونخواهی کلر است، اما F_2 خیلی فعالتر از Cl_2 است. دلیل فعالتر بودن فلوئور را در تشکیل هالیدهای جامد MX یا MX_2 و تشکیل محلول آبی MX و MX_2 بیان کنید.

۶ـ با استفاده از چرخه بورن ـ هابر، توضیح دهید که چرا $NaCl_2$ و CaF ناپایدارند؟

۷ـ با استفاده از جدول داده‌های ترمودینامیکی و مقایسه آنها در مورد هالیدهای قلیایی، توضیح دهید که کدام فاکتورها در روند افزایش گرمای تشکیل در هر گروه از هالیدها (فلوئوریدها، کلریدها و ...) نقش مؤثری دارند.

۸ـ با استفاده از داده‌های جدول پیوست I انرژی شبکهٔ بلور KBr را برحسب کیلوکالری بر مول، به روش ترمودینامیکی حساب کنید.

۹ـ با استفاده از داده‌های زیر، انرژی شبکهٔ بلور CaO و $CaCl_2$ را به روش ترمودینامیکی حساب کنید.

برای کلسیم:

$\Delta H^{\circ}_{Sub} = +۴۶٫۰ kcal/mol$ ، $\Delta H^{\circ}_{IE(1)} = +۱۴۰٫۹ kcal/mol$،

$\Delta H^{\circ}_{IE(2)} = ۲۷۳٫۷ kcal/mol$

برای اکسیژن:

$\Delta H^{\circ}_{Dis} = +۱۱۸٫۳ kcal/mol$ ، $\Delta H^{\circ}_{EA(1)} = -۳۳٫۹ kcal/mol$،

$\Delta H^{\circ}_{EA(2)} = +۲۰۱٫۸ kcal/mol$ ، $\Delta H^{\circ}_{f(CaO)} = -۱۵۱٫۹ kcal/mol$

برای کلر:

$\Delta H^{\circ}_{Dis} = ۵۸ kcal/mol$ ، $\Delta H^{\circ}_{EA} = -۸۳٫۵ kcal/mol$

$\Delta H^{\circ}_{f}(CaCl_2) = -۱۹۰٫۰ kcal/mol$

۱۰ـ گرمای تشکیل Ne^+F^- و Na^+Ne^- را با استفاده از شعاع تقریبی یونهای Ne^+ و Ne^- حساب کنید. چه عاملهایی از تشکیل این ترکیبها علیرغم انرژی شبکه‌ای قابل توجه آنها، جلوگیری می‌کنند؟

۱۱ـ عدد کوئوردیناسیون کاتیونها در هر یک از بلورهای CsCl و CaF_2 برابر ۸ است. رابطهٔ ساختاری شبکه این دو بلور چیست؟

۱۲ـ در سلول واحد هر ترکیبی باید تعداد درستی از واحدهای فرمولی موجود باشد(چرا؟). توجه کنید که مرزهای سلول واحد، اتمها را چند «قاچ می‌کنند»، یعنی اتمی که روی یک وجه واقع است بین دو سلول دو قسمت می‌شود و اتمی که روی یک یال قرار دارد، بین چهار سلول قسمت می‌شود. به این ترتیب، تعداد یونهای Na^+ و Cl^- موجود در سلول واحد سدیم کلرید را مشخص (با توجه به شکل ۸ـ۴ که منظرهٔ سه بُعدی سلول واحد NaCl را نشان می‌دهد) و تعداد واحدهای فرمولی NaCl موجود در سلول واحد را معین کنید. تجزیه و تحلیل کاملی در این زمینه ارائه دهید.

۱۳ـ چگالی اندازه‌گیری شدهٔ بلور سدیم کلرید برابر $۲٫۱۶۷ g/cm^{-3}$ است. با استفاده از پاسخ خود و توجه به تمرین ۴ـ۱۲ و دانشی که از رابطه‌های بین چگالی، عدد آووگادرو و وزن فرمولی دارید، حجم سلول واحد را محاسبه کنید و از روی آن طول یال سلول واحد را به دست آورید. مجموع $r^{\circ}_{+} + r^{\circ}_{-}$ را محاسبه کنید.

۱۴ـ با استفاده از چرخهٔ بورن ـ هابر، گرمای تشکیل پتاسیم فلوئورید (مشابه سدیم کلرید) را حساب کنید.

۱۵ـ با استفاده از داده‌های لازم از مرجعهای مناسب، آنتالپی تشکیل KCl را براساس چرخهٔ بورن ـ هابر حساب کنید.

۱۶ـ با استفاده از داده‌های لازم از مرجعهای مناسب، آنتالپی تشکیل CaS را براساس چرخهٔ بورن ـ هابر حساب کنید.

۱۷ـ ثابت مادلانگ (A) را برای تکهٔ مجزای $F^- Be^{2+} F^-$ (که گونه‌ای به طور کامل یونی در نظر گرفته می‌شود) حساب کنید.

۱۸ـ پیوند یونی بیشتر این گونه توصیف می‌شود که «فلز گرایش به از دست دادن یک الکترون و نافلز گرایش به پذیرفتن یک الکترون دارد، از این‌رو، این دو با هم واکنش می‌دهند». با استفاده از مقدارهای ترمودینامیکی مناسب، به طور کمی این عبارت را نقد کنید.

۱۹ـ چرا واکنش ترمیت:

$$2Al + M_2O_3 \longrightarrow 2M + Al_2O_3 \qquad (M = Fe, Cr, \ldots)$$

به شدت گرماده است؟

۲۰ـ ساختار بلور LaF_3 با ساختارهایی که در مورد آنها بحث شد، تفاوت دارد. فرض کنید که این ساختار نامعلوم است. با استفاده از معادلهٔ کاپوستینسکی، انرژی شبکهٔ آن را تخمین بزنید.

۲۱ـ تمام هالیدهای قلیایی به استثنای سزیم کلرید، سزیم برمید و سزیم یُدید که ساختار CsCl دارند، با ساختاری مشابه سدیم کلرید متبلور می‌شوند. با استفاده از مقدارهای موجود در جدول شعاعهای یونی، نسبت شعاعهای هر یک از هالیدهای قلیایی را محاسبه کنید. چه ترکیبهایی قاعدهٔ نسبت شعاعها را نقض می‌کنند؟

۲۲ـ یونیدن Mg و تبدیل آن به Mg^{2+}، سه برابر تشکیل Mg^+ انرژی لازم دارد. تشکیل O^{2-} به جای گرمادهی (مانند تشکیل O^-) گرماگیر است. با وجود این منیزیم اکسید، همواره به صورت $Mg^{2+} O^{2-}$ فرمولبندی می‌شود و نه به صورت Mg^+O^-. با توجه به این نکات:

الف) چه دلیل نظری برای فرمولبندی منیزیم اکسید به صورت $Mg^{2+}O^{2-}$ می‌توانید ارائه دهید؟

ب) چه آزمایش ساده‌ای برای اثبات اینکه منیزیم اکسید به صورت Mg^+O^- وجود ندارد می‌توانید انجام دهید؟

۲۳ـ برخی از مقدارهای تجربی نمای بورن عبارت اند از: ۵٫۹ برای LiF؛ ۸٫۰ برای LiCl؛ ۸٫۷ برای LiBr؛ ۹٫۱ برای NaCl و ۹٫۵ برای NaBr. وقتی از اصل عمومی پاولینگ (He = ۵، Ne = ۷ و غیره) به جای مقدار تجربی n استفاده شود، چند درصد اشتباه در محاسبهٔ انرژی شبکه‌ها براساس معادلهٔ زیر پیش می‌آید؟

$$U_0 = \frac{KANe^2ZaZc}{r_0}\left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

۲۴ـ آنتالپی تشکیل سدیم فلوئورید برابر $kJmol^{-1}$ ۵۷۵٫۴ـ است. الکترونخواهی فلوئور را تخمین بزنید.

۲۵ـ هالیدهای شناخته شدهٔ مس *(I)* همگی در ساختاری شبیه بلاندروی متبلور می‌شوند. مس *(II)* فلوئورید در ساختاری شبیه روتیل واپیچیده متبلور می‌شود. آنتالپی تشکیل CuF و CuF_2 را حساب و در مورد آنها بحث کنید.

۲۶ـ تالیم دو حالت اکسایش پایدار ۱+ و ۳+ دارد. با استفاده از معادلهٔ کاپوستینسکی انرژی شبکهٔ TlF و TlF_3 را پیش‌بینی کنید.

۲۷ـ اکسیدهای قلیایی خاکی (MO) همگی بجز یکی، در ساختاری شبیه به ساختار نمک طعام (NaCl) متبلور می‌شوند. آن استثنا کدام است و ساختار احتمالی آن چیست؟

۲۸ـ ساختار بلوری ایلمنیت را که در سیستم انباشته هگزاگونالی متبلور می‌شود، رسم کنید و نسبت استوکیومتری یونها را در آن حساب کنید.

۲۹ـ تفاوت ساختار بلوری کوروندم (αـAl_2O_3) را که در سیستم ایلمنیت متبلور می‌شود با ساختار ایلمنیت بیان کنید.

ب) پرسشهای چهارگزینه‌ای

۱ـ قدرت قطبی کنندگی در کدام کاتیون بیشتر است؟

الف) Li^+ ب) Na^+ ج) K^+ د) Rb^+

۲ـ قدرت قطبی‌کنندگی در کدام کاتیون کمتر است؟

الف) Li^+ ب) K^+ ج) Na^+ د) Cs^+

۳ـ قدرت قطبی‌کنندگی در کدام کاتیون بیشتر است؟

الف) Ag^+ ب) Cu^{2+} ج) Fe^{3+} د) K^+

۴ـ براساس قاعده‌های فاجانس، خصلت کووالانسی پیوند در کدام ترکیب بیشتر است؟

الف) $BeCl_2$ ب) $MgCl_2$ ج) NaCl د) KCl

۵ـ براساس قاعده‌های فاجانس، خصلت کووالانسی پیوند در کدام نمونه بیشتر است؟

الف) LiCl ب) NaCl ج) KCl د) RbCl

۶ـ براساس قاعده‌های فاجانس، خصلت کووالانسی پیوند در کدام ترکیب بیشتر است؟

الف) $MgCl_2$ ب) $CaCl_2$ ج) $BeCl_2$ د) $BaCl_2$

۷ـ براساس قاعده‌های فاجانس، خصلت کووالانسی پیوند در کدام دسته ترکیبها بیشتر است؟

الف) $MgCl_2$ و $SnCl_2$ ب) $BeCl_2$ و $SnCl_2$

ج) $MgCl_2$ و $SnCl_4$ د) $BeCl_2$ و $SnCl_4$

۸ـ براساس قاعده‌های فاجانس، کدام ترکیب خصلت یونی بیشتری دارد؟

الف) $HgCl_2$ ب) $CaCl_2$ ج) $MgCl_2$ د) NaCl

۹ـ خصلت یونی در کدام ترکیب بیشتر است؟

الف) $MgCl_2$ ب) KCl ج) $CaCl_2$ د) CuCl

۱۰ـ درجهٔ سختی کدام گونه بیشتر است؟

الف) CaO ب) MgO ج) CaS د) SrS

۱۱ـ درجهٔ سختی کدام گونه کمتر است؟

الف) CaF_2 ب) CdF_2 ج) SrF_2 د) PbF_2

۱۲ـ دمای ذوب کدام ترکیب کمتر است؟

الف) $BeCO_3$ ب) $MgCO_3$ ج) $SrCO_3$ د) $CaCO_3$

۱۳ـ دمای ذوب کدام ترکیب کمتر است؟

الف) NaCl ب) $AlBr_3$ ج) $MgBr_2$ د) NaBr

۱۴ـ دمای جوش کدام ترکیب بالاتر است؟

الف) NH_3 ب) LiF ج) CCl_4 د) SiC

۱۵ـ حلالیت کدام ترکیب در آب بیشتر است؟

الف) AgF ب) AgCl ج) AgBr د) AgI

۱۶ـ کدام سیستم هفتگانهٔ بلوری به چهار سیستم فرعی تقسیم می‌شود؟

الف) مکعبی ب) تتراگونالی ج) هگزاگونالی د) اورتورومبیک

۱۷ـ عدد کوئوردیناسیون کاتیون و آنیون در ساختار بلاندروی (ZnS) به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

الف) ۶ و ۶

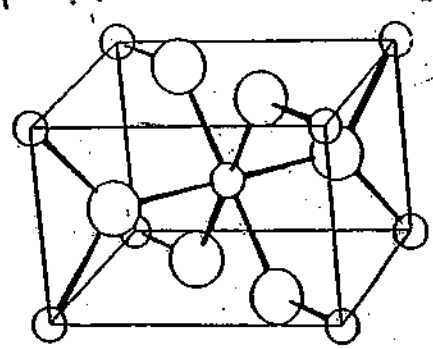
ب) ۸ و ۸

(به شکل سؤال ۱۹ همین صفحه رجوع شود)

ج) ۴ و ۴

د) ۸ و ۴

۱۸ـ عدد کوئوردیناسیون کاتیون و آنیون در ساختار روتیل (TiO_2) به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



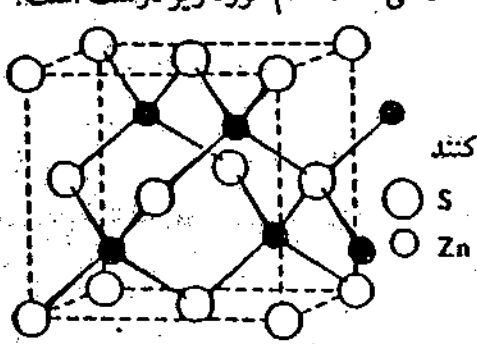
الف) ۶ و ۶

ب) ۳ و ۳

ج) ۶ و ۳

د) ۳ و ۶

۱۹ـ در سلول واحد بلاندروی (ZnS)، آنیونها رأسها و مرکز وجه‌ها را اشغال می‌کنند. کدام مورد زیر درست است؟



الف) کاتیونها نیز تشکیل مکعبی وجوه مرکز پُر می‌دهند

ب) کاتیونها تمام حفره‌های چهاروجهی حاصل از آنیونها را اشغال می‌کنند

ج) تعداد مولکولهای ZnS در سلول واحد برابر ۶ است

د) عدد کوئوردیناسیون کاتیون و آنیون برابر ۶ است

۲۰ـ در شبکهٔ بلور ایلمنیت (FeO , TiO_2)، آنیونها کدام آرایش را دارند؟

الف) مکعبی انباشته ب) مکعبی مرکز پر ج) هگزاگونالی انباشته د) تتراگونالی مرکزپر

۲۱ـ کدام ترکیب در سیستم هگزاگونالی متبلور نمی‌شود؟

الف) $CdCl_2$ ب) CdI_2 ج) $\alpha - Al_2O_3$ د) $FeTiO_3$

۲۲ـ در بلور سزیم کلرید، نسبت شعاع کاتیون به آنیون کدام است؟

الف) ۰ر۱۵۶ ب) ۰ر۲۲۵ ج) ۰ر۴۱۴ د) ۰ر۷۳۲

۲۳ـ در صورتی که بار مؤثر هسته یون Na^+_{11} بر الکترونهای لایه خارجی آن برابر ۷ باشد، اندازه شعاع آن در بلور چند آنگستروم است؟

الف) ۰ر۹۴ ب) ۰ر۸۸ ج) ۰ر۹۷ د) ۰ر۹۲

۲۴ـ با استفاده از رابطهٔ کاپوستینسکی، انرژی شبکهٔ بلور کلسیم کلرید، چند کیلوکالری بر مول خواهد بود؟ ($r_0 = ۲ر۸۰ Å$)

الف) ۵۹۲ر۶ ب) ۳۹۵ر۶ ج) ۵۴۰ر۳ د) ۲۹۶ر۵

۲۵ـ ثابت مدلانگ (Madelung Constant)، در رابطه با کدام مورد به کار می‌رود؟

الف) مولکولهای کووالانسی در مایعات ب) بلورهای یونی

ج) مولکولهای کووالانسی در حالتهای گازی د) ترکیبهای کوئوردیناسیونی

۲۶ـ ΔH شبکه برای کدام ترکیب زیر بیشتر (منفی‌تر) است؟

الف) NaF ب) KF ج) LiF د) RbF

۲۷ـ گرمای تشکیل (ΔH_f) کدام ترکیب بیشتر است؟

الف) LiF ب) NaF ج) KF د) RbF

۲۸ـ گرمای تشکیل (ΔH_f) کدام ترکیب کمتر است؟

الف) RbF ب) RbCl ج) RbBr د) RbI

۲۹ـ در کدام بلور، نقص آنیونی وجود دارد؟

الف) FeS ب) ZnO ج) AgBr د) NiO

۳۰ـ در کدام بلور، نقص کاتیونی مشاهده می‌شود؟

الف) ZnO ب) NaCl ج) FeS د) AgBr

۳۱ـ در کدام بلور، نقص فرنکل وجود دارد؟

الف) AgBr ب) FeO ج) ZnO د) NaCl

۳۲ـ در کدام بلور، نقص اسکاتکی مشاهده می‌شود؟

الف) AgBr ب) NiO ج) NaCl د) FeS

ج) پرسشهای آزمون سراسری کارشناسی ارشد

۱ـ انرژی شبکهٔ بلور برای NaCl و RbF در حدود $kcal/mol$ ۱۸۴ـ است. انرژی یونش سدیم و روبیدیم به ترتیب ۵ر۱۱۸ و ۸ر۹۶ کیلوکالری بر مول و انرژی الکترونخواهی کلروفلوئور به ترتیب ۳ر۸۳ـ و ۰ر۷۷ـ کیلوکالری بر مول است. گرمای تشکیل (گاز) Na، (گاز) Rb، (گاز) F و (گاز) Cl به ترتیب ۹۸ر۲۵ ، ۵۱ر۲۰ ، ۳ر۱۸ و ۱ر۰۲۹ کیلوکالری بر مول است. کدامیک از این دو نمک پایدارتر است؟ (۶۹ـ۱۳۶۸)

الف) پایداری آنها با توجه به برابر بودن انرژی شبکهٔ آنها، برابر است

ب) سدیم کلرید

ج) روبیدیم فلوئورید

د) داده‌های این پرسش برای یافتن پاسخ درست کافی نیست

۲ـ در رابطه با کانی اسپینل، کدام مطلب درست است ؟ (۶۹ـ۱۳۶۸)

الف) منیزیم دارای عدد کوئوردیناسیون ۶ و آلومینیم دارای عدد کوئوردیناسیون ۴ است

ب) عدد کوئوردیناسیون منیزیم و آلومینیم با هم برابر است

ج) عدد کوئوردیناسیون منیزیم ۱ و عدد کوئوردیناسیون آلومینیم ۲ است

د) منیزیم دارای عدد کوئوردیناسیون ۴ و آلومینیم دارای عدد کوئوردیناسیون ۶ است

۳ـ در مورد ساختار بلور سدیم کلرید، کدام مطلب درست است؟ (۶۹ـ۱۳۶۸)

الف) نسبت به هر یون سدیم، شش آنیون در فاصلهٔ d و دوازده کاتیون در فاصلهٔ $\sqrt{2}d$ قرار دارد

ب) نسبت به هر یون سدیم، دوازده آنیون در فاصلهٔ d و شش کاتیون در فاصلهٔ $2d$ قرار دارد

ج) نسبت به هر یون سدیم، شش آنیون در فاصلهٔ d و شش کاتیون در فاصلهٔ $2d$ قرار دارد

د) نسبت به هر یون سدیم، دوازده آنیون در فاصلهٔ d و دوازده کاتیون در فاصلهٔ $2d$ قرار دارد

۴ـ انرژی شبکهٔ بلور CaF_2 کدام مقدار زیر است؟ (واحدهای داده شده بر حسب $kJmol^{-1}$ است). (۷۰ـ۱۳۶۹)

انرژی تصعید = ۱۷۲ ، انرژی یونش کلسیم برای تولید Ca^{+2} = ۱۶۴۰

انرژی تفکیک کلسیم فلوئورید = ۱۶۵ ، انرژی الکترونخواهی فلوئور = ۳۲۲ـ

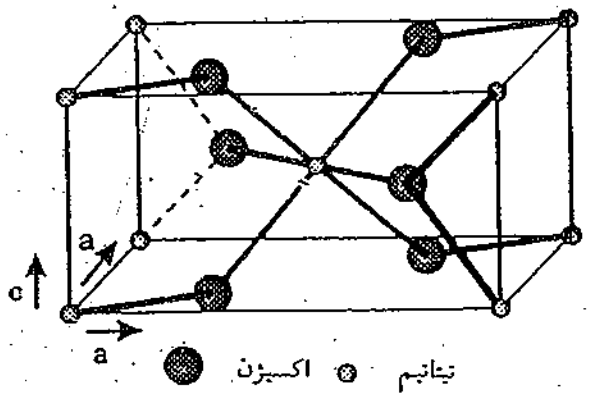
گرمای تشکیل کلسیم فلوئورید جامد = ۱۲۰۰ـ

الف) ۲۸۵۵ـ ب) ۳۴۹۹ـ ج) ۳۸۲۱ـ د) ۲۵۳۳ـ

۵ـ در کدام نمک که در سیستم NaCl متبلور می‌شود، تفاوت مقدار محاسبه شده و تجربی انرژی شبکهٔ بلور از همه بیشتر است؟ (۷۱ـ۱۳۷۰)

الف) AgCl ب) KI ج) NaF د) CsF

۶ـ با توجه به شکل، سهم سلول واحد در ساختار بلور روتیل از اتمهای تیتان و اکسیژن به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (۷۲ـ۱۳۷۱)



الف) ۱ و ۴

ب) ۳ و ۴

ج) ۲ و ۴

د) ۹ و ۶

۷ـ سلول واحد بلور ترکیبی شامل کلسیم و تلور از نوع مکعبی است. اتمهای کلسیم در نیمی از گوشه‌های مکعب و اتمهای تلور در مرکزهای دو وجه از وجوه مکعب قرار دارند، فرمول این ترکیب کدام است؟ (۷۲ـ۱۳۷۱)

الف) $CaTe_3$ ب) CaTe ج) Ca_3Te د) $CaTe_2$

۸ـ عدد کوئوردیناسیون کاتیون و آنیون در ساختار فلوئوریت، به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (۷۳ـ۱۳۷۲)

الف) ۸ و ۴ ب) ۳ و ۶ ج) ۶ و ۶ د) ۴ و ۸

۹ـ در رابطهٔ $U_0 = \frac{NMe^2}{4\pi\varepsilon r_0}(1-\frac{1}{n})$، برای محاسبهٔ انرژی شبکهٔ بلورهای یونی، M نمایندهٔ چیست؟ (۷۳ـ۱۳۷۲)

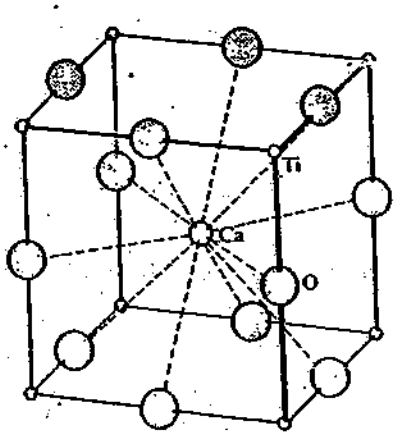
الف) بار مؤثر هسته ب) ثابت مادلانگ

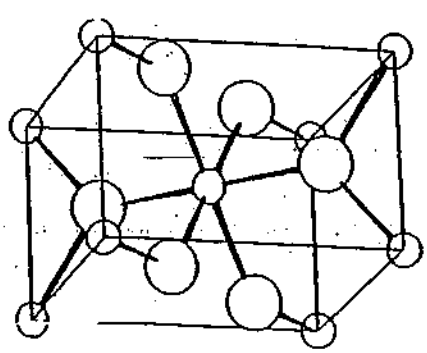
ج) جرم مولی نمک د) فاصلهٔ بین هسته‌ای

۱۰ـ کدام نقص، از نوع استوکیومتری است؟ (۷۴ـ۱۳۷۳)

الف) اسکاتکی ب) جابه جایی ج) کاتیونی د) فرنکل

۱۱ـ عدد کوئوردیناسیون و عدد اکسایش برای تیتان در روتیل و پروسکیت که در شکل زیر داده شده‌اند: (۷۴ـ۱۳۷۳)





الف) به ترتیب ۶ و ۴ است

ب) به ترتیب ۳ و ۲ است

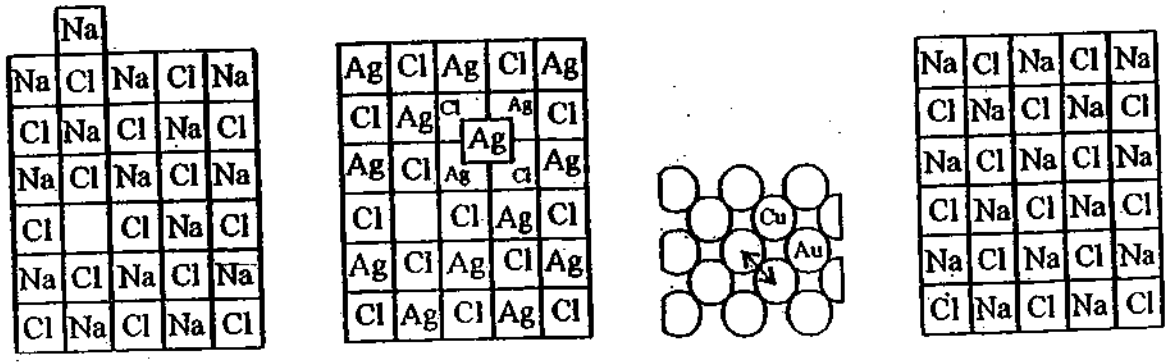
ج) در روتیل ۶ و ۴، در پروسکیت ۳ و ۲ است

د) در روتیل ۳ و ۲ ، در پرووسکیت ۶ و ۴ است

۱۲ـ کدام ساختار بلوری با نسبت کوئوردیناسیونی کاتیونی و آنیونی ۴:۴ مطابقت دارد؟ (۷۵ـ۱۳۷۴)

الف) روتیل ب) پرووسکیت ج) بلاندروی د) آنتی فلوئوریت

۱۳ـ کدام شکل، نمایش نقص فرنکل است؟ (۷۵ـ۱۳۷۴)



الف) ب) ج) د)

۱۴ـ می‌دانید که بلور MgO در سیستم سدیم کلرید متبلور است. چگالی این بلور چند g/cm^3 است؟ (وزن فرمولی $MgO = ۴۰٫۳g$ ، $r_0 = r_a + r_c = ۲٫۱۲\text{Å}$) (۷۶ـ۱۳۷۵)

الف) ۰٫۸۷۷ ب) ۱٫۷۶۰ ج) ۲٫۸۱ د) ۳٫۵۱

۱۵ـ در کدام بلور، عدد کوئوردیناسیون کاتیون از همه کوچکتر است؟ (۷۶ـ۱۳۷۵)

الف) روتیل ب) فلوئوریت ج) سزیم کلرید د) وورتزیت

۱۶ـ در واکنش: $Mn(H_2O)_6^{3+}\ (aq) + e^- \longrightarrow Mn(H_2O)_6^{2+}$ ، ΔH_{reac} چند کیلوکالری بر مول است؟ (۷۶ـ۱۳۷۵)

داده‌ها برای منگنز:

$Mn^{3+}(g) \longrightarrow Mn^{3+}(aq)$ ، $\Delta H_{Hyd} = -۱۰۹۸\ kcal/mol$

$Mn^{2+}(g) \longrightarrow Mn^{3+}(g) + e^-$ ، $IE = ۷۷۷\ kcal/mol$

$Mn^{2+}(g) \longrightarrow Mn^{2+}(aq)$ ، $\Delta H_{Hyd} = -۴۴۵\ kcal/mol$

الف) ۷۶۶ـ ب) ۱۲۴ـ ج) ۱۲۴+ د) ۷۶۶+

۱۷ـ داده‌های زیر برای محاسبهٔ انرژی شبکهٔ بلور اکسیدهای کلسیم و منیزیم در دست است کدام عبارت درست

است؟ (۷۷ـ۱۳۷۶)

$Mg(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow MgO(s) + ۶۰۱kJ$; $Ca(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow CaO(s) + ۶۳۵kJ$

$Mg(s) + ۱۴۸kJ \longrightarrow Mg(g)$; $Ca(s) + ۱۹۹kJ \longrightarrow Ca(g)$

$Mg(g) + ۲۱۸۸kJ \longrightarrow Mg^{2+}(g)$; $Ca(g) + ۱۷۲۸kJ \longrightarrow Ca^{2+}(g)$

الف) انرژی شبکهٔ منیزیم اکسید بیشتر است ب) انرژی شبکهٔ هر دو اکسید برابر است

ج) انرژی شبکهٔ کلسیم اکسید بیشتر است د) داده‌های مسأله برای مقایسهٔ انرژی شبکه کافی نیست

۱۸ـ در کدام گونه شیمیایی زیر انتظار می‌رود که نقص استوکیومتری با حالتهای اکسایش متفاوت فلز وجود داشته باشد؟ (۷۷ـ۱۳۷۶)

الف) $AgBr$ ب) ZnO ج) $CdCl_2$ د) FeO

فصل پنجم:
جامدهای فلزی

الف) پرسشها و تمرینهای مروری

۱- ثابت کنید که در سیستم مکعبی ساده، کسر انباشتگی برابر ۰٫۵۲۳۶ است.

۲- ثابت کنید که در سیستم انباشتهٔ مکعبی، کسرانباشتگی برابر ۰٫۷۴۰۴ است.

۳- ثابت کنید که در سیستم انباشتهٔ هگزاگونالی، کسرانباشتگی برابر ۰٫۷۴۰۴ است.

۴- ایندیم در سیستم تتراگونالی وجوه مرکز پر متبلور می‌شود. اگر طول یال قاعده و ارتفاع سلول واحد شبکهٔ آن به ترتیب برابر ۴٫۵۸ و ۴٫۹۴ آنگستروم باشد، جرم حجمی ایندیم را حساب کنید (جرم اتمی ایندیم ۱۱۴٫۸ در نظر گرفته شود).

۵- نقره در یکی از سیستمهای براوه (مکعبی) متبلور می‌شود که طول یال سلول واحد شبکهٔ آن برابر ۴٫۰۸ آنگستروم و جرم حجمی آن ۱۰٫۶ گرم بر سانتیمتر مکعب است. در صورتی که جرم اتمی نقره برابر ۱۰۸ در نظر گرفته شود، معلوم کنید که بلور نقره به کدام سیستم براوه تعلق دارد؟

۶- چرا گرافیت رسانای خوبی است، در صورتی که الماس چنین نیست؟ (هر دو دارای شبکه‌های نامحدود مرکب از اتمهای کربن با پیوند کووالانسی‌اند).

۷- به اختصار بیان شد که ترازهای انرژی در گالیم بالای ترازهای انرژی ژرمانیم و ترازهای انرژی در آرسنیک پایین ترازهای انرژی ژرمانیم واقع‌اند. آیا می‌توانید برای اثبات این ادعا، دلیلهایی ارائه دهید؟

۸- توضیح دهید که چگونه عدد کوئوردیناسیون فلز در سیستم مکعبی ساده برابر ۶ است؟

۹- توضیح دهید که چگونه عدد کوئوردیناسیون فلز در سیستم مکعبی مرکز پر برابر ۸ است؟

۱۰- توضیح دهیدکه چراعدد کوئوردیناسیون فلز در هر یک از دو سیستم انباشته مکعبی و هگزاگونالی برابر ۱۲ است؟

۱۱- در مورد هر یک از انواع چهارگانه سیستمهای تبلور فلزها (مکعبی ساده، مکعبی مرکز پر، انباشته مکعبی و انباشتهٔ هگزاگونالی)، دو فلز را نام ببرید.

۱۲ـ پدیده اَبَر رسانایی را تعریف کنید.

۱۳ـ در کدام دسته از فلزها خاصیت اَبَررسانایی مشاهده شده است؟

۱۴ـ کاربردهای مهم اَبَررسانا را نام ببرید.

ب) پرسشهای چهارگزینه‌ای

۱ـ کدام مدیفیکاسیون بلوری آهن، از نظر تعداد ذره‌های تشکیل دهندهٔ سلول واحد، با سه مدیفیکاسیون دیگر آن تفاوت دارد؟

الف) α ب) β ج) δ د) γ

۲ـ تشکیل کمپلکسهای فلزی اغلب در اثر کدام پدیده است؟

الف) برهم کنش دو قطبی ـ دو قطبی

ب) بر هم کنش دو قطبی ـ دو قطبی القا شده

ج) برهم کنش یون ـ دو قطبی

د) بر هم کنش دو قطبی القا شده ـ دو قطبی لحظه‌ای

۳ـ در کدام دسته از مواد، فاصلهٔ بین باند رسانایی و باند ظرفیت (GE) به نسبت کم (حدود ۰٫۳۵ تا ۰٫۷ الکترون ولت) است؟

الف) نیم‌رساناهای ذاتی ب) نارساناها ج) فلزها د) سیلیسیم

۴ـ اگر به بلور خالص سیلیسیم مقدار جزئی بور یا آلومینیم افزوده شود، کدام پدیده روی می‌دهد؟

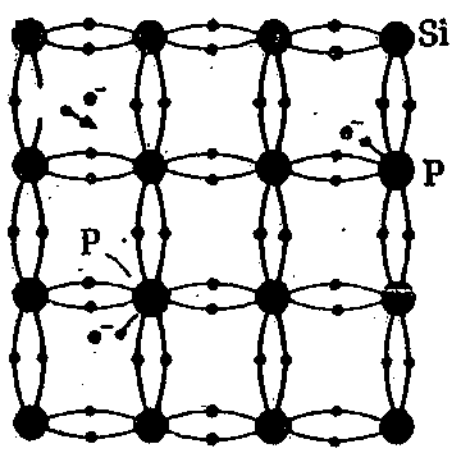
الف) نیم رسانای غیرذاتی از نوع مثبت (p) تشکیل می‌شود

ب) نیم‌رسانای غیرذاتی از نوع منفی (n) تشکیل می‌شود

ج) نیم‌رسانای ذاتی تشکیل می‌شود

د) نیم رسانای موقت تشکیل می‌شود

۵ـ شکل مقابل، نمایانگر کدام پدیده است؟



الف) نقص آنیونی

ب) نیم رسانای غیرذاتی از نوع مثبت

ج) نیم رسانای غیرذاتی از نوع منفی

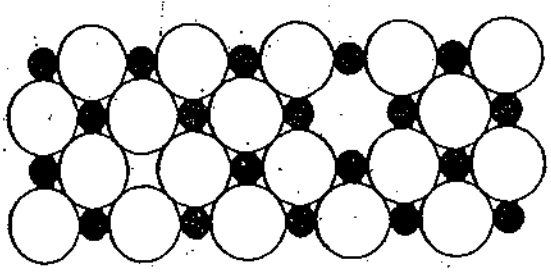
د) نیم رسانای ذاتی

۶ـ شکل صفحه بعد، به کدام نقص بلوری مربوط است؟

الف) اسکاتکی

ب) فرنکل

ج) جابه جایی لبه‌ای Na^+ Cl^-



د) جابه جایی پیچشی

۷ـ جامد فلزی فاقد کدام ویژگی است؟

الف) رسانایی الکتریکی در حالت جامد

ب) رسانایی الکتریکی در حالت مذاب

ج) شکنندگی

د) رسانایی گرمایی

۸ـ کدام دسته از جامدهای بلوری، هم در حالت جامد و هم در حالت مذاب جریان برق را از خود عبور می‌دهند؟

الف) فلزی ب) کووالانسی ج) مولکولی د) یونی

۹ـ کدام نقص شبکه‌ای ویژه بلورهای فلزی است؟

الف) نقص اسکاتکی ب) نقص جابه جایی ج) نقص فرنکل د) نقص کاتیونی

۱۰ـ دلیل اساسی سخت‌تر و دیرگدازتر بودن فلزهای واسطه نسبت به فلزهای اصلی کدام است؟

الف) بیشتر بودن تعداد الکترونهای لایه خارجی

ب) بیشتر بودن ترازهای انرژی اشغال شده

ج) امکان تشکیل پیوند کووالانسی با دخالت اوربیتالهای d تک‌الکترونی

د) بیشتر بودن بار مؤثر هسته و متراکمتر بودن لایه‌های الکترونی

۱۱ـ عدد کوئوردیناسیون در سیستم بلوری انباشته مکعبی کدام است؟

الف) ۶ ب) ۸ ج) ۱۲ د) ۴

۱۲ـ عدد کوئوردیناسیون در سیستم بلوری انباشته هگزاگونالی کدام است؟

الف) ۴ ب) ۶ ج) ۸ د) ۱۲

ج) پرسشهای آزمون سراسری کارشناسی ارشد

۱ـ کدام عنصر وقتی به سیلیسیم خالص افزوده شود، مرکز الکترون‌دهنده تولید می‌کند؟(۷۰ـ۱۳۶۹)

الف) آلومینیم ب) ژرمانیم ج) فسفر د) اکسیژن

۲ـ با اضافه کردن کدام عنصر به Si، نوع نیم‌رسانای حاصل نظیر GeAs می‌شود؟ (۷۱ـ۱۳۷۰)

الف) Se ب) B ج) As د) Ge

۳ـ $Zn\,O_{0.95}$ و ژرمانیم ارسنید، از نظر رسانایی الکتریکی کدام ویژگی زیر را دارند؟ (۷۲ـ۱۳۷۱)

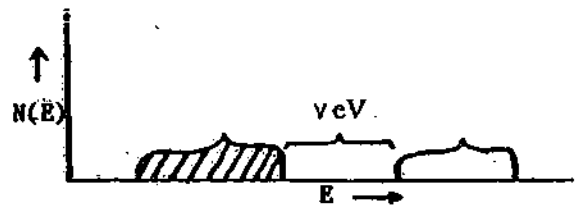
الف) هر دو ترکیب نیم‌رسانای نوع nاند

ب) ژرمانیم ارسنید، نیم رسانای نوع n و $Zn\,O_{0.95}$ جامد یونی و نارساناست

ج) ژرمانیم ارسنید، نیم رسانای نوع n و $Zn\,O_{0.95}$ نیم‌رسانای نوع pاست

د) هر دو ترکیب رسانایی فلزی دارند

۴ـ اگر نمودار زیر بر مبنای نظریهٔ اوربیتال مولکولی رسم شده باشد، به طور کلی نشان دهندهٔ وضعیت رسانایی کدام دسته از اجسام زیر است ؟ (۷۴ـ۱۳۷۳)



الف) رسانا

ب) نارسانا

ج) نیم‌رسانای نوع n

د) نیم‌رسانای نوع p

۵ـ در سیستمهای انباشتهٔ بلور فلزها، هر اتم فلز به چند اتم دیگر آن با کوتاهترین فاصلهٔ ممکن، متصل است؟ (۷۶ـ۱۳۷۵)

الف) ۶ ب) ۸ ج) ۱۲ د) ۱۴

۶ـ اگر در باریم تیتانات، به جای تعداد کمی از اتمهای باریم، از اتمهای La جانشین کنیم، یک نیم رسانای نوع منفی به دست می‌آید. فرمول درست این نیم رسانا کدام است؟ (۷۶ـ۱۳۷۵)

الف) $La_x\,Ba_{1-x}\,Ti^{III}_{x}\,Ti^{IV}_{1-x}\,O_3$ ب) $La_{2x}\,Ba_{1-3x}\,TiO_3$

ج) $BaLa_x\,Ti_{1-x}\,O_3$ د) $(La)BaTiO_3$

فصل ششم:
نظریهٔ پیوند ظرفیت

الف) پرسشها و تمرینهای مروری

۱ـ ساختارهای لوویس را برای مولکولهای CS_2، PF_3، SnH_4 و $HONH_2$ رسم کنید.

۲ـ ساختارهای لوویس را برای مولکولهای H_2CO_3، HNO_3، NO و $Be(CH_3)_2$ رسم کنید.

۳ـ ساختارهای لوویس را برای مولکولهای BF_3، SF_6، XeF_2، PF_5 و IF_7 رسم کنید.

۴ـ ساختارهای لوویس را برای مولکولهای زیر رسم و شکل هندسی مولکولی آنها را پیش‌بینی کنید.

الف) BCl_3 ب) $SnBr_4$ ج) AsF_5

د) BeH_2 ه) TeF_6 و) XeO_4

۵ـ ساختارهای لوویس را برای گونه‌های زیر رسم و شکل هندسی مولکولی آنها و واپیچیدگیهایی را که انتظار می‌رود، پیش‌بینی کنید:

الف) $TeCl_4$ ب) ICl_2^+ ج) ClF_3

د) SO_2 ه) XeF_2 و) XeF_4

ز) XeO_3

۶ـ با استفاده از معادلهٔ $\frac{S}{S-1}=\cos\alpha$ یا $\frac{P-1}{P}=\cos\alpha$، زاویه‌های بین اوربیتالهای هیبریدی sp، sp^2 و sp^3 را به دست آورید.

۷ـ با فرض اینکه اوربیتالهای پیوندی در NH_3 روی محورهای بین هسته‌ای قرار دارند (یعنی، پیوندها خمیده نیستند) و با کمک معادلهٔ $\frac{P-1}{P}=\cos\alpha$ میزان خصلت P را در پیوندهای NH_3 محاسبه کنید. زاویه پیوند در NH_3 برابر ۱۰۷٫۵° است. میزان خصلت P زوج تنها چقدر است؟

۸ـ زاویه‌های پیوندی در فلوئورومتانها عبارت‌اند از:

مولکول	$\overset{\frown}{H\text{-}C\text{-}H}$	$\overset{\frown}{F\text{-}C\text{-}F}$
CH_3F	110°-112°	-
CH_2F_2	$111.9^\circ \pm 0.4^\circ$	$108.3^\circ \pm 0.1^\circ$
CHF_3	-	$108.8^\circ \pm 0.75^\circ$

الف) میزان خصلت S به کار رفته به وسیله اتم کربن را در اوربیتالهایی محاسبه کنید که به طرف اتمهای هیدروژن و فلوئور قرار دارند.

ب) درباره نتیجه‌های به دست آمده براساس قاعدهٔ بنت بحث کنید.

۹ـ در صورتی که زاویه بین اوربیتالهای هیبریدی پیوندی در مولکول آب برابر 104.5° باشد، میزان خصلت S و P را در این اوربیتالها حساب کنید.

۱۰ـ طول پیوند کربن ـ کربن را در مولکول بنزن پیش‌بینی کنید.

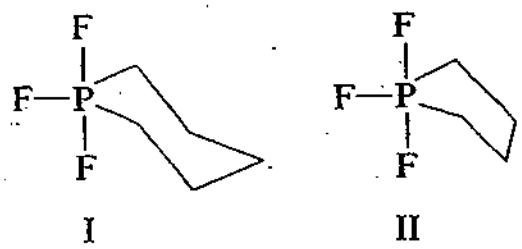
۱۱ـ یونهای ClO_4^-، IO_4^-، IO_3^-، NO_3^- و ClO_3^- را از نظر مرتبهٔ پیوند X-O با یکدیگر مقایسه کنید.

۱۲ـ با استفاده از داده‌های طیفی، انرژی تفکیک ClF برابر ۲۵۳ کیلوژول بر مول به دست می‌آید. در صورتی که ΔH_f برای ClF گازی برابر -50.6 کیلوژول بر مول و انرژی تفکیک Cl_2 برابر ۲۳۹ کیلوژول بر مول باشد، انرژی تفکیک F_2 را حساب کنید.

۱۳ـ فرض شد که پیوند سیگمای کربن ـ کربن در $CH_2 = CH_2$ با پیوند سیگمای کربن ـ کربن در $CH_3 - CH_3$ یکسان است. در عمل پیوند سیگمای اولی اندکی از دومی قویتر است. این موضوع را مورد بحث قرار دهید.

۱۴ـ مولکول $CH_3C \equiv CH$ را در نظر بگیرید و با به کاربردن قاعدهٔ بنت به شکل کلاسیک خود، پیش‌بینی کنید که آیا زاویه‌های پیوند H-C-H از 109.5° بزرگترند یا کوچکتر؟

۱۵ـ ترکیبهای حلقه‌ای I و II را در نظر بگیرید. در I از مبادلهٔ سریع اتمهای فلوئور، درست همانند $(CH_3)_2PF_3$، جلوگیری به عمل می‌آید. ولی، در II تبادل اتمهای فلوئور بسیار سریع است، دلیلی برای وجود این تفاوت پیشنهاد کنید.



I II

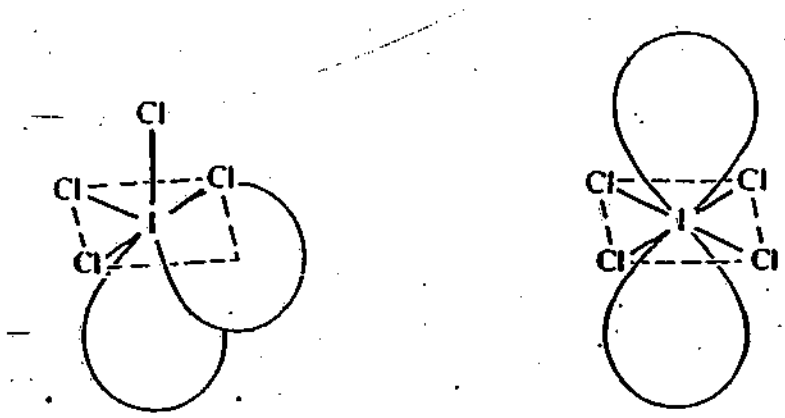
۱۶ـ در یک مولکول با ساختار دوهرمی مثلثی (TBP) که در آن اتم فسفر به صورت sp^3d هیبرید شده است، آیا این اتم فسفر هنگامی که با اوربیتالهای استوایی پیوند تشکیل می‌دهد الکترونگاتیوی بیشتر دارد یا وقتی که با اوربیتالهای محوری تشکیل پیوند می‌دهد؟ در بارهٔ پاسخ خود توضیح دهید.

۱۷ـ رادیکالهای آزاد CH_3 و CF_3 را در نظر بگیرید، یکی مسطح و دیگری هرمی است. با ذکر دلیل مشخص کنید که کدام رادیکال مسطح و کدام هرمی است.

۱۸ـ موضوع رزونانس BF_3 هنوز جای بحث دارد، زیرا یک شیمیدان (به عنوان نکتهٔ مثبت) انگشت روی پیوند دوگانه در ساختار رزونانسی می‌گذارد و دیگری (به عنوان نکتهٔ منفی) به F^+ اشاره می‌کند. ساختاری پیشنهاد کنید که توجیه کننده و قابل قبول باشد.

۱۹ـ ساختارهای رزونانسی همراه بارهای قراردادی را برای O_3، SO_3 و NO_2 بنویسید.

۲۰ـ براساس نظریهٔ *VSEPR*، توضیح دهید که کدام ساختار زیر برای ICl_4^- پایدارتر است؟



(ب) (الف)

ب) پرسشهای چهار گزینه‌ای

۱ـ مهمترین ساختار لوویس برای یون SCN^- کدام است؟

الف) $:S:C::N:^-$ ب) $:S:C:::N:^-$

ج) $:S::C::N:^-$ د) $:S:::C..N:^-$

۲ـ مهمترین ساختار لوویس برای یون N_3^- کدام است؟

الف) $[:N::N:N:]^-$ ب) $[:N-N:N:]^-$

ج) $[:\ddot{N}::N::N:]^-$ د) $[:N-N:::N:]^-$

۳ـ در یون Se_4^{2+} که ساختار حلقوی دارد، مرتبهٔ پیوند Se-Se کدام است؟

الف) ۲ ب) $1\frac{1}{2}$ ج) $1\frac{1}{4}$ د) ۱

۴ـ کدام مورد سبب افزایش طول پیوند بین دو اتم می‌شود؟

الف) کاهش مرتبه پیوند ب) افزایش تفاوت الکترونگاتیوی دو اتم

ج) تشکیل پیوند $d\pi - p\pi$ د) رزونانس یونی ـ کووالانسی

۵ـ زاویهٔ پیوندی در کدام دو گونهٔ شیمیایی برابر است؟

الف) H_3O^+ و NH_4^+ ب) NF_3 و NH_3

ج) CH_4 و NH_4^+ د) H_2O و NF_3

۶ـ زاویهٔ پیوندی در کدام دو گونهٔ شیمیایی برابر است؟

الف) BH_4^- و NH_4^+ ب) OF_2 و H_2O

ج) NF_3 و NH_3 د) $SnCl_2$ و $BeCl_2$

۷ـ زاویهٔ پیوندی در کدام گونه شیمیایی کوچکتر است؟

الف) NH_4^+ ب) NH_3 ج) H_2O د) H_2S

۸ـ زاویهٔ پیوندی در کدام دو گونهٔ شیمیایی برابر است؟

الف) H_3O^+ و CH_4 ب) NF_3 و NH_3

ج) H_2O و F_2O د) CF_4 و NH_4^+

۹ـ در کدام گونه شیمیایی زاویه پیوندی کوچکتر است؟

الف) NH_4^+ ب) NH_3 ج) H_2O د) OF_2

۱۰ـ زاویه پیوندی در کدام گونهٔ شیمیایی کوچکتر است؟

الف) H_2S ب) H_2O ج) BH_4^- د) NH_3

۱۱ـ در کدام گونهٔ شیمیایی زاویه پیوندی کوچکتر است؟

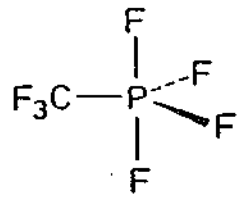
الف) NF_3 ب) PF_3 ج) AsF_3 د) SbF_3

۱۲ـ در کدام گونه شیمیایی زاویه پیوندی کوچکتر است؟

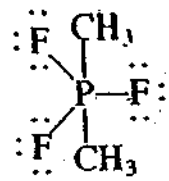
الف) NO_2 ب) NO_2^+ ج) NO_2^- د) NO_3^-

۱۳ـ برای گونه‌های شیمیایی $(CF_3)PF_4$، $(CH_3)_2PF_3$، $(CF_3)_3PF_2$ و $(CF_3)_3Cl_2$ چهار ساختار متفاوت در زیر داده شده است، کدام ساختار داده شده برای گونه شیمیایی مورد نظر نادرست است؟

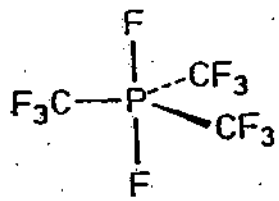
الف)



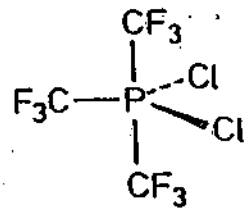
ب)



ج)



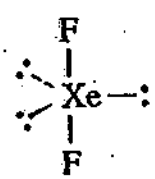
د)



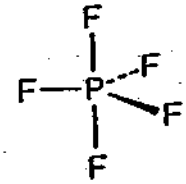
۱۴ـ برای گونه‌های شیمیایی BrF_3، XeF_2، PF_5 و ClF_3 چهار ساختار مختلف در زیر داده شده است، کدام ساختار داده شده برای گونه شیمیایی مورد نظر نادرست است؟

الف)

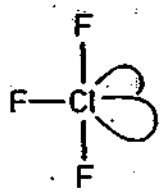
ب)



ج)

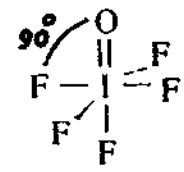


د)

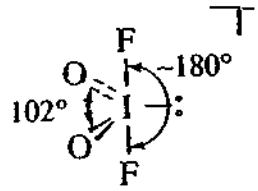


۱۵ـ برای گونه‌های شیمیایی IOF_5 ، IO_2F_2 ، IOF_3 و $XeOF_4$ چهار ساختار متفاوت در زیر داده شده است، کدام ساختار داده شده برای گونه شیمیایی مورد نظر نادرست است؟

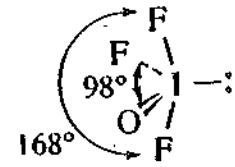
الف)



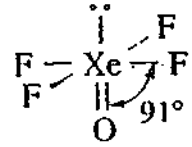
ب)



ج)

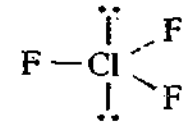


د)

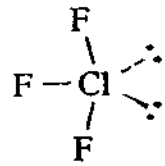


۱۶ـ کدام ساختار برای مولکول ClF_3 درست است؟

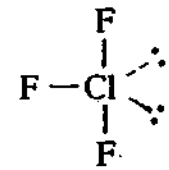
الف)



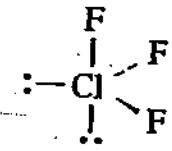
ب)



ج)



د)



۱۷ـ کدام ساختار برای مولکول XeO_2F_2 درست است؟

الف) ساختار دو هرمی مثلثی که در آن دو اتم F در موقعیت محوری قرار دارند

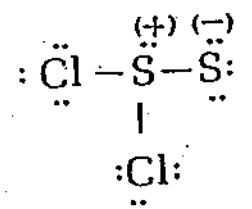
ب) ساختار دو هرمی مثلثی که در آن یک اتم F و یک اتم O در موقعیت محوری قرار دارند

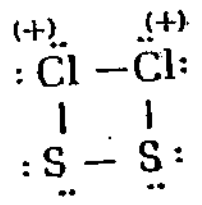
ج) ساختار دو هرمی مثلثی که در آن دو اتم O در موقعیت محوری قرار دارند

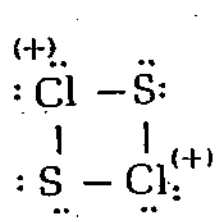
د) ساختار دو هرمی مثلثی که در آن جفت الکترون ناپیوندی در موقعیت محوری قرار دارد

۱۸ـ کدام ساختار رزونانسی برای مولکول S_2Cl_2 پایدارتر است؟

الف)

ب) 

ج) 

د) 

۱۹ـ میزان دافعهٔ کولونی بین زوج الکترونهای پیوندی (BP) و ناپیوندی (LP) چگونه است؟

الف) BP - BP بیشترین

ب) BP-LP بیشترین

ج) LP - LP بیشترین

د) BP - BP ≃ BP - LP

۲۰ـ ترتیب میزان دافعهٔ کولونی بین زوج الکترونهای پیوندی (BP) و ناپیوندی (LP) چگونه است؟

الف) (BP-BP) > (LP-BP) > (LP-LP)

ب) (LP-LP) > (LP-BP) > (BP-BP)

ج) (LP-BP) > (BP-BP) > (LP-LP)

د) (LP-LP) > (BP-LP) ≃ (BP-BP)

۲۱ـ در یونهای NH_4^+ و MnO_4^-، اتمهای مرکزی از کدام اوربیتالهای هیبریدی استفاده می‌کنند؟

الف) هر دو sp^3

ب) هر دو d^3s

ج) NH_4^+، sp^3 ؛ MnO_4^-، d^3s

د) NH_4^+، d^3s ؛ MnO_4^-، sp^3

۲۲ـ هیبرید شدن اوربیتالهای اتم $_{35}Br$ برای تشکیل مولکول BrF_5 و ساختار هندسی این مولکول کدام است؟

الف) sp^3d ـ دو هرمی مثلثی

ب) sp^3d ـ هرم با قاعده مربعی

ج) sp^3d^2 ـ دو هرمی مثلثی

د) sp^3d^2 ـ هرم با قاعده مربعی

۲۳ـ در تشکیل ساختار مسطح مربعی (AB_4)، اتم مرکزی از کدام اوربیتالهای هیبریدی استفاده می‌کند؟

الف) $d_{x^2-y^2}\,sp^2$ ب) sp^3 ج) $d_{z^2}\,sp^2$ د) d^3s

۲۴ـ در کدام مولکول شکل فضایی براساس اوربیتالهای هیبریدی sp^3 قابل توجیه است؟

الف) XeF_4 ب) XeF_2 ج) BrF_3 د) NH_3

۲۵ـ در تشکیل اوربیتالهای هیبریدی dsp^3 در ساختار هرم با قاعدهٔ مربعی، کدام اوربیتال d شرکت می‌کند؟

الف) d_{xy} ب) $d_{x^2-y^2}$ ج) d_{z^2} د) d_{xz}

۲۶ـ در تشکیل اوربیتالهای هیبریدی dsp^2 در ساختار مسطح مربعی، کدام اوربیتالهای اتمی شرکت می‌کنند؟

الف) p_y، p_x، s و $d_{x^2-y^2}$ ب) p_y، p_x، s و d_{xy}

ج) p_z، p_y، s و $d_{x^2-y^2}$ د) p_z، p_y، s و d_{xy}

۲۷ـ مولکول XeF_6 دارای کدام ساختار هندسی است؟

الف) هشت وجهی منتظم ب) منشور مثلثی یک کلاهکی

ج) هشت وجهی منحرف شده د) هشت وجهی یک کلاهکی

۲۸ـ مولکول ClF_3 دارای کدام ویژگی است؟

الف) ساختار T شکل (یا به شکل T) ب) ساختار دو هرمی مثلثی

ج) ممان دو قطبی صفر د) نقطهٔ جوش بسیار بالا

۲۹ـ مولکول IF_5 دارای کدام ساختار است؟

الف) چهاروجهی ب) هرم باقاعدهٔ مربعی ج) مسطح مربعی د) هشت وجهی

۳۰ـ شکل هندسی یون ICl_2^+ کدام است؟

الف) خطی ب) زاویه‌دار

ج) T شکل (یا به شکل T) د) چهاروجهی منحرف شده

۳۱ـ کدام گونهٔ شیمیایی، T شکل (یا به شکل T) است؟

الف) BrF_3 ب) BF_3 ج) I_3^- د) XeF_2

۳۲ـ کدام شکل هندسی ذکر شده برای گونه‌های شیمیایی زیر درست است؟

الف) XeF_4: چهاروجهی ب) ICl_2^-: خطی

ج) ICl_2^+: خطی د) SF_4: چهاروجهی

۳۳ـ کدام شکل هندسی ذکر شده برای مولکولهای زیر درست است؟

الف) $SnCl_2$: خمیده ب) BrF_5: دو هرمی مثلثی

ج) PF_5: هرم با قاعدهٔ مربع د) ClF_3: مسطح مثلثی

۳۴ـ در تشکیل اوربیتال هیبریدی dsp^3 در ساختار دو هرمی مثلثی، کدام اوربیتال d شرکت می‌کند؟

الف) d_{xy} ب) d_{z^2} ج) $d_{x^2-y^2}$ د) d_{xz}

۳۵ـ اگر در هیبرید شدن sp^3d^2، یک اوربیتال هیبریدی با یک جفت الکترون ناپیوندی اشغال شود، مولکول حاصل کدام شکل هندسی را خواهد داشت؟

الف) هرم با قاعدهٔ مربعی ب) مسطح مربعی

ج) چهاروجهی د) دو هرمی با قاعدهٔ مثلثی

۳۶ـ اگر در هیبرید شدن sp^2، یک اوربیتال هیبریدی با یک جفت الکترون ناپیوندی اشغال شود، مولکول حاصل کدام شکل هندسی را خواهد داشت؟

الف) مسطح مثلثی ب) خمیده ج) خطی د) هرمی

۳۷ـ اگر در هیبرید شدن dsp^3، یک اوربیتال هیبریدی با یک جفت الکترون ناپیوندی اشغال شود، مولکول حاصل کدام شکل هندسی را خواهد داشت؟

الف) مسطح مثلثی ب) هرم با قاعده چهارضلعی نامنتظم

ج) خطی د) چهاروجهی منحرف شده

۳۸ـ یونهای BH_4^- و CrO_4^-، به ترتیب با کدام اوربیتالهای هیبریدی تشکیل می‌شوند؟

الف) sp^3 و d^3s ب) sp^3 و d^3s

ج) هردو sp^3 د) هردو d^3s

۳۹ـ حلالیت کدام ترکیب در آب بیشتر است؟

الف) AgI ب) AgCl ج) AgBr د) AgF

۴۰ـ نقطهٔ جوش کدام ترکیب بیشتر است؟

الف) CH_3OH ب) $(CH_3)_2O$ ج) H_2O د) H_2Se

۴۱ـ نقطهٔ جوش کدام ترکیب کمتر است؟

الف) $(CH_3)_3N$ ب) $(CH_3)_3P$ ج) $(CH_3)_3As$ د) $(CH_3)_3Sb$

۴۲ـ H_2O دارای نقطهٔ جوش ۱۰۰°C و H_2Se، دارای نقطه جوش ۴۲°C-است. این تفاوت را با توجه به تأثیر کدام عامل توضیح می‌دهید؟

الف) نیروی وان‌دروالسی

ب) وزن مولکولی

ج) پیوند هیدروژنی

د) پیوند کووالانسی

ج) پرسشهای آزمون سراسری کارشناسی ارشد

۱ـ شکل هندسی مولکول $XeOF_4$ کدام است؟ (۶۹ـ۱۳۶۸)

الف) هشت وجهی ب) دو هرمی مثلثی

ج) هرم با قاعدهٔ مربعی د) پنج ضلعی

۲ـ کدام مطلب در مورد شکل فضایی مولکول $(CH_3)_2PF_3$ درست است؟ (۶۹ـ۱۳۶۸)

الف) دو هرمی مثلثی با سه اتم فلوئور استوایی ب) هرم با قاعدهٔ مربعی با یک اتم فلوئور در رأس

ج) دو هرمی مثلثی با دو اتم فلوئور محوری د) دو هرمی مثلثی با دو اتم فلوئور استوایی

۳ـ کدام مطلب در مورد نوع هیبرید شدن و حالت اکسایش گوگرد در مولکول $SF_2(CH_3)_2$ درست است؟ (۶۹ـ۱۳۶۸)

الف) هیبرید شدن به صورت sp^3d، حالت اکسایش صفر

ب) هیبرید شدن به صورت sp^3d، حالت اکسایش ۴+

ج) هیبرید شدن به صورت sp^3، حالت اکسایش ۴+

د) هیبرید شدن به صورت sp^3، حالت اکسایش صفر

۴ـ در کدام گونه، شکل فضایی براساس اوربیتالهای هیبریدی sp^3 قابل توجیه است؟ (۷۰ـ۱۳۶۹)

الف) SF_4 ب) XeO_3

ج) $SnCl_5^-$ د) ICl_4^-

۵ـ زاویهٔ پیوندی در مولکول متان 109.5° و در مولکول فسفین برابر 93.5° است. با توجه به انرژی اوربیتالهای s و p لایهٔ ظرفیت در کربن و فسفر، تفاوت زاویه‌های بالا به کدام یک از موردهای زیر مربوط است؟ (۷۰ـ۱۳۶۹)

$E_{3s} = -1806\ kJmol^{-1}$ $E_{2s} = -1878\ kJmol^{-1}$

$E_{3p} = -981\ kJmol^{-1}$ $E_{2p} = -1028\ kJmol^{-1}$

الف) این تفاوت به دلیل وجود زوج الکترون تنها روی اتم فسفر است.

ب) با توجه به انرژی هیبریدشدن اتم کربن(صفر) و انرژی هیبریدشدن اتم فسفر ($630\ kJmol^{-1}$)، تمایل فسفر به هیبریدشدن کمتر است.

ج) به دلیل بزرگی اتم فسفر، دافعهٔ زوج پیوندی ـ پیوندی در فسفین بیشتر از متان است.

د) الکترونگاتیوی فسفر از کربن بیشتر است.

۶ـ کدام گونه مسطح است؟ (۷۱ـ۱۳۷۰)

الف) CH_3^- ب) BrF_3 ج) SO_4^{2-} د) SO_3^{2-}

۷ـ کدام گونه شکل هرم با قاعده مربعی است؟ (۷۱ـ۱۳۷۰)

الف) $[SiF_5]^-$ ب) $[SnCl_5]^-$ ج) BrF_5 د) PF_5

۸ـ کدام شکل هندسی داده شده برای گونه‌های شیمیایی زیر درست است؟(۷۲ـ۱۳۷۱)

الف) ICl_2^+، خطی ب) $XeOF_2$، به شکل T

ج) XeF_4، چهاروجهی د) I_3^-، خمیده

۹ـ کدام مطلب دربارهٔ یونها و مولکولهای CO_2 ، N_3^- ، N_2O ، NO_2^+ ، NCO^- و CN_2^{2-} درست است؟ (۷۲ـ۱۳۷۱)

الف) شکلهای رزونانسی هر کدام از نمونه‌های بالا فقط شامل دو ساختار لوویس‌اند

ب) نمونه‌های بدون بار ساختار خمیده و نمونه‌های باردار ساختار خطی دارند

ج) نمونه‌های بالا، هم الکترون و هم ساختارند و برای هر کدام دو ساختار لوویس می‌توان رسم کرد

د) نمونه‌های بالا، هم الکترون‌اند و برای هر کدام سه ساختار لوویس می‌توان رسم کرد

۱۰ـ کدام مطلب زیر در مورد مولکول $N(SiH_3)_3$ درست است؟ (۷۲ـ۱۳۷۱)

الف) مولکول مسطح و هیبرید شدن sp^2 برای سیلیسیم

ب) مولکول هرمی و هیبرید شدن sp^3 برای نیتروژن

ج) مولکول هرمی و هیبرید شدن d^3s برای سیلیسیم

د) مولکول مسطح و هیبرید شدن sp^2 برای نیتروژن

۱۱ـ پیوند نیتروژن ـ نیتروژن در کدام گونه قویتر است؟ (۷۲ـ۱۳۷۱)

الف) N_2O_4 ب) $N_2O_2^{2-}$ ج) N_2H_4 د) $N_2(CH_3)_4$

۱۲ـ کدام مولکول غیرقطبی است و اتم مرکزی در آن دارای اوربیتالهای هیبریدی sp^3d است؟ (۷۲ـ۱۳۷۱)

الف) ICl_3 ب) $PClF_4$ ج) XeF_2 د) XeF_4

۱۳ـ در ترکیب $(CH_3)_2$ $(CH_3)_3Sn-ONC_5H_3(2,6)$ $\underset{Cl}{|}$ که می‌توان آن را فرآورده افزایشی بین یک اسید لوویس و یک باز لوویس در نظر گرفت، چند اتم با اوربیتالهای هیبریدی sp^3 وجود دارد؟ (۷۳-۱۳۷۲)

الف) ۳ ب) ۵ ج) ۶ د) ۸

۱۴ـ کدام ترکیب نقطهٔ جوش بالاتری دارد؟ (۷۳ـ۱۳۷۲)

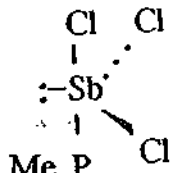
الف) CCl_4 ب) LiBr ج) LiF د) SiC

۱۵ـ ساختار مولکولی ClF_3 کدام است؟ (۷۳ـ۱۳۷۲)

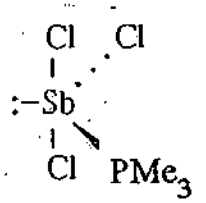
الف) مسطح مربعی ب) هرمی ج) مسطح مثلثی د) T شکل

۱۶ـ کدام ساختار برای مولکول $(Me_3P)SbCl_3$ درست است؟ (۷۳ـ۱۳۷۲)

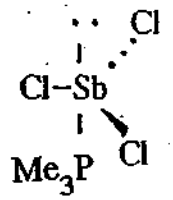
الف)



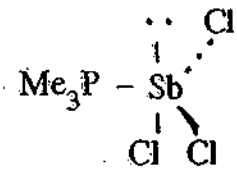
ب)



ج)



د)



۱۷ـ در مورد زاویه‌های پیوندی XCO در ۱) F_2CO و ۲) Cl_2CO کدام مقایسه، درست است؟ (۷۴ـ۱۳۷۳)

الف) ۱<۲ و از ۱۲۰° کوچکتر است ب) ۱<۲ و از ۱۲۰° بزرگتر است

ج) ۲<۱ و از ۱۲۰° کوچکتر است د) ۲<۱ و از ۱۲۰° بزرگتر است

۱۸ـ از دو مولکول الف) $PClF_4$ و ب) PCl_2F_3 کدام یک «شبه چرخش بری» انجام می‌دهد؟ (۷۴ـ۱۳۷۳)

الف) الف ب) ب ج) هر دو د) هیچ کدام

۱۹ـ نوع هیبرید شدن و ساختار یون $[SbF_5]^{2-}$ کدام است؟ (۷۴ـ۱۳۷۳)

الف) sp^3d_{xy}، دو هرمی مثلثی ب) sp^3d^2، هرم با قاعدهٔ مربعی

ج) $sp^3d_{z^2}$، هرم با قاعدهٔ مربعی د) $sp^3d_{x^2-y^2}$، دو هرمی مثلثی

۲۰ـ کدام یون یا مولکول ساختار خمیده دارد؟ (۷۵ـ۱۳۷۴)

الف) O_3 ب) CN_2^{2-} ج) N_2O د) NO_2^+

۲۱ـ آرایش هندسی جفت الکترونهای لایهٔ ظرفیت در اطراف اتمهای آنتیموان در یون $Sb_2F_7^-$، ... و جفت الکترون تنها در .... است. (۷۵ـ۱۳۷۴)

الف) هرم با قاعدهٔ مربعی ـ صفحه قاعدهٔ مربع
ب) هرم با قاعدهٔ مربعی ـ رأس هرم
ج) دو هرمی مثلثی ـ موقعیت محوری
د) دو هرمی مثلثی ـ موقعیت استوایی

۲۲ـ انرژی اوربیتالهای $2s$ و $2p$ اتم اکسیژن به ترتیب برابر ۳۲٫۴ـ و ۱۵٫۹ـ الکترون ولت است. انرژی هیبرید شدن اتم اکسیژن برحسب الکترون ولت در مولکول آب کدام است؟ (۷۶ـ۱۳۷۵)

الف) ۲۵٫۸+
ب) ۱۲۰٫۱۵+
ج) ۲۴۸٫۵۵ـ
د) ۲۵٫۸ـ

۲۳ـ کدام واکنش به انرژی بیشتری نیاز دارد؟ (۷۶ـ۱۳۷۵)

الف) $NO_{2(g)} \longrightarrow NO_{(g)} + O_{(g)}$
ب) $CO_{(g)} \longrightarrow C_{(g)} + O_{(g)}$
ج) $CO_{2(g)} \longrightarrow CO_{(g)} + O_{(g)}$
د) $NO_{(g)} \longrightarrow N_{(g)} + O_{(g)}$

۲۴ـ در مولکول تترامر $(TlOC_2H_5)_4$، شکل هندسی در اطراف اتم تالیم کدام است؟ (۷۶ـ۱۳۷۵)

الف) خطی
ب) چهاروجهی
ج) سه ضلعی مسطح
د) هرم با قاعدهٔ مثلثی

۲۵ـ ساختار نمونه‌های کدام گزینه براساس اوربیتالهای هیبریدی داده شده در بالای ستون، معین می‌شود؟ (۷۷ـ۱۳۷۶)

	sp^3	sp^2	dsp^3	d^2sp^3
الف)	NH_3	BCl_3	$PF_4[N(CH_3)_2]$	XeF_4
ب)	OH_2	$SnCl_2$	SF_4	XeO_2F_2
ج)	SO_3^{2-}	CO_3^{2-}	$SnCl_3^-$	SF_6
د)	BF_3	BH_4^-	PF_5	XeF_5^+

۲۶ـ در کدام مورد شکل هندسی، مسطح مربعی و نوع اوربیتالهای هیبریدی اتم مرکزی sp^3d^2 است؟ (۷۷ـ۱۳۷۶)

الف) BrF_5
ب) PCl_4^+
ج) XeF_4
د) SF_4

۲۷ـ اوربیتالهای هیبریدی و شکل هندسی یون F_2ClO^+ کدام است؟ (۷۸ـ۱۳۷۷)

الف) sp^2 ـ مسطح مثلثی
ب) sp^3d ـ شکل T
ج) sp^3 ـ هرمی
د) sp^3d ـ دوهرمی مثلثی

۲۸ـ کدام ترکیب ساختار خمیده دارد؟ (۷۸-۱۳۷۷)

الف) $SnCl_2$

ب) $BeCl_2$ درحالت گازی

ج) XeF_2

د) IBr_2^-

۲۹ـ کدام ترکیب کمبود الکترون دارد؟ (۷۸-۱۳۷۷)

الف) $NaBH_4$ ب) $Be[BH_4]_2$ ج) Al_2Cl_6 د) H_3BCO

فصل هفتم:
نظریهٔ اوربیتال مولکولی

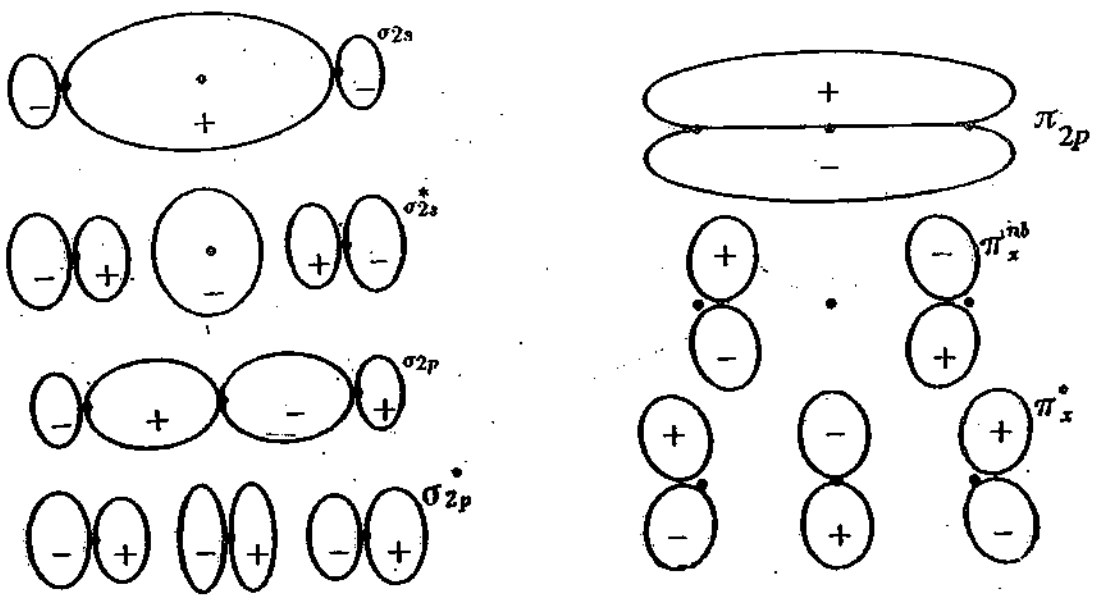
الف) پرسشها و تمرینهای مروری

۱ـ به شکلهای زیر با دقت نگاه کنید. آنگاه موردهای زیر را مشخص کنید:

الف) صفحه‌های گرهی که موجب تفاوت اوربیتال مولکولی یعنی سیگما، پی و غیره است.

ب) صفحه‌های گرهی که سبب تفاوت اوربیتالهای مولکولی پیوندی در برابر ناپیوندی است.

ج) هر گونه تغییر در چگالی الکترون که می‌تواند به وضعیتهای پیوندی در برابر ضدپیوندی نسبت داده شود.



۲ـ ترکیب فرضی دی‌اکسیژنیل سوپراکسید، $O_2^+O_2^-$، را در نظر بگیرید. اگر این ترکیب وجود می‌داشت، ساختار الکترونی یونهای آن به چه صورت می‌بود؟ مرتبهٔ پیوند، طول پیوند و الکترونهای زوج نشده را برای این یونها مورد بحث قرار دهید.

۳ـ آرایش الکترونی اوربیتال مولکولی را برای یون NO^+ بنویسید.

الف) مرتبهٔ پیوند را در این یون حساب کنید؟

ب) آیا طول پیوند در این یون کوتاهتر از طول پیوند در مولکول NO است یا بلندتر از آن؟

ج) چندالکترون زوج نشده در لایه ظرفیت اتمهای آن وجود دارد؟

د) آیا الکترونهای زوج شده بیشتر روی اتم نیتروژن تمرکز دارند یا روی اتم اکسیژن؟ در این باره توضیح دهید.

۴ـ در توصیف نمودار تراز انرژی اوربیتالهای مولکولی CO گفته شد که «سومین و ششمین اوربیتال مولکولی ناپیوندی‌اند...» این اوربیتالهای ناپیوندی را روشنتر و براساس پیوند ظرفیت توصیف کنید.

۵ـ چگونگی دیمرشدن مولکول BH_3 و شکل هندسی مولکول B_2H_6 را براساس مدل پیوند چند مرکزی مشخص کنید.

۶ـ نمودار تراز انرژی اوربیتالهای مولکولی H_2O را رسم کنید و علت همتراز نبودن اوربیتالهای مولکولی ناپیوندی π_x و π_y را توضیح دهید.

۷ـ نمودار تراز انرژی اوربیتالهای مولکولی دی بوران (B_2H_6) را رسم کنید.

۸ـ تفاوتهای عمده نمودار تراز انرژی اوربیتالهای مولکولی BeH_2 و H_2O را بیان کنید.

۹ـ مرتبه پیوند «بور ـ فلوئور» را در مولکول BF_3 که برابر $1\frac{1}{3}$ است، براساس نظریهٔ اوربیتال مولکولی توضیح دهید.

۱۰ـ چگونه از روی نمودار تراز انرژی اوربیتالهای مولکولی می‌توان پیشگویی کرد که مولکول سه اتمی XH_2، ساختار خطی یا خمیده دارد؟

ب) پرسشهای چهار گزینه‌ای

۱ـ در تشکیل اوربیتالهای مولکولی

الف) اوربیتالهای اتمی که تابعهای موج و انرژی به تقریب یکسان دارند شرکت می‌کنند

ب) اوربیتالهای اتمی که تقارن و انرژی به تقریب یکسان دارند شرکت می‌کنند

ج) اوربیتالهای اتمی که تابعهای موج و تقارن یکسان دارند شرکت می‌کنند

د) اوربیتالهای اتمی که عدد کوآنتومی n و l یکسان دارند شرکت می‌کنند

۲ـ در تشکیل اوربیتالهای مولکولی

الف) اوربیتالهای اتمی که تقارن یکسان دارند و از نظر انرژی به تقریب برابرند، شرکت دارند

ب) اوربیتالهای اتمی که تقارن یکسان دارند و از نظر انرژی تفاوت زیاد دارند، شرکت دارند

ج) کافی است که اوربیتالهای اتمی فقط از نظر تقارن یکسان باشند

د) کافی است که اوربیتالهای اتمی فقط از نظر انرژی به تقریب برابر باشند

۳ـ روش LCAO (ترکیب خطی اوربیتالهای اتمی) به طور معمول در کدام مورد زیر به کار گرفته می‌شود؟

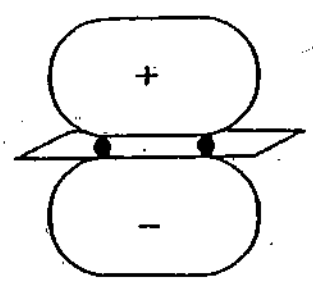
الف) نظریهٔ اوربیتال مولکولی

ب) نظریه پیوند فلزی

ج) توصیف جامدهای یونی

د) توصیف نیروهای بین مولکولی

۴ـ شکل مقابل، شکل خارجی کدام اوربیتال مولکولی را نشان می‌دهد؟



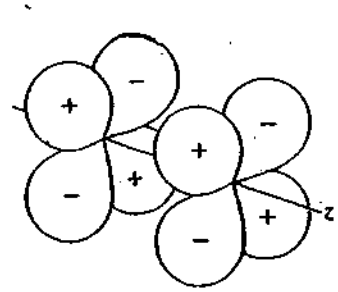
الف) σ_p

ب) σ_s^*

ج) σ_p^*

د) π_p

۵ـ شکل زیر نشان دهندهٔ کدام رویداد است؟



الف) تشکیل پیوند σ

ب) تشکیل پیوند π

ج) تشکیل پیوند دلتا

د) همپوشانی منفی اوربیتالهای d

۶ـ کدام اوربیتال مولکولی، نسبت به مرکز تقارن، متقارن یا g (*gerade*) است؟

الف) پیوندی π ب) ضدپیوندی σ ج) ضدپیوندی π د) ضدپیوندی δ

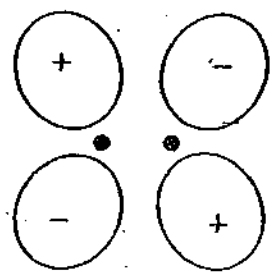
۷ـ کدام اوربیتال مولکولی دارای دو صفحهٔ گرهی است؟

الف) σ ب) σ^* ج) π د) π^*

۸ـ پیوند دلتا (δ) از همپوشانی دو اوربیتال از کدام نوع در راستای محور z تشکیل می‌شود؟

الف) d_{xy} ب) d_{xz} ج) d_{yz} د) d_{z^2}

۹ـ شکل مقابل به کدام نوع اوربیتال مولکولی مربوط است؟



الف) σ^*

ب) π

ج) σ

د) π^*

۱۰ـ در کدام گونه شیمیایی، طول پیوند بلندتر است؟

الف) O_2^{2+} ب) O_2^+ ج) O_2 د) O_2^-

۱۱ـ مرتبهٔ پیوند در O_2^+، O_2 و O_2^-، به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

الف) $2\frac{1}{2}$، ۲ و $1\frac{1}{2}$ ب) $1\frac{1}{2}$، ۲ و $2\frac{1}{2}$

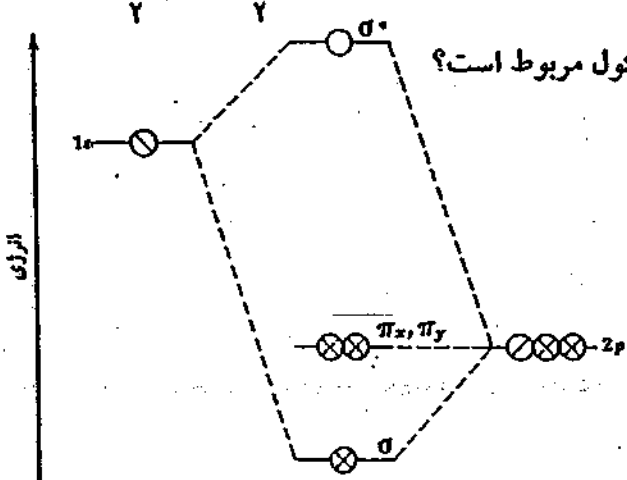
ج) ۱، ۲ و $1\frac{1}{2}$ د) $1\frac{1}{2}$، ۲ و ۱

۱۲ـ مرتبهٔ پیوند در NO^+، NO و NO^-، به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

الف) ۳، $2\frac{1}{2}$ و ۲ ب) ۲، $1\frac{1}{2}$ و ۳

ج) $2\frac{1}{2}$، ۲ و $1\frac{1}{2}$ د) $1\frac{1}{2}$، ۲ و $2\frac{1}{2}$

۱۳ـ نمودار مقابل، به کدام مولکول مربوط است؟



الف) HF

ب) H_2O

ج) LiH

د) BeH_2

۱۴ـ کدام گونه شیمیایی، خطی است؟

الف) NO_2^- ب) NO_2 ج) NO_2^+ د) OF_2

۱۵ـ در نمودار اوربیتال مولکولی CO بالاترین تراز اشغال شده (HOMO) و پایینترین تراز خالی از الکترون (LUMO)، به ترتیب کدام‌اند؟

الف) π و σ^{nb} ب) σ^{nb} و σ^* ج) π و π^* د) σ^{nb} و π^*

۱۶ـ کدام مطلب در مورد مولکول دی بوران نادرست است؟

الف) هیبریدشدن اوربیتالهای اتم B از نوع sp^3 است ب) دو پیوند $2e-2c$ دارد

ج) چهار پیوند $2e-3c$ دارد د) شکل آن دو چهاروجهی مشترک در یک رأس است

۱۷ـ گونه‌های شیمیایی $B_2H_7^-$، B_2H_6 و $B_3H_6^+$، به ترتیب دارای چند پیوند سه مرکزی‌اند؟

الف) چهار، دو و یک پیوند

ب) چهار، دو و سه پیوند

ج) یک، دو و چهار پیوند

د) سه، دو و دو پیوند

۱۸ـ در گونهٔ شیمیایی $B_3H_3^{2-}$، چند پیوند سه مرکزی وجود دارد؟

الف) ۲ ب) ۳ ج) ۱ د) ۴

۱۹ـ در گونهٔ شیمیایی $B_3H_6^+$، چند پیوند سه مرکزی وجود دارد؟

الف) ۱ ب) ۲ ج) ۳ د) ۴

ج) پرسشهای آزمون سراسری کارشناسی ارشد

۱ـ از بین نمونه‌های NF ، NF^+ و NF^-، کدام دیامغناطیس است؟ (۶۹ـ۱۳۶۸)

الف) NF ب) NF^+ ج) NF^- د) هیچ کدام

۲ـ براساس نظریهٔ اوربیتال مولکولی، پیوند O-O در کدامیک از دو نمونهٔ H_2O_2 و O_2F_2 قویتر است؟ (۷۰ـ۱۳۶۹)

الف) H_2O_2 ب) O_2F_2

ج) برابر است د) این مقایسه براساس نظریهٔ بالا امکان‌پذیر نیست

۳ـ خارج ساختن یک الکترون از مولکول اکسیژن : (۷۱ـ۱۳۷۰)

الف) مولکول دیامغناطیس را به مولکول پارامغناطیس تبدیل می‌کند

ب) انرژی پیوند بین دو اتم اکسیژن را افزایش می‌دهد

ج) مرتبهٔ پیوند در مولکول اکسیژن را کاهش می‌دهد

د) طول پیوند را افزایش می‌دهد

۴ـ در کدام گونه، مرتبهٔ پیوند از همه کمتر است؟ (۷۱ـ۱۳۷۰)

الف) CS ب) NO^+ ج) PO^+ د) SN

۵ـ رنگ هالوژنها مربوط به کدام جهش الکترونی است؟ (۷۲ـ۱۳۷۱)

الف) $\pi_p^* \longrightarrow \sigma_p^*$ ب) $\pi_p \longrightarrow \pi_p^*$

ج) $\sigma_p \longrightarrow \pi_p$ د) $\sigma_s \longrightarrow \sigma_p^*$

۶ـ انرژی پیوندی مولکول B_2 حدود ۷۰۰۰۰ کالری بر مول است. تفاوت انرژی تقریبی بین اوربیتالهای اتمی p و اوربیتالهای مولکولی π_p چند کیلوکالری است؟ (۷۲ـ۱۳۷۱)

الف) تعیین این تفاوت انرژی از روی دادهٔ بالا امکان‌پذیر نیست ب) ۳۵۰۰۰

ج) بور، یک جامد کووالانسی است و مولکول بالا وجود ندارد د) ۷۰۰۰۰

۷ـ در گونهٔ شیمیایی $B_4H_9^-$، چند پیوند سه مرکزی وجود دارد؟ (۷۳ـ۱۳۷۲)

الف) ۲ ب) ۳ ج) ۴ د) ۵

۸ـ کدام گزینه در مورد تقارن اوربیتالهای اتمی و مولکولی درست است؟ فرد: *(ungerade)*، زوج: *(gerade)*

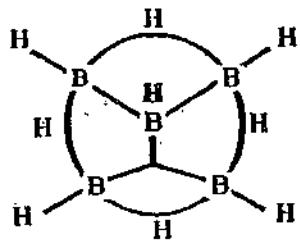
(۱۳۷۴-۷۵)

الف) π^* و σ^* (فرد) : σ و d (زوج) ب) π^* و σ (زوج) : π^* ، σ و d (فرد)

ج) π و σ^* (فرد) : π^* و σ و d (زوج) د) π^* و σ^* (زوج) : π، σ و d (فرد)

۹ـ در مولکول پنتا بوران (۹) ، چند پیوند سه مرکزی دو الکترونی (۲e-۳c) وجود دارد؟ (۱۳۷۴-۷۵)

الف) ۴



ب) ۵

ج) ۶

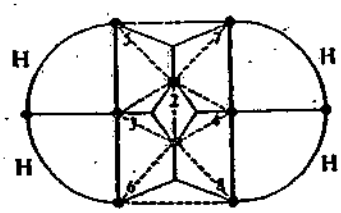
د) ۳

۱۰ـ در کدام مورد همپوشانی اوربیتالها صفر است؟ (۱۳۷۵-۷۶)

الف) $d_{xy} + d_{xy}$ ب) $d_{zx} - p_x$ ج) $p_z + d_{zx}$ د) $s + d_{xy}$

۱۱ـ با توجه به شکل، در مولکول دکابوران، چند پیوند سه مرکزی دو الکترونی (۲e-۳c) وجود دارد؟ (۱۳۷۵-۷۶)

الف) ۹

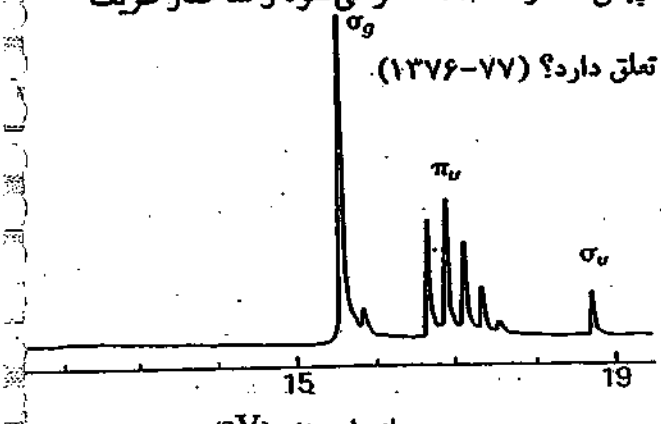


ب) ۶

ج) ۸

د) ۱۰

۱۲ـ طیف فوتوالکترون مولکول نیتروژن در زیر آمده است. طیف پهنی که در ۱۷eV ظاهر می‌شود و ساختار ظریف قابل ملاحظه‌ای دارد، بعد از یونش به کدام آرایش الکترونی زیر تعلق دارد؟ (۱۳۷۶-۷۷)



الف) $1\sigma_g^2\ 1\sigma_u^{*2}\ 2\sigma_g^2\ 1\pi_u^3$

ب) $1\sigma_g^2\ 1\sigma_u^{*2}\ 1\pi_u^3\ 2\sigma_g^2$

ج) $1\sigma_g^2\ 1\sigma_u^{*2}\ 1\pi_u^4\ 2\sigma_g^1$

د) $1\sigma_g^2\ 1\sigma_u^{*2}\ 2\sigma_g^1\ 1\pi_u^4$

۱۳ـ از دیدگاه نظریه اوربیتال مولکولی، چنانچه یک الکترون از مولکول مونوکسید کربن جدا شود، کدام عبارت دربارهٔ پیوند میان کربن ـ اکسیژن در یون CO^+ درست است؟ (۱۳۷۷-۷۸)

الف) استحکام پیوند فرقی نمی‌کند

ب) سست‌تر می‌شود

ج) مستحکم‌تر می‌شود

د) ماهیت داتیو ـ کووالانسی پیدا می‌کند

۱۴ـ در نمودار اوربیتال مولکولی CO، اوربیتال HOMO کدام است و به طور عمده خصلت کدام اوربیتال اتمی را دارد؟ (۷۸-۱۳۷۷)

الف) σ^*_{2p}، کربن ب) σ_{2p}، کربن ج) σ_{2p}، اکسیژن د) σ^*_{2s}، اکسیژن

۱۵ـ براساس نظریهٔ اوربیتال مولکولی، در کدام مولکول فقط پیوند π وجود دارد؟ (۷۸-۱۳۷۷)

الف) F_2 ب) NO ج) Li_2 د) C_2

۱۶ـ طبق نظریهٔ اوربیتال مولکولی، مرتبه پیوند در ترکیبهای زیر به کدام ترتیب تغییر می‌کند؟ (۷۸-۱۳۷۷)

الف) $NO > NO^+ > NO^-$ ب) $NO^- > NO > NO^+$

ج) $NO^- > NO^+ > NO$ د) $NO^+ > NO > NO^-$

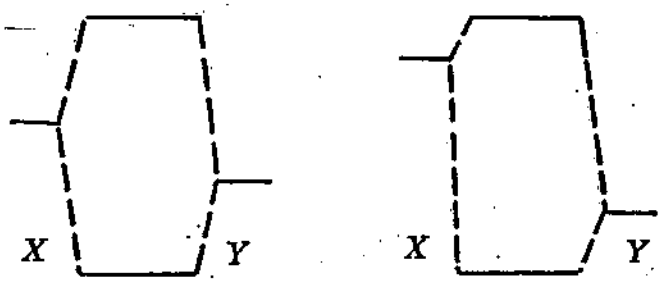
۱۷ـ برهمکنش بین دو گونه X و Y را در دو شکل (۱) و (۲) در نظر بگیرید. کدام گزینه درست است؟ (۷۸-۱۳۷۷)

الف) (۱) یک برهم کنش کووالانسی قوی و (۲) یک برهم کنش الکتروستاتیک قوی است

ب) (۱) بر هم کنش کووالانسی و الکتروستاتیک قوی‌تر را نشان می‌دهد

ج) (۱) بر هم کنش الکتروستاتیک قوی را نشان می‌دهد

د) (۲) یک بر هم کنش کووالانسی و الکتروستاتیک قوی است



(۱) (۲)

فصل هشتم:
مفاهیم اسید ـ باز

الف) پرسشها و تمرینهای مروری

۱ـ مفهوم اسید و باز را براساس نظریهٔ آرنیوس بیان کنید.

۲ـ مفهوم اسید و باز را براساس نظریهٔ برونشتد ـ لوری بیان کنید.

۳ـ مفهوم اسید و باز مزدوج را با آوردن مثال مناسبی توضیح دهید.

۴ـ باز مزدوج هر یک از گونه‌های زیر را مشخص کنید:

$HNO_2 , H_3PO_4 , H_2PO_4^- , NH_3 , HS^- , H_2SO_4 , HCN , H_3O^+$.

۵ـ اسید مزدوج هر یک از گونه‌های زیر را مشخص کنید:

$PH_3 , H^- , H_2O , NH_2^- , N_3^- , PO_4^{3-} , HSO_3^- , S^{2-} , OH^-$.

۶ـ در هر یک از واکنشهای زیر، اسید و باز برونشتد را مشخص کنید.

الف) $H_2O + NH_2^- \rightleftharpoons NH_3 + OH^-$

ب) $HS^- + OH^- \rightleftharpoons H_2O + S^{2-}$

ج) $H_3O^+ + HS^- \rightleftharpoons H_2S + H_2O$

د) $H_2O + O_2^{2-} \rightleftharpoons 2OH^- + \frac{1}{2}O_2$

ه) $HSO_4^- + CN^- \rightleftharpoons HCN + SO_4^{2-}$

و) $H_2PO_4^- + CO_3^{2-} \rightleftharpoons HPO_4^{2-} + HCO_3^-$

ز) $NH_4^+ + OH^- \rightleftharpoons NH_3 + H_2O$

ح) $N_2H_4 + HSO_4^- \rightleftharpoons N_2H_5^+ + SO_4^{2-}$

۷ـ در مورد هر گونهٔ شیمیایی زیر، معادلهٔ شیمیایی مشخصی بنویسید که در آن، این گونهٔ شیمیایی، نقش اسید برونشتد را داشته باشد:

الف) HF ب) $HOCl$ ج) H_3O^+ د) $H_2PO_4^-$

ه) HCO_3^- و) H_2S

۸ـ در مورد هر گونهٔ شیمیایی زیر، معادلهٔ شیمیایی مشخصی بنویسید که در آن، این گونهٔ شیمیایی نقش باز برونشتد را داشته باشد:

الف) NH_2^- ب) H^- ج) OH^- د) H_2O

ه) O_2^- و) PO_4^{3-} ز) HSO_4^-

۹ـ اثر تراز کنندگی حلال را با آوردن مثالهای مناسبی شرح دهید.

۱۰ـ روند تغییر قدرت اسیدی و بازی را در مورد ترکیبهای دوتایی هیدروژن‌دار عنصرها در دوره‌ها و گروههای جدول تناوبی همراه با علت آن بیان کنید.

۱۱ـ مفهوم ترکیبهای آمفوتر را با آوردن مثال مناسبی بیان کنید.

۱۲ـ از هر جفت ترکیبهای زیر، کدام اسید قویتری است؟

الف) H_2O یا HF ب) H_2S یا H_2Se ج) H_2Te یا HI

د) H_2CO_3 یا H_3BO_3 ه) HNO_2 یا HNO_3 و) H_2SO_4 یا H_2SeO_4

ز) H_2SO_3 یا H_2SO_4 ح) HIO_3 یا $HClO_3$

۱۳ـ از هر جفت گونهٔ شیمیایی زیر، کدام باز قویتری است؟

الف) Br^- یا F^- ب) NO_2^- یا NO_3^- ج) PH_3 یا NH_3

د) O^{2-} یا S^{2-} ه) NH_2^- یا OH^- و) HSO_3^- یا HSO_4^-

ز) F^- یا Cl^-

۱۴ـ مفهوم اسید و باز لوویس را با آوردن مثال مناسبی بیان کنید.

۱۵ـ کدام گونه اسید لوویس و کدام گونه باز لوویس است؟ چرا؟

الف) $AlCl_3$ ب) BCl_3 ج) NH_3

د) H^+ ه) H^- و) NO_2^+

ز) SF_4 ح) CO ط) CO_2

ی) Fe^{3+}

۱۶ـ هر یک از واکنشهای زیر را براساس نظریهٔ اسید و باز لوویس توجیه کنید و گونه‌های هسته دوست و الکترون دوست را در هر مورد مشخص کنید:

الف) $Fe + 5CO \longrightarrow Fe(CO)_5$

ب) $S + S^{2-} \longrightarrow S_2^{2-}$

ج) $AlCl_3 + Cl_2 \longrightarrow AlCl_4^- + Cl^+$

د) $BF_3 + F^- \longrightarrow BF_4^-$

ه) $Ag^+ + 2NH_3 \longrightarrow [Ag(NH_3)_2]^+$

و) $Zn(OH)_2 + 2OH^- \longrightarrow [Zn(OH)_4]^{2-}$

ز) $CH_3Cl + AlCl_3 \longrightarrow CH_3^+ + AlCl_4^-$

ح) $NH_3 + H^- \longrightarrow H_2 + NH_2^-$

ط) $S^{2-} + H_2O \longrightarrow HS^- + OH^-$

ی) $Au(CN) + CN^- \longrightarrow [Au(CN)_2]^-$

۱۷ـ اسید و باز نرم و سخت را تعریف کنید و در هر مورد مثال مناسبی بیاورید.

۱۸ـ مبنای سختی و نرمی اسیدها و بازها را براساس الکترونگاتیوی و براساس نظریهٔ اوربیتال مولکولی شرح دهید.

۱۹ـ مکانیسم هر یک از واکنشهای زیر را براساس اسید وباز سخت و نرم توضیح دهید:

الف) $CH_3I + OH^- \longrightarrow CH_3OH + I^-$

ب) $CF_3H + CH_3F \longrightarrow CF_4 + CH_4$

ج) $BF_3H^- + BH_3F^- \longrightarrow BF_4^- + BH_4^-$

د) $R_2OBH_3 + R_2S \longrightarrow R_2SBH_3 + R_2O$

ه) $CH_3HgF + HSO_3^- \longrightarrow CH_3HgSO_3^- + HF$

و) $CH_3HgOH + HSO_3^- \longrightarrow CH_3HgSO_3^- + H_2O$

ز) $SO_3^{2-} + HF \longrightarrow HSO_3^- + F^-$

ح) $CsF + LiI \longrightarrow LiF + CsI$

ط) $HgF_2 + BeI_2 \longrightarrow HgI_2 + BeF_2$

ی) $CaS + H_2O \longrightarrow CaO + H_2S$

ک) $AlI_3 + 3NaF \longrightarrow AlF_3 + 3NaI$

ل) $HI + NaF \longrightarrow HF + NaI$

۲۰ـ مفهوم اسید و باز را براساس سیستم حلال تعریف کنید و در مورد آن مثال مناسبی ذکر کنید.

۲۱ـ مفهوم حلالهای آپروتیک را بیان کنید. یک اسید آپروتیک مثال بزنید که هم نقش اسیدی و هم نقش بازی داشته باشد. در هر مورد معادله واکنش را بنویسید.

ب) پرسشهای چهارگزینه‌ای

۱ـ کدام گونهٔ شیمیایی، یک اسید لوویس است؟

الف) NH_3 ب) OH^- ج) BBr_3 د) PCl_3

۲ـ کدام گونهٔ شیمیایی، یک باز لوویس است؟

الف) $AlCl_3$ ب) CO ج) NH_4^+ د) NO_2^+

۳ـ کدام واکنش، نشان دهندهٔ خصلت بازی آب براساس نظریهٔ برونشتد ـ لوری است؟

الف) $H_2O + H^+ \longrightarrow H_3O^+$ ب) $H_2O + NH_3 \longrightarrow NH_4OH$

ج) $2H_2O + 2Na \longrightarrow 2NaOH + H_2$ د) $3H_2O + Al^{3+} \longrightarrow Al(OH)_3 + 3H^+$

۴ـ در واکنش: $2HF \longrightarrow F^- + H_2F^+$ ؛ HF کدام دو نقش را دارد؟

I) اسیدی II) کاهندگی III) بازی IV) اکسیدکنندگی

الف) I و III ب) I و IV ج) II و III د) II و IV

۵ـ در واکنش: $HNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow NO_2^+ + HSO_4^- + H_2O$، اسید و باز برونشتد به ترتیب کدام‌اند؟

الف) NO_2^+ و H_2O ب) NO_2^+ و HSO_4^-

ج) HNO_3 و H_2SO_4 د) H_2SO_4 و HNO_3

۶ـ در واکنش: $HSO_4^- + H_2O \longrightarrow SO_4^{2-} + H_3O^+$، براساس نظریهٔ برونشتد ـ لوری، نقش آب کدام است؟

الف) حلال ب) باز ج) آمفوتر د) اسید

۷ـ باز مزدوج NH_4^+ کدام است؟

الف) N^{3-} ب) NH^{2-} ج) NH_2^- د) NH_3

۸ـ اسید مزدوج PO_4^{3-} کدام است؟

الف) H_3PO_4 ب) HPO_4^{2-} ج) $H_2PO_4^-$ د) $H_2PO_3^-$

۹ـ در کدام گزینه، مقایسه قدرت اسیدی دو ماده درست است؟

الف) $PH_3 > NH_3$ ب) $HNO_2 > HNO_3$

ج) $H_3PO_4 > H_3PO_3$ د) $H_2Te > HI$

۱۰ـ در کدام گزینه، مقایسه قدرت بازی دو گونهٔ شیمیایی درست است؟

الف) $OH^- > NH_2^-$ ب) $Cl^- > F^-$

ج) $HS^- > HSO_4^-$ د) $H_2PO_4^- > PO_4^{3-}$

۱۱ـ کدام آنیون، باز ضعیفتری است؟

الف) F^- ب) Cl^- ج) Br^- د) I^-

۱۲ـ کدام آنیون، باز قویتری است؟

الف) ClO_4^- ب) ClO_3^- ج) ClO_2^- د) ClO^-

۱۳ـ کدام ماده، اسید قویتری است؟

الف) HBr ب) HI ج) H_2Te د) H_2Se

۱۴ـ کدام آنیون، باز قویتری است؟

الف) HTe^- ب) HS^- ج) OH^- د) HSe^-

۱۵ـ کدام هیدروکسید، آمفوتر نیست؟

الف) $Zn(OH)_2$ ب) $Al(OH)_3$ ج) $Fe(OH)_2$ د) $Pb(OH)_2$

۱۶ـ کدام گونه، اسید لوویس است؟

الف) NH_3 ب) CN^- ج) BF_3 د) CO

۱۷ـ کدام گونه، باز لوویس است؟

الف) SiF_4 ب) PR_3 ج) NH_4^+ د) H_3O^+

۱۸ـ کدام گونه، اسید سخت است؟

الف) BF_3 ب) BH_3 ج) H_2O د) R_2S

۱۹ـ کدام گونه، باز سخت است؟

الف) OH^- ب) SO_3 ج) SO_2 د) SCN^-

۲۰ـ یون Ag^+، از نوع کدام گونه شیمیایی است؟

الف) اسید سخت ب) باز سخت ج) اسید نرم د) باز نرم

۲۱ـ پیریدین (C_5H_5N) ، چگونه ترکیبی است؟

الف) باز سخت ب) باز متوسط ج) اسید نرم د) باز نرم

۲۲ـ BF_3 با کدام گونه بهتر واکنش و ترکیب پایدارتری تشکیل می‌دهد؟

الف) SO_2 ب) BH_3 ج) NH_3 د) SCN^-

۲۳ـ سختی یک اسید، به کدام مورد ارتباطی **ندارد؟**

الف) الکترونگاتیوی ب) تعداد اتمهای هیدروژن ج) الکترونخواهی د) یونش

۲۴ـ براساس نظریهٔ اسید و باز سخت و نرم، کدام واکنش به صورتی که معادلهٔ آن نوشته شده است، **انجام نمی‌گیرد؟**

الف) $HF + Na \longrightarrow HI + NaF$ ب) $CsI + LiF \longrightarrow CsF + LiI$

ج) $CH_3I + OH^- \longrightarrow CH_4 + IO^-$ د) $CF_3H + CH_3F \longrightarrow CF_4 + CH_4$

۲۵ـ کدام گونه، حلال اسیدی بدون پروتون است؟

الف) دی اکسید گوگرد مایع ب) سیانید هیدروژن

ج) دی متیل سولفوکسید د) اتر

ج) پرسشهای آزمون سراسری کارشناسی ارشد

۱ـ در مقابل NH_3 به عنوان بازلوویس ، کدام مولکول ضعیفترین اسید لوویس است؟ (۷۵ـ۱۳۷۴)

الف) BF_3 ب) BCl_3 ج) BMe_3 د) BPh_3

۲ـ کدام اسید از همه ضعیفتر است؟ (۷۶ـ۱۳۷۵)

الف) HOS_3F ب) H_5IO_6 ج) $HBrO_4$ د) H_2CrO_4

۳ـ کدام ترتیب در مورد قدرت نسبی اسیدهای لوویس درست است؟ (۷۷ـ۱۳۷۶)

الف) $BBr_3 > BCl_3 > BF_3 > BMe_3$ ب) $BF_3 > BCl_3 > BBr_3 > BMe_3$

ج) $BBr_3 > BMe_3 > BCl_3 > BF_3$ د) $BMe_3 > BBr_3 > BCl_3 > BF_3$

۴ـ کدام جسم حل شدنی در حلال ذکر شده، به صورت اسید عمل می‌کند؟ (۷۷ـ۱۳۷۶)

الف) $CaCl_2$ در $POCl_3$ ب) $LiPBr_6$ در PBr_5

ج) $AsBr_2(NO_3)$ در $AsBr_3$ د) KHF_2 در HF

فصل نهم:
نظری کوتاه به شیمی توصیفی عنصرهای اصلی

الف) پرسشها و تمرینهای مروری

۱ـ تفاوت میان هیدروژن اورتو و پارا را بیان کنید.

۲ـ معادلهٔ واکنش تهیه گاز هیدروژن را به هر یک از روشهای زیر بنویسید:

الف) تأثیر آهن گداخته بر بخار آب جوش

ب) تأثیر سدیم هیدروکسید بر آلومینیم

ج) تأثیر کربن گداخته بر بخارآب جوش

د) تأثیر آب بر سدیم هیدرید

۳ـ انواع هیدریدها و ویژگیهای آنها را بیان کنید.

۴ـ تفاوت لیتیم نیترات را با نیترات فلزهای قلیایی دیگر از نظر تجزیه گرمایی بیان کنید و معادلهٔ واکنشها را بنویسید.

۵ـ تفاوت مهم فلزهای قلیایی را در واکنش با اکسیژن، با ذکر علت شرح دهید.

۶ـ مهمترین کاربرد فلزهای قلیایی را بیان کنید.

۷ـ معادلهٔ واکنش سدیم را با آمونیاک مایع و اتانول بنویسید.

۸ـ دلیل اسیدی بودن محلول نمکهای بریلیم در آب را توضیح دهید.

۹ـ روش تهیه فلزهای قلیایی خاکی را در صنعت بیان کنید.

۱۰ـ چگونگی حل شدن $MgCl_2$، $MgBr_2$ و MgI_2 را در اتر و الکل بیان کنید.

۱۱ـ توضیح دهید که چرا لیتیم کربنات در دمای ۱۰۰ °C اما کلسیم کربنات در دمای حدود ۸۰۰ °C شروع به تجزیه شدن می‌کند.

۱۲ـ علت تفاوت خواص بریلیم با فلزهای قلیایی خاکی دیگر و تشابه (قطری) آن را با آلومینیم بیان کنید.

۱۳ـ توضیح دهید که چرا یک قطعه منیزیم از همان ابتدا به شدت با هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد اما یک قطعه آلومینیم ابتدا به کندی و سپس به شدت با هیدروکلریک اسید یا سدیم هیدروکسید واکنش می‌دهد؟ معادلهٔ واکنشها را بنویسید.

۱۴ـ دربارهٔ تفاوت عنصرهای اصلی گروه سوم از نظر عددهای اکسایش در ترکیبها، توضیح دهید.

۱۵ـ معادلهٔ واکنش بورازین را با HCl و MeLi بنویسید.

۱۶ـ معادلهٔ واکنش تهیه اورتوبوریک اسید را بنویسید و دربارهٔ تفاوت قدرت اسیدی آن در آب و در مجاورت اتانول توضیح دهید.

۱۷ـ ساختار دی بوران را براساس مدل پیوند چندمرکزی و نظریهٔ اوربیتال مولکولی توجیه کنید.

۱۸ـ ساختار مولکولی اورتوبوریک اسید، ساختار یونی آن را در آب و ساختار آنیون تترابورات را رسم کنید.

۱۹ـ مهمترین کاربردهای منیزیم، کلسیم، آلومینیم، قلع و سرب را بیان کنید.

۲۰ـ معادلهٔ واکنشهای هسته‌ای مربوط به تهیه پولونیم و استاتین را از بیسموت بنویسید و تفاوت و تشابه میان آنها را بیان کنید.

۲۱ـ علت تفاوتهای اساسی خواص نیتروژن و فسفر را بیان کنید.

۲۲ـ ساختار مولکولی P_4S_3، As_4S_4، P_4O_6 و P_4O_{10} را رسم و گروه نقطه‌ای هر یک را مشخص کنید.

۲۳ـ معادلهٔ واکنش نیتریک اسید را با فسفر، آنتیموان و بیسموت بنویسید و در مورد تفاوت فرآورده‌های آنها توضیح دهید.

۲۴ـ ساختار مولکولی فسفر سفید، فسفر(III) اکسید و فسفر(V)اکسید را رسم و با یکدیگر مقایسه کنید.

۲۵ـ قدرت اسیدی اکسی اسیدهای مربوط به فسفر را با هم مقایسه کنید (با توجه به ساختار مولکولی آنها).

۲۶ـ معادلهٔ واکنش آب با $SiCl_4$، BF_3 و PCl_5 را بنویسید.

۲۷ـ معادلهٔ واکنش اکسید و پراکسید سدیم را با آب بنویسید و فرآورده‌های این دو واکنش را با هم مقایسه کنید.

۲۸ـ معادلهٔ واکنش سوپراکسید و پتاسیم اوزونید را با آب بنویسید و فرآورده‌های این واکنش را باهم مقایسه کنید.

۲۹ـ فرمول پروکسو سولفوریک‌اسید و پروکسونیتریک‌اسید رابا هم و هیپونیتروزاسید و هیپوفسفرواسید رابا هم مقایسه کنید.

۳۰ـ ساختار پیروسولفوریک اسید و پیروفسفریک اسید را با هم مقایسه کنید.

۳۱ـ ساختار اکسی‌اسیدهای کلر و اکسی‌اسیدهای فسفر را رسم کرده و تفاوت روند تغییر قدرت اسیدی آنها را براثر تغییر تعداد اتمهای اکسیژن مولکول در آنها بیان کنید.

۳۲ـ از میان اکسی اسیدهای کلر، کدام اسیدی قویتر و کدام اکسید کننده‌ای قویتر است؟

۳۳ـ معادلهٔ واکنش تهیه یُد از سدیم یُدات را بنویسید.

۳۴ـ معادلهٔ واکنش ازون را با پتاسیم یُدید و فلز نقره بنویسید و وجه تشابه این دو واکنش را توضیح دهید.

۳۵ـ ترکیبهایی از زنون مثال بزنید که به ترتیب، ساختار مسطح مربعی، چهاروجهی، هرم با قاعدهٔ مربعی، هشت وجهی و هشت وجهی منحرف شده داشته باشد. کدام گازی و کدام جامدند؟

ب) پرسشهای چهارگزینه‌ای

۱ـ هیدروژن فاقد کدام کاربرد در صنعت است؟

الف) جامدکردن روغنهای نباتی
ب) تهیه متانول
ج) سنتز آمونیاک
د) تهیه متان

۲ـ در واکنش سدیم هیدرید با آمونیاک مایع، کدام گونه شیمیایی آزاد نمی‌شود؟

الف) OH^-
ب) H_2
ج) NH_2^-
د) Na^+

۳ـ فلزهای قلیایی در کدام سیستم متبلور می‌شوند؟

الف) انباشتهٔ هگزاگونالی
ب) مکعبی مرکز پر
ج) انباشتهٔ مکعبی
د) تتراگونالی مرکز پر

۴ـ با افزایش عدداتمی فلزهای قلیایی، کدام ویژگی آنها افزایش می‌یابد؟

الف) چگالی
ب) دمای ذوب
ج) الکترونگاتیوی
د) دمای جوش

۵ـ کدام فلز قلیایی شعله را به رنگ آبی در می‌آورد؟

الف) لیتیم
ب) سزیم
ج) پتاسیم
د) روبیدیم

۶ـ کدام ترکیب طبیعی کلسیم، به ژیپس معروف است؟

الف) $CaSO_4$
ب) $CaSO_4 . 2H_2O$
ج) $CaCO_3 . MgCO_3$
د) $CaCl_2 . 6H_2O$

۷ـ کدام ترکیب، جامدی یونی است؟

الف) $AlCl_3$
ب) $BeCl_2$
ج) CaF_2
د) BF_3

۸ـ فرآورده‌های واکنش: $BBr_3 + H_2 \longrightarrow$، در مجاورت سیم تنگستن داغ، کدام‌اند؟

الف) HBr , BH_3
ب) Br_2 , B_2H_6
ج) HBr , B
د) Br_2 , BH_3

۹ـ در واکنش: $B_2O_3 + NH_4Cl \longrightarrow$، کدام ماده تشکیل نمی‌شود؟

الف) H_2O
ب) BCl_3
ج) BN
د) HCl

۱۰ـ کدام مطلب در مورد بورنیترید (هگزاگونالی) درست است؟

الف) مانند گرافیت رسانای جریان برق است
ب) سخت و ساینده است

ج) مانند گرافیت سیاه است د) خاصیت نرم‌کنندگی دارد

۱۱ـ نام کدام ترکیب، نادرست است؟

الف) $B_3N_3H_6$: بورازین ب) SnO_2 : کاسیتریت

ج) $(HO)_5IO$: پاراپریدیک اسید د) HPO_3 : فسفرواسید

۱۲ـ کدام ماده جزء فرآورده‌های واکنش: $LiBH_4 + NH_4Cl \longrightarrow$ **نیست؟**

الف) بورازین ب) بورنیترید ج) هیدروژن د) لیتیم کلرید

۱۳ـ مرتبهٔ پیوند در مولکول بورازین کدام است؟

الف) ۱ ب) ۲ ج) $1\frac{1}{4}$ د) $1\frac{1}{2}$

۱۴ـ کدام مطلب در مورد آنیون $[B_4O_5(OH)_4]^{2-}$ **نادرست است؟**

الف) ساختار حلقوی دارد

ب) ۱۴ پیوند B-O دارد

ج) هر اتم اکسیژن به صورت پل بین دو اتم بور در آن قرار دارد

د) نمک سدیم آن با ۸ مولکول آب متبلور می‌شود

۱۵ـ کدام واکنش به صورتی که معادلهٔ آن نوشته شده است، صورت نمی‌گیرد؟

الف) $NCl_3 + 3H_2O \longrightarrow 3HClO + NH_3$ ب) $PCl_3 + 3H_2O \longrightarrow PH_3 + 3HClO$

ج) $4HNO_3 + 3Sb \longrightarrow Sb_4O_6 + 2H_2O + NO$ د) $POCl_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3PO_4 + 3HCl$

۱۶ـ کدام مطلب در مورد AsH_3 ، SbH_3 و BiH_3 **نادرست است؟**

الف) همگی باز لوویس‌اند و H^+ را جذب می‌کنند ب) همگی گازی و سمی‌اند

ج) در گرما پایدارند د) باافزایش عدداتمی،زاویه‌پیوندی آنهاکاهش می‌یابد

۱۷ـ آنتیموان یا ترکیبهای آن، فاقد کدام کاربردند؟

الف) تهیه حروفهای چاپ ب) تهیه داروی ضداسید معده

ج) کبریت سازی د) باتری سازی

۱۸ـ نام کدام یون، نادرست است؟

الف) O_3^- : ازونید ب) O^+ : سوپراکسید

ج) O_2^+: دی‌اکسیژنیل د) O_2^{2-}: پراکسید

۱۹ـ در واکنش ازون با پتاسیم هیدروکسید، کدام ماده به وجود نمی‌آید؟

الف) پتاسیم سوپراکسید ب) پتاسیم ازونید ج) آب د) اکسیژن

۲۰ـ مرتبهٔ پیوند «اکسیژن ـ اکسیژن» در کدام ترکیب، بزرگتر است؟

الف) KO_2 ب) O_2PtF_6 ج) Na_2O_2 د) H_2O_2

۲۱ـ نام کدام ترکیب نادرست است؟

الف) $SOCl_2$: تیونیل کلرید ب) SO_2Cl_2: سولفوریل کلرید

ج) NH_2-NO_2: نیترامین د) NH_2OH: آمین هیدروکسید

۲۲ـ مرتبهٔ پیوند "گوگرد ـ گوگرد" و عدد اکسایش اتم گوگرد در یون دی‌تیونات به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

الف) ۱ و ۵+ ب) ۱ و ۶+ ج) ۵ر۱ و ۴+ د) ۲ و ۶+

۲۳ـ کدام مطلب در مورد مزوپریدیک اسید نادرست است؟

الف) فرمول مولکولی آن H_3IO_5 است ب) اسیدی سه ظرفیتی است

ج) ساختار آنیون IO_5^{3-} دو هرمی مثلثی است د) عدداکسایش یُد در آن ۷+ است

۲۴ـ شکل کدام ترکیب درست معرفی شده است؟

الف) XeF_6: هشت وجهی منتظم ب) XeF_4: چهاروجهی منتظم

ج) XO_3: سطح مثلثی د) XeO_4: چهاروجهی منتظم

۲۵ـ کدام مطلب در مورد گازهای نجیب نادرست است؟

الف) حدود یک درصد حجم هوا را تشکیل می‌دهند

ب) غیر از هلیم و رادون، اولین بار از تقطیر جزءبه جزء هوای مایع به دست آمدند

ج) رادون را از راه واکنش واپاشی هستهٔ رادیم سنتز کردند

د) فاقد فعالیت شیمیایی و بی‌اثرند

ج) پرسشهای آزمون سراسری کارشناسی ارشد

۱ـ کدام مطلب در مورد نوع پیوند در مولکول دیمرآلومینیم تری متیل درست است؟ (۶۹ـ۱۳۶۸)

الف) دارای سه پیوند دو مرکزی دو الکترونی است

ب) دارای هشت پیوند دو مرکزی دو الکترونی است

ج) دارای چهار پیوند دو مرکزی دو الکترونی و دو پیوند سه مرکزی دو الکترونی است

د) دارای دو پیوند دو مرکزی دو الکترونی و چهار پیوند سه مرکزی دو الکترونی است

۲ـ کدام گزینه فرآورده‌های واکنشهای زیر را نشان می‌دهد؟ (۶۹-۱۳۶۸)

a) $AlF_2 + NaF \longrightarrow$

b) $NH_3 + Cl_2 + OH^- \xrightarrow{\text{ژلاتین}}$

c) $Na_2O_2 + H_2SO_4 \longrightarrow$

d) $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_{4\,(\text{رقیق})} + H_2O_2 \xrightarrow{Et_2O}$

الف)	a) $NaAlF_4$	b) NH_2Cl	c) $Na_2S_2O_8$	d) K_3CrO_8
ب)	a) Al	b) N_2	c) $Na_2H_2S_2O_6$	d) K_2CrO_4
ج)	a) واکنش نمی‌دهد	b) NH_4Cl	c) $NaHSO_4$	d) $Et_2O.K_2CrO_4$
د)	a) $NaAlF_4$	b) N_2H_4	c) H_2O_2	d) $Et_2O.CrO_5$

۳ـ کدام واکنش، درست است؟ (۷۰ـ۱۳۶۹)

الف) $Mg_3N_2 + 6H_2O \longrightarrow 3Mg(OH)_2 + 3H_2 + N_2$

ب) $Zn_3P_2 + 6HCl_{\,(\text{رقیق})} + 4H_2O \longrightarrow 3ZnCl_2 + 2H_3PO_2 + 4H_2$

ج) $SiH_4 + H_2O + 2OH^- \longrightarrow SiO_3^{2-} + 4H_2$

د) $P_4 + 12OH^- \longrightarrow 2HPO_4^{2-} + 2H_2PO_2^- + 3H_2$

۴ـ کدام واکنش، در شرایط عادی انجام پذیر است؟ (۷۱ـ۱۳۷۰)

الف) $CF_4 + LiAlH_4 \longrightarrow CH_4 + LiF + AlF_3$

ب) $SiCl_4 + LiAlH_4 \longrightarrow SiH_4 + LiCl + AlCl_3$

ج) $SF_6 + H_2O \longrightarrow SOF_4 + 2HF$

د) $CCl_4 + 2H_2O \longrightarrow CO_2 + 4HCl$

۵ـ در کدام واکنش یا واکنشها، هیدروژن آزاد می‌شود؟ (۷۲ـ۱۳۷۱)

I) $SiCl_4 + LiAlH_4 \longrightarrow$ II) $CaH_2 + H_2O \longrightarrow$

IV) $Al_2Cl_6 + LiH \longrightarrow$ III) $B_2H_6 + NaH \longrightarrow$

الف) II,I ب) I ج) II د) IV,I

۶ـ از ترکیبهای $I=AsH_3$ ، $II=NaH$ ، $III=PbH_{0.9}$ و $IV=BaH_2$، هیدرید یا هیدریدهای نمکی کدام است؟ (۷۴ـ۱۳۷۳)

الف) III ب) II ج) I و III د) II و IV

۷ـ برای تهیه $Ti(OC_2H_5)_4$، کدام مواد به کار می‌روند؟ (۷۴ـ۱۳۷۳)

الف) $TiCl_4$ و C_2H_5OH ب) $TiO_2.xH_2O$ و C_2H_5OH

ج) $TiCl_4$ ، C_2H_5OH و پیریدین د) $TiO_2.xH_2O$ و C_2H_5Cl

۸ـ کدام نمونه، ساختار لایه‌ای دارد؟ (۷۵ـ۱۳۷۴)

الف) آلومینیم اکسید ب) بوریک اسید ج) روی سولفید د) سیلیسیم دی‌اکسید

۹ـ کدام واکنش، نادرست است؟ (۷۵ـ۱۳۷۴)

الف) $B_{10}H_{14} + 2Na \xrightarrow{\text{اتر}} Na_2B_{10}H_{14}$

ب) $2Li + B_2H_6 \xrightarrow{\text{اتر}} 2LiBH_4$

ج) $3NH_4Cl + 3BCl_3 \xrightarrow[140^\circ C]{C_6H_5Cl} B_3N_3H_6 + 3LiCl + 9H_2$

د) $3NaBH_4 + 4BF_3 \longrightarrow 3B_2H_6 + 3NaBF_4$

۱۰ـ کدام نمونه، ساختاری شبیه به گرافیت دارد؟ (۷۶ـ۱۳۷۵)

الف) کربوراندوم (سیلیسیم کربید) ب) کلسیم کربید

ج) سیلیس د) بور نیترید

۱۱ـ کدام واکنش، نادرست است؟ (۷۶ـ۱۳۷۵)

الف)

$$NH_4NO_3 \xrightarrow{\text{گرما}} N_2O + 2H_2O$$

ب)

$$CH_4 + 4S \xrightarrow[\sim 1000^\circ C]{\text{آلومین}} C_2S + 2H_2S$$

ج)

$$4NH_3 + 3O_2 \xrightarrow[\sim 900^\circ C]{\text{کاتالیزور پلاتین}} 2N_2 + 6H_2O$$

د)

$$4PCl_3 + Ni(CO)_4 \longrightarrow Ni(PCl_3)_4 + 4CO$$

۱۲ـ کدام واکنش نادرست است؟ (۷۶ـ۱۳۷۵)

الف)

$$5H_2C_2O_4 + KMnO_4 + K_2CO_3 \longrightarrow K_3[Mn(C_2O_4)_3] + 5H_2O + 5CO_2$$

ب)

$$2Cr(OH)_3 + 3H_2O_2 + 4OH^- \longrightarrow 2CrO_4^{2-} + 8H_2O$$

ج)

$$V_2O_5 + 5Cl_2 + 5C \xrightarrow{\Delta} 2VCl_5 + 5CO$$

د)

$$C_6H_5NH_2 + 2MnO_2 + 2\frac{1}{2}H_2SO_4 \longrightarrow$$

$$O=\langle\bigcirc\rangle=O + 2MnSO_4 + \frac{1}{2}[(NH_4)_2SO_4 .2H_2O]$$

۱۳ـ بنزن معدنی کدام است؟ (۷۷ـ۱۳۷۶)

الف) $(BN)_n$ ب) $B_3N_3H_6$ ج) $B_4C_2H_6$ د) B_6H_6

۱۴ـ اتم کربن در ترکیبهای خود به صورت کدام اوربیتال هیبریدی، دارای حداکثر الکترونگاتیوی است؟ (۷۸ـ۱۳۷۷)

الف) p ب) sp ج) sp^2 د) sp^3

قسمت دوم

پاسخ پرسشها و تمرینها

فصل ویژه:
مقدمه‌ای بر ساختار اتم

الف) پاسخ پرسشها و تمرینهای مروری

۱ـ طیف نشری فلزها و نمکها را می‌توان به وسیله چراغ گاز و یک طیفنما به دست آورد. این نوع طیف را **طیف شعله** می‌گویند و شکل آن خطی است. در آزمایشگاه شیمی تجزیه از طیف شعله برای شناسایی کاتیون برخی فلزها در محلول به ویژه، کاتیونهای فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی استفاده می‌شود.

۲ـ الف) طیف موادرنگی از نوع جذبی و به طور معمول به شکل خطی (یا نوار) یا در طیف نگار، به صورت پیکهای جذبی پدیدار می‌شود.

ب) اهمیت این نوع طیف در این است که در شیمی تجزیه، از آن برای بررسی ساختار و خواص مواد استفاده می‌شود.

۳ـ فرکانس تمام خطهای سریهای طیف نشری اتم هیدروژن را از رابطه $\nu = 3.291\times10^{15}\left[\frac{1}{n^2}-\frac{1}{m^2}\right]$ و عدد موج این خطهای طیفی را از رابطهٔ $\bar{\nu} = R_H\left[\frac{1}{n^2}-\frac{1}{m^2}\right]$ می‌توان به دست آورد. در این رابطه‌ها، n و m عددهای درستی (غیر از صفر) و $m \geq n+1$ است R_H ثابت ریدبرگ برای اتم هیدروژن و برابر $۱۰۹۶۷۷ cm^{-1}$ است.

۴ـ الف) اگر $m=۵$ باشد، سومین خط طیفی سری بالمر ($n=۲$) و دومین خط سری پاشن ($n=۳$) در اتم هیدروژن مشخص می‌شود.

ب)
$$\bar{\nu} = 109677 cm^{-1}\left[\frac{1}{2^2}-\frac{1}{5^2}\right] = 23032 cm^{-1}$$

$$\lambda = \frac{1}{\bar{\nu}} = \frac{1}{23032 cm^{-1}} = 4.34\times10^{-5} cm$$

$$= 4.34\times10^{-5} cm \times 10^{10}\frac{pm}{cm} = 4.34\times10^{5} pm$$

(طول موج سومین خط سری بالمر)

$$\bar{\nu}=109677cm^{-1}\left[\frac{1}{3^2}-\frac{1}{5^2}\right]=7799cm^{-1}$$

$$\lambda=\frac{1}{\bar{\nu}}=\frac{1}{7799cm^{-1}}=1.28\times10^{-4}cm$$

$$=1.28\times10^{-4}cm\times10^{10}\frac{pm}{cm}=1.28\times10^{6}pm$$ (طول موج دومین خط سری پاشن)

۵ـ در مورد پنجمین خط از سری بالمر، $n=2$ و $m=7$ است. از این‌رو، داریم:

$$\bar{\nu}=109677cm^{-1}\left[\frac{1}{2^2}-\frac{1}{7^2}\right]=25181cm^{-1}$$

$$\lambda=\frac{1}{25181\,cm^{-1}}=3.97\times10^{-5}cm$$ (طول موج پنجمین خط سری بالمر)

با توجه به حل تمرین ۴ داریم:

$$\frac{1.28\times10^{-4}\text{cm}}{3.97\times10^{-5}\text{cm}}=3.22$$ (نسبت طول موج دومین خط سری پاشن به طول موج پنجمین خط سری بالمر)

۶ـ با توجه به رابطهٔ $\bar{\nu}=\frac{2\pi^2 me^4}{ch^3}\left[\frac{1}{n_1^2}-\frac{1}{n_2^2}\right]$ و توضیحی که دربارهٔ آن داده شده است، می‌توان نوشت:

$$\lambda=972.54\text{Å}\times\left(\frac{1cm}{10^8\text{Å}}\right)=972.54\times10^{-8}cm$$

$$\bar{\nu}=\frac{1}{\lambda}=109677\,cm^{-1}\left[\frac{1}{n_1^2}-\frac{1}{n_2^2}\right]$$

$$\frac{1}{972.54\times10^{-8}cm}=109677\,cm^{-1}\left[\frac{1}{1^2}-\frac{1}{n^2}\right]$$

$$102823.53\,cm^{-1}=109677\,cm^{-1}\left[1-\frac{1}{n^2}\right]$$

$\frac{1}{n^2} = 0.0625 \longrightarrow n=4$

بنابراین، الکترون مورد نظر در تراز چهارم (سومین تراز برانگیخته) اتم هیدروژن قرار دارد.

۷ـ براساس مدل اتمی تامسون، هر چند که در حالت پایه اتم، الکترونها هیچ نوع حرکتی ندارند، اما در حالت برانگیخته اتم، می‌توانند نسبت به وضعیت تعادل خود، نوسان کنند که همین حرکت نوسانی می‌تواند منشأ جذب و نشر انرژی باشد. براساس مدل اتمی رادرفورد، چون الکترون ذره‌ای باردار و چرخش آن به دور هسته اتم، حرکتی شتابدار است، مطابق نظریه مکانیک کلاسیک، الکترون در هر دور چرخش خود به دور هسته، به طور تدریجی و پیوسته مقداری از انرژی خود را به صورت تابش الکترومغناطیسی از دست می‌دهد.

۸ـ بوهر در ارائه نظریهٔ اتمی خود، از اساس نظریهٔ رادرفورد، یعنی وجود هسته در اتم و چرخش الکترون روی مسیرهای دایره‌ای به دور هسته، خطی بودن طیف نشری اتم هیدروژن و نظریهٔ کوآنتومی پلانک استفاده کرده بود.

۹ـ دو پذیره‌ای که بوهر نظریهٔ اتمی خود را براساس آنها استوار کرده بود، عبارت بودند از:

- پذیرهٔ مدارهای مجاز ایستاده (از نظر انرژی) در اطراف هسته اتم، که اندازهٔ حرکت زاویه‌ای الکترون (mvr)، روی آنها مضرب درستی از $\frac{h}{2\pi}$ است $\left[mvr = n\frac{h}{2\pi}\right]$.
- پذیرهٔ کوآنتومی بودن جذب و نشر انرژی در اتم، که براساس آن، الکترون تنها با جذب کوآنتوم انرژی معینی می‌تواند از یک تراز انرژی به تراز انرژی بالاتر جهش کند و در بازگشت به تراز انرژی پایینتر، آن کوآنتوم انرژی را نشر دهد $(\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu)$.

۱۰ـ الف) در مورد سومین تراز برانگیخته در اتم هیدروژن، $n=4$ است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} E_n = -13.6eV \times \frac{1}{n^2} \\ E_{(4)} = -13.6eV \times \frac{1}{4^2} = -0.85eV \\ \quad = -0.85eV \times 1.6\times10^{-12}\frac{erg}{eV} = -1.36\times10^{-12}erg \end{cases}$$

ب)

$$\begin{cases} E_{exc} = -0.85eV - (-13.6\,eV) = 12.75eV \quad \text{(انرژی برانگیختگی)} \\ \quad = 12.75eV \times 1.6\times10^{-12}\frac{erg}{eV} = 2.04\times10^{-11}erg \end{cases}$$

ج)
$$\begin{cases} E_{ion} = -E_n = 0.85\,eV & \text{(انرژی یونش)} \\ = 1.36 \times 10^{-12}\,erg \end{cases}$$

باید توجه داشت که در واقع این مقدارهای انرژی، براساس انرژی کل الکترون است. چون منظور از انرژی جاذبه هسته، همان انرژی پتانسیل الکترون است که دو برابر انرژی کل الکترون است. از این‌رو، باید این مقدارهای انرژی را دو برابر کرد.

۱۱ـ فاصله نخستین مدار ایستاده ($n=1$) تا هسته را در اتم هیدروژن که برابر ۰٫۵۲۹$\mathring{A}$ است، در اصطلاح، شعاع بوهر می‌نامند و آن را با نماد a_0 نشان می‌دهند ($a_0 = 0{,}529\mathring{A}$) و از آن به عنوان واحدی برای تعیین اندازه شعاع اتمی، شعاع یونی، طول پیوند و غیره استفاده می‌شود.

۱۲ـ چون در مورد تراز حالت پایه و سومین تراز برانگیخته در اتم هیدروژن، n به ترتیب برابر ۱ و ۴ است، داریم:

$$r_n = a_0 . n^2$$

$$r_{(1)} = a_0 \times 1^2 = a_0$$

$$r_{(4)} = a_0 \times 4^2 = 16a_0$$

$16a_0 - a_0 = 15a_0$ (فاصله میان تراز حالت پایه و سومین تراز برانگیخته در اتم هیدروژن)

۱۳ـ چون در مورد نخستین تراز برانگیخته در اتم هیدروژن، $n=2$ است، می‌توان نوشت:

$$r_{(2)} = a_0 \times 2^2 = 4a_0$$

همچنین در مورد سومین تراز برانگیخته در اتم هیدروژن، $n=4$، می‌توان نوشت:

$$r_{(4)} = a_0 \times 4^2 = 16a_0$$

$16a_0 - 4a_0 = 12a_0$ (فاصله میان نخستین تراز برانگیخته و سومین تراز برانگیخته)

$$12a_0 \times 52.9 \frac{pm}{a_0} = 634.8\,pm$$

در مورد تفاوت سرعت الکترون در این دو تراز، داریم:

$$v_{(1)} = \frac{2\pi e^2}{nh} = 2.188 \times 10^8\,cm/s$$

$$v_{(n)} = v_1 \times \frac{1}{n}$$

$$v_{(2)} = 2.188 \times 10^8\,cm/s \times \frac{1}{2} = 1.094 \times 10^8\,cm/s$$

$$v_{(4)} = 2.188\times10^{8} cm/s \times\frac{1}{4} = 0.547\times10^{8} cm/s$$

$$\Delta v = 1.094\times10^{8} cm/s \; - 0.547\times10^{8} cm/s = 0.547\times10^{8} cm/s$$

۱۴ـ $$E=hv=hc.\frac{1}{\lambda} = hc\bar{\nu}$$

$$\bar{\nu} = 1cm^{-1}\,, c=3\times10^{10}\, cm.s^{-1}$$

$$E = 6.625\times10^{-27}\, erg.s \times 3\times10^{10}\frac{cm}{s}\times1\frac{1}{cm} = 19.875\times10^{-17}\, erg$$

$$= 19.875\times10^{-17}\, erg\times\frac{eV}{1.6\times10^{-12} erg} = 12.421875\times10^{-5} eV$$

۱۵ـ هر کیلو کایزر (kK) برابر $1000\, cm^{-1}$ است. بنابراین با توجه به پاسخ پرسش ۱۴، داریم:

$$1kK = 1000 cm^{-1} = 1000\times12.421875\times10^{-5} eV\times96.483\frac{kJ}{eV.mol} = 11.985 kJ.mol^{-1}$$

$$6.98 kK = 6.98 kK\times11.985\frac{kJ.mol^{-1}}{kK} = 83.6553 kJ.mol^{-1}$$

۱۶ـ رابطه ریدبرگ برای محاسبه فرکانس خطهای طیفی اتم هیدروژن به صورت $v=3.291\times10^{15}\left[\frac{1}{n^2}-\frac{1}{m^2}\right]$ است. همین رابطه را بوهر براساس نظریهٔ اتمی خود به صورت $v=\frac{2\pi^2me^4}{h^3}\left[\frac{1}{n_1^2}-\frac{1}{n_2^2}\right]$ به دست آورد که در آن $\frac{2\pi^2me^4}{h^3}=3.291\times10^{15}$ است. اگر به جای n_1 ثابت n و به جای n_2 ثابت m را قرار دهیم، همان رابطه ریدبرگ نتیجه می‌شود.

۱۷ـ براساس داده متن تمرین و با توجه به اینکه هر میکرون برابر $10^{-4} cm$ است، می‌توان نوشت:

الف) $$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = (cm^{-1})$$

$$= \frac{1}{10^{-4}\times10^{-4} cm} = 1\times10^{8} cm^{-1}$$

ب) $$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^{10} cm.s^{-1}}{10^{-8} cm} = 3\times10^{18} s^{-1}$$ (یا هرتز)

۱۸ـ از تابشهای زیرقرمز نزدیک، می‌توان تابشی با طول موج ۱۰۰۰۰ انگستروم، از تابشهای مرئی، تابشی با طول موج ۵۰۰۰ انگستروم، از تابشهای فرابنفش، تابشی با طول موج ۲۰۰۰ انگستروم و از تابشهای گاما، تابشی با طول

موج ۱ر۰ انگستروم را در نظر گرفت. در مورد مقدار انرژی هر کوآنتوم از این تابشها، می‌توان نوشت:

$$\bar{\nu}_1 = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{10^4 \times 10^{-8} cm} = 10000\, cm^{-1} = 10\, kK$$ (انرژی تابش زیرقرمز)

$$= 10 kK \times \frac{2.86\, kcal\, mol^{-1}}{kK} = 28.6\, kcal mol^{-1}$$

$$\bar{\nu}_2 = \frac{1}{5000 \times 10^{-8} cm} = 20000\, cm^{-1} = 20\, kK$$ (انرژی تابش مرئی)

$$= 20\, kK \times \frac{2.86\, kcal mol^{-1}}{kK} = 57.2\ kcal mol^{-1}$$

$$\bar{\nu}_3 = \frac{1}{2000 \times 10^{-8} cm} = 20000\, cm^{-1} = 50\, kK$$ (انرژی تابش فرابنفش)

$$= 50\, kK \times \frac{2.86\, kcal mol^{-1}}{kK} = 143\, kcal mol^{-1}$$

$$\bar{\nu}_4 = \frac{1}{0.1 \times 10^{-8} cm} = 1 \times 10^9\, cm^{-1} = 1 \times 10^6\ kK$$ (انرژی تابش گاما)

$$= 1 \times 10^6\, kK \times \frac{2.86\, kcal mol^{-1}}{kK} = 2.86 \times 10^6\, kcal mol^{-1}$$

۱۹ـ الف)

$$E = 5 \times 10^{-20} J \times 10^7\, erg.J^{-1} = 5 \times 10^{-13} erg$$

$$E = hc\,\frac{1}{\lambda} = 5 \times 10^{-13} erg$$

$$6.625 \times 10^{-27} erg.s \times 3 \times 10^{10} cm.s^{-1} \times \frac{1}{\lambda}\, cm^{-1} = 5 \times 10^{-13} erg$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{5 \times 10^{-13} erg}{6.625 \times 10^{-27} \times 3 \times 10^{10} cm.erg} = 2515.723\, cm^{-1}$$

$$\lambda = 3.975 \times 10^{-4} cm$$

ب) با توجه به طول موج این تابش که برابر $\mathring{A}$ ۳۹۷۵۰ است، این تابش به گسترهٔ تابشهای زیرقرمز (IR) و به

خطهای سری براکت ($n_1 = ۴$) تعلق دارد. زیرا، طول موج خطهای سری براکت بین $۲۶۲۰۰ \AA$ تا $۴۰۵۰۰ \AA$ است.

ج)

$$E = 109677\,cm^{-1}\left[\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n_2^2}\right] = 2515.723\,cm^{-1}$$

$$\frac{1}{16} - \frac{1}{n_2^2} = \frac{2515.723}{109677} = 0.0229375$$

$$\frac{1}{n_2^2} = \frac{1}{16} - 0.0229375 = 0.03956$$

$$n_2^2 = 25.27 \longrightarrow n_2 = 5$$

بنابراین، این تابش با جهش و سقوط الکترون بین ترازهای چهارم و پنجم در اتم هیدروژن مطابقت دارد.

۲۰ـ با توجه به قسمتهای متفاوت متن این تمرین می‌توان نوشت:

الف)

(در مورد اتم هیدروژن) $v_{(n)} = \frac{2\pi e^2}{nh}$

(در مورد یونهای هیدروژن - مانند) $v_{(n)} = \frac{2\pi e^2 Z}{nh}$

(در مورد اتمهای چندالکترونی) $v_{(n)} = \frac{2\pi e^2 Z^*}{nh}$

(در مورد اتم هیدروژن) $r_{(n)} = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 \mu e^2}$

(در مورد یونهای هیدروژن - مانند) $r_{(n)} = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 \mu e^2 Z}$

(در مورد اتمهای چندالکترونی) $r_{(n)} = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 \mu e^2 Z^*}$

(در مورد اتم هیدروژن) $E_{(n)} = -\frac{2\pi^2\mu e^4}{n^2h^2}$

(در مورد یونهای هیدروژن - مانند) $E_{(n)} = -\frac{2\pi^2\mu e^4 Z^2}{n^2h^2}$

(در مورد اتمهای چندالکترونی) $E_{(n)} = -\frac{2\pi^2\mu e^4 Z^{*2}}{n^2h^2}$

ب) همان طور که دیده می‌شود، این رابطه‌ها در کسر $\frac{2\pi^2\mu e^4}{n^2h^2}$ مشترک‌اند. اما در رابطه‌های داده شده برای اتم هیدروژن بار هسته اتم دخالت ندارد، در مورد یون هیدروژن - مانند توان دوم بار هسته اتم و در مورد اتمهای چندالکترونی توان دوم بار مؤثر هسته اتم دخالت دارد.

در این رابطه‌ها، μ نماد جرم کاهش یافته، مربوط به سیستم الکترون - هسته است.

۲۱ـ براساس آنچه که در تعمیم نظریهٔ بوهر به یونهای هیدروژن - مانند گفته شد، می‌توان نوشت:

$$v = \frac{2\pi e^2 Z}{nh} = \frac{2\times 3.14\times\left[4.8\times10^{-10}esu\right]^2\times4}{1\times6.625\times10^{-27}cm} = 87.360724\times10^{7}cm.s^{-1}$$

$$E = -\frac{2\pi^2 me^4Z^2}{n^2h^2} = -\frac{2\times(3.14)^2\times9.11\times10^{-28}g\times\left[4.8\times10^{-10}esu\right]^4\times4^2}{1^2\times\left[6.625\times10^{-27}esu\right]^2} = -166863.74\times10^{-14}er$$

$$r = \frac{n^2h^2}{4\pi^2me^2Z} = \frac{1^2\times\left[6.625\times10^{-27}cm.s\right]^2}{4\times(3.14)^2\times9.11\times10^{-28}g\times(4.8\times10^{-10}esu)^2\times4} = 1.325586\times10^{-9}cm$$

(برای ساده‌تر شدن محاسبه، به جای جرم کاهش یافته (μ) از جرم الکترون (m) استفاده شده است).

۲۲ـ علت نارسایی نظریهٔ اتمی بوهر در توجیه خطهای طیفی اتم هیدروژن این بود که بوهر فقط یک جهش منحصر به فرد برای الکترون بین دو سطح انرژی معین را درنظر گرفته بود که براساس آن، مشاهده چندین خط طیفی نزدیک بهم که به جهشهای الکترونی متفاوت نزدیک بهم بین دو سطح انرژی مربوط است، قابل توجیه نبود. یعنی، در نظر گرفتن یک عدد کوآنتومی n، برای مشخص کردن کامل انرژی الکترون در اطراف هسته اتم کافی نیست.

۲۳ـ الف) رابطه میان عددهای کوآنتومی n و l و نصف قطرهای کوچکتر (b) و بزرگتر (a) بیضی، به صورت

$\frac{b}{a}=\frac{l+1}{n}$ است.

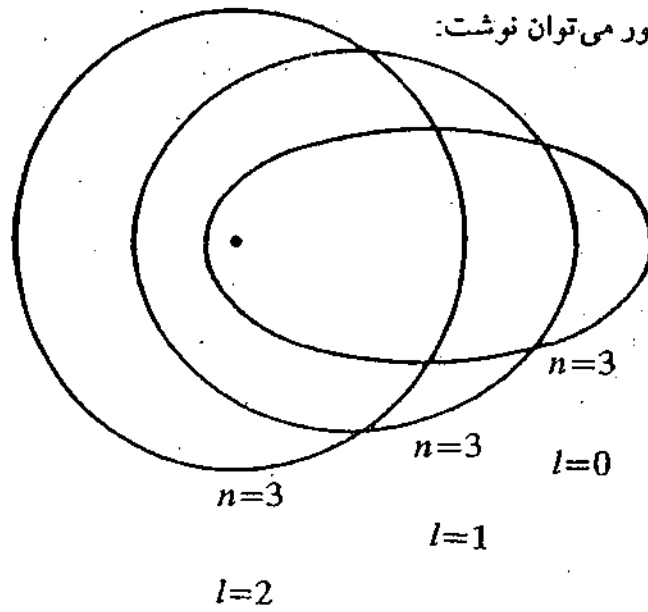
ب) براساس این رابطه، می‌توان شکل مسیرهای حرکت الکترون را در هر تراز فرعی در سومین تراز اصلی انرژی اتم رسم کرد. برای این منظور می‌توان نوشت:

$n=3\ ,l=0,1,2$

$l=0\longrightarrow \frac{b}{a}=\frac{0+1}{3}=\frac{1}{3}$

$l=1\longrightarrow \frac{b}{a}=\frac{1+1}{3}=\frac{2}{3}$

$l=2\longrightarrow \frac{b}{a}=\frac{2+1}{3}=\frac{3}{3}$



همانطور که دیده می‌شود، به ازای $l=2$ مسیر حرکت الکترون به شکل دایره است و با کوچکتر شدن l، این مسیر به تدریج به صورت بیضی کشیده‌تر در می‌آید.

۲۴ـ سامرفلد، با پیشنهاد مسیرهای بیضی شکل برای چرخش الکترون به دور هسته، در نظر گرفتن عدد کوآنتومی فرعی l و ترازهای فرعی انرژی، رابطه‌ای بین عددهای کوآنتومی n، l و نصف قطرهای بیضی به صورت $\frac{b}{a}=\frac{l-1}{n}$ مشخص کرد و با توجه به حد نسبت $\frac{b}{a}$، توانست، رابطهٔ $0\leq l\leq n-1$ را به دست آورد که براساس آن، به ازای هر عدد کوآنتومی n، n عدد کوآنتومی l را می‌توان برای الکترون در نظر گرفت.

همچنین، بین عددهای کوآنتومی l و m_l رابطه‌ای به صورت $m_l=l\cos\alpha$ به دست آورد (α زاویهٔ میان راستای میدان مغناطیسی و راستای صفحه چرخش الکترون به دور هسته در میدان مغناطیسی است). با استفاده از این رابطه و با توجه به حد $\cos\alpha$، رابطه $-l\leq m_l<+l$ را می‌توان در نظر گرفت که براساس آن، به ازای هر مقدار l، $2l+1$ مقدار برای m_l وجود دارد. هر مقدار m_l به یک تراز فرعی‌تر انرژی (اوربیتال) مربوط می‌شود.

۲۵ـ در مورد چهارمین سطح انرژی اتم، $n=4$ و در نتیجه $l=0\ ,1\ ,2\ ,3$ است. از این‌رو، می‌توان نوشت:

$l_1=0,m_l=0,m_s=\pm\frac{1}{2}(2e)$

$$l_2=1\begin{cases}m_l=-1\ ,\ m_s=\pm\frac{1}{2}(2e)\\ m_l=0\ ,m_s=\pm\frac{1}{2}(2e)\\ m_l=+1\ ,\ m_s=\pm\frac{1}{2}(2e)\end{cases}$$

$$l_3=2\begin{cases}m_l=-2\ ,\ m_s=\pm\frac{1}{2}(2e)\\ m_l=-1\ ,m_s=\pm\frac{1}{2}(2e)\\ m_l=0\ ,\ m_s=\pm\frac{1}{2}(2e)\\ m_l=+1\ ,\ m_s=\pm\frac{1}{2}(2e)\\ m_l=+2\ ,\ m_s=\pm\frac{1}{2}(2e)\end{cases}$$

$$l_4=3\begin{cases}m_l=-3\ ,\ m_s=\pm\frac{1}{2}(2e)\\ m_l=-2\ ,m_s=\pm\frac{1}{2}(2e)\\ m_l=-1\ ,\ m_s=\pm\frac{1}{2}(2e)\\ m_l=0\ ,\ m_s=\pm\frac{1}{2}(2e)\\ m_l=+1\ ,\ m_s=\pm\frac{1}{2}(2e)\\ m_l=+2\ ,\ m_s=\pm\frac{1}{2}(2e)\\ m_l=+3\ ,\ m_s=\pm\frac{1}{2}(2e)\end{cases}$$

پس، چهارمین سطح انرژی اتم حداکثر با ۳۲ الکترون می‌تواند اشغال شود.

۲۶ـ براساس اصل طرد پاولی «در هیچ اتمی، نمی‌توان دو الکترون در نظر گرفت که چهار عدد کوآنتومی آنها با هم یکسان باشد». براساس این اصل، چون در مورد هر اوربیتال، عددهای کوآنتومی n، l، m_l برای الکترونهای درون آن اوربیتال یکسان است، به ناچار باید پذیرفت که در هر اوربیتال، فقط باید دو الکترون جای گیرد که عدد کوآنتومی اسپینی آنها متفاوت $\left[+\frac{1}{2}\ ,\ -\frac{1}{2}\right]$ باشد. زیرا، اگر الکترون سومی بخواهد در همان اوربیتال وارد شود، عدد کوآنتومی چهارم یعنی عدد کوآنتومی اسپینی آن نیز به ناچار با عدد کوآنتومی اسپینی یکی از دو الکترون قبلی یکسان خواهد شد که این رویداد با اصل طرد پاولی سازگاری ندارد.

۲۷ـ جزء تابع موج شعاعی، $R(r)$، به دو عدد کوآنتومی n و l، جزء تابع موج زاویه‌ای، $\Theta(\theta)$ به عدد کوآنتومی l و m_l و جزء زاویه‌ای $\Phi(\varphi)$ به عدد کوآنتومی m_l بستگی دارد.

۲۸ـ با توجه به متن این تمرین می‌توان نوشت:

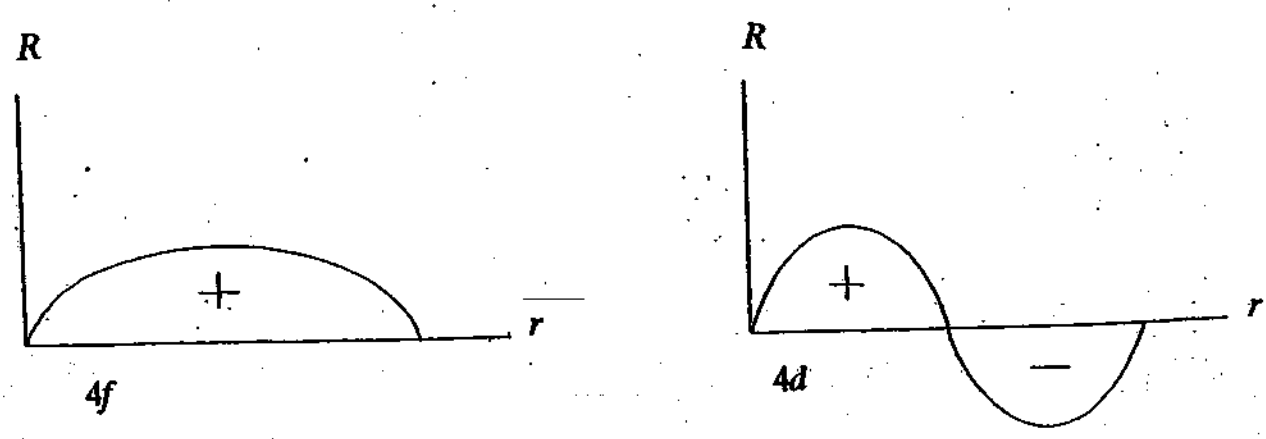
$$3s: n=3\ ,\ l=0\ ,\ m_l=0\ ,\ m_s=\pm\frac{1}{2}$$

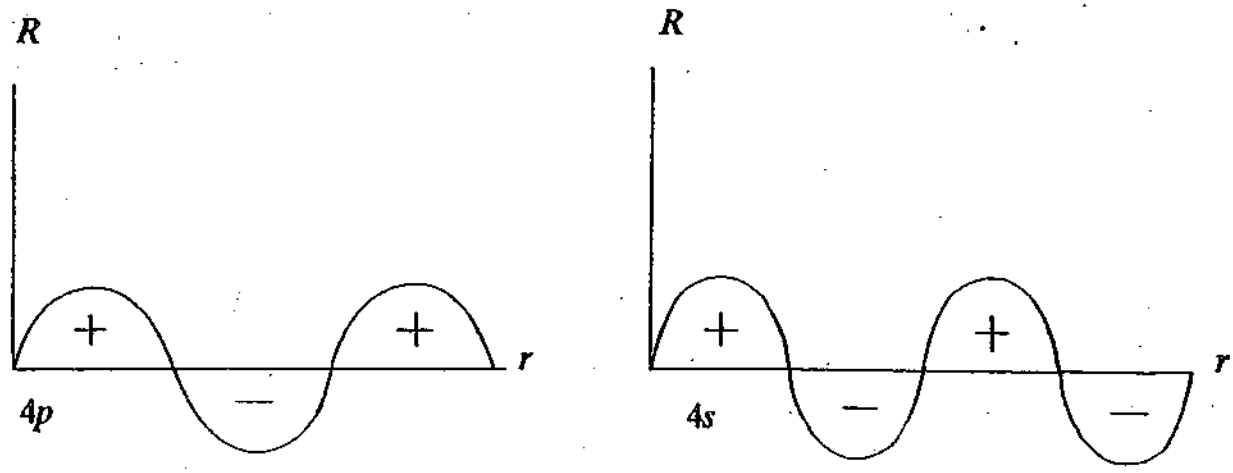
$$3p: n=3\ ,\ l=1\ ,\ m_l=-1,0,+1\ ,\ m_s=\pm\frac{1}{2}$$ (در هر اوربیتال)

$$3d: n=3\ ,\ l=2\ ,\ m_l=-2,-1,0,+1,+2\ ,\ m_s=\pm\frac{1}{2}$$ (در هر اوربیتال)

۲۹ـ گره، نقطه‌ای است که در آن تابع موج تغییر علامت می‌دهد (یا احتمال وجود الکترون در آن برابر صفر است). صفحه گرهی صفحه‌ای مشتمل بر مجموعه‌ای از نقطه‌های گرهی است. سطح مرزی، یک صفحه کروی فرضی در اطراف هسته اتم است که احتمال وجود الکترون در فضای درون آن از حدود ۹۰ درصد بیشتر است.

۳۰ـ الف) نمودارهای تغییر تابعهای شعاعی $4s$، $4p$، $4d$، $4f$، نسبت به فاصله از هسته (r) به طور تقریبی چنین است:





ب) براساس این نمودارها، می‌توان دریافت که در تراز $4s$، الکترون نفوذ بیشتری به سمت هسته دارد. زیرا، احتمال وجود الکترون در تراز $4s$ در فضای نزدیک هسته بیشتر است.

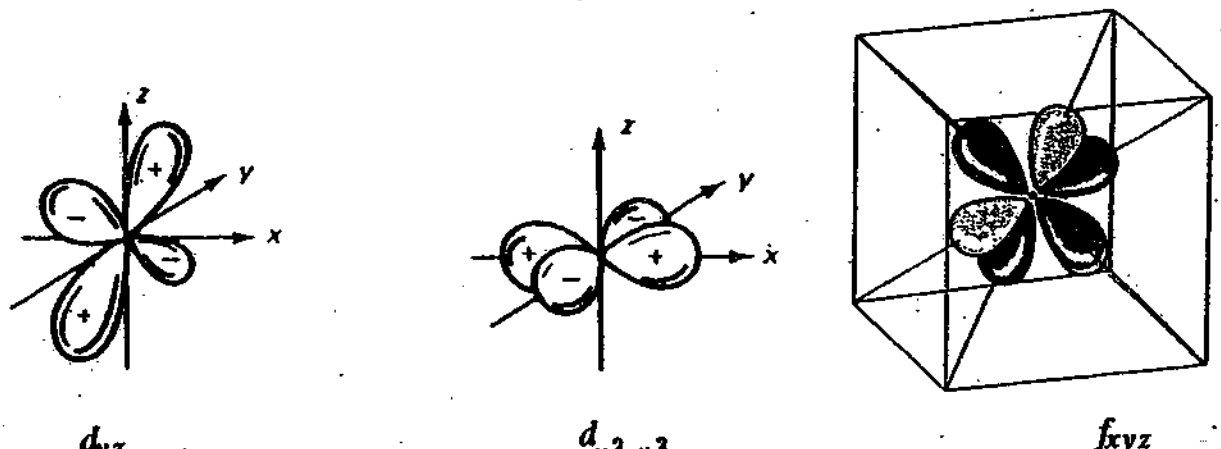
ج) چون هر چه نفوذ ترازی به سمت هسته بیشتر باشد، آن تراز نسبت به ترازهای دیگر پایداری بیشتری دارد، بنابراین، می‌توان پیشگویی کرد که پایداری تراز $4s$ بیشترین است و پس از آن به ترتیب ترازهای $4p$ ، $4d$ ، $4f$ قرار دارند.

۳۱ـ الف) با توجه به شکل خارجی اوربیتالهای s و p_y، احتمال وجود الکترون در راستای محور x، در اوربیتال s بیشتر است تا در اوربیتال p_y.

ب) احتمال وجود الکترون در راستای محور z در اوربیتال p_z بیشتر است تا در اوربیتال p_x.

ج) در صفحه xz، احتمال وجود الکترون در اوربیتال d_{xy} کمتر و در اوربیتال d_{xz} بیشتر است.

۳۲ـ الف) نمودار تغییر تابعهای موج زاویه‌ای $\Psi_{d_{yz}}$ ، $\Psi_{d_{x^2-y^2}}$ و $\Psi_{f_{xyz}}$ چنین است:



d_{yz} $d_{x^2-y^2}$ f_{xyz}

ب) با بررسی دقیق این نمودارها، می‌توان این برداشت را کرد که هر اوربیتال d را می‌توان در یک صفحه مجسم کرد. در صورتی که برای تجسم اوربیتالهای f باید یک فضای مکعبی در نظر گرفت. افزون بر این، اوربیتالهای d نسبت به مرکز، متقارن‌اند و لَپهای روبرو در آنها هم علامت (جفت) اند. حال آن که اوربیتال f_{xyz} نسبت به مرکز تقارن ضدمتقارن است و لَپهای روبرو در آن هم علامت نیستند (فردند) و در راستای مرکز مکعب به رأس آن، گسترش دارند.

ب) پاسخ پرسشهای چهارگزینه‌ای

۱ـ شعاع مدارهای مجاز بوهر در اتم هیدروژن، با استفاده از رابطهٔ $r_n = a_0.n^2$ قابل محاسبه است و از روی آن می‌توان فاصله این ترازها را نیز به دست آورد:

(شعاع مدار پایه) $r_{(1)} = a_0 \times 1^2 = a_0$

(شعاع چهارمین مدار برانگیخته) $r_{(5)} = a_0 \times 5^2 = 25a_0$

(فاصله چهارمین مدار برانگیخته با مدار پایه) $\Delta r = 25a_0 - a_0 = 24a_0$

بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۲ـ شعاع مدارهای مجاز بوهر در اتم هیدروژن از رابطهٔ $r_{(n)} = \frac{n^2h^2}{4\pi^2me^2}$ قابل محاسبه است. بنابراین، گزینهٔ (الف) پاسخ درست است.

۳ـ مدل پیشنهادی توسط بوهر، به مدل سیاره‌ای اتم موسوم است. بنابراین، گزینهٔ (ب) پاسخ درست است.

۴ـ نمودار ارائه شده در متن این پرسش، تغییر تابع موج شعاعی الکترون در تراز انرژی $3p$ را نشان می‌دهد. زیرا، نمودار مربوط به تراز $2p$ فاقد گره و نمودار مربوط به تراز $3s$، دو گره دارد. هر یک از نمودارهای مربوط به ترازهای $2s$ و $3p$ یک گره دارد. اما در مورد $2s$، نمودار در راستای محور R شاخه صعودی دارد. بنابراین، گزینهٔ (د) پاسخ درست است.

۵ـ تابع موج زاویه‌ای به عددهای کوآنتومی l و m_l بستگی دارد. بنابراین، گزینهٔ (الف) پاسخ درست است.

۶ـ نمودار تابع موج زاویه‌ای اوربیتال d_{xy}، به صورتی است که در متن پرسش نشان داده شده است. زیرا لپهای این اوربیتال بین محورهای x و y قرار دارند. بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۷ـ تعداد گره‌ها در نمودار تغییر تابع موج شعاعی ترازهای p برابر $n-2$ است. از این‌رو، در مورد تراز $4p$، n برابر ۴ و تعداد گره‌ها برابر $4-2=2$ است. پس، گزینهٔ (ب) پاسخ درست است.

۸ـ تعداد گره‌ها در نمودار تابع موج احتمال شعاعی برای ترازهای p و d به ترتیب برابر $n-2$ و $n-3$ است. (n عدد کوآنتومی اصلی یا شماره ترتیب تراز np یا nd است). بنابراین، گزینهٔ (الف) پاسخ درست است.

۹ـ مطالب عنوان شده در گزینه‌های (الف)، (ب) و (د) دربارهٔ اوربیتالهای d نادرست است. زیرا اوربیتالهای d_{z^2} و

$d_{x^2-y^2}$ اوربیتالهای محوری و اوربیتالهای d_{xy} ، d_{xz} و d_{yz} اوربیتالهای بین محوری‌اند. اما مطلب گزینهٔ (ج) درست است. بنابراین گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۱۰ـ تابع موج Ψ_{200} ، نشانگر اوربیتال $2s$ (یا Ψ_{2s}) است (زیرا عدد ۲ همان n، یعنی شماره تراز، 0 مقدار l و 0 مقدار m_l است). بنابراین، گزینهٔ (الف) پاسخ درست است.

۱۱ـ در اوربیتال f_{xyz} لَپها در راستای مرکز مکعب به رأس مکعب (یعنی، در راستای قطرهای مکعب یا محورهای مرتبه سه مکعب) گسترش دارند. بنابراین، گزینهٔ (ب) پاسخ درست است.

۱۲ـ در میان اوربیتالهای f پیشنهاد شده در گزینه‌ها، تنها در اوربیتال $f_{z(x^2-y^2)}$ لَپها در جهتهای مرکز به وسط یالهای مکعب گسترش دارند. بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۱۳ـ شکل ارائه شده در متن پرسش، به اوربیتال f_{y^3} مربوط است. بنابراین، گزینهٔ (ب) پاسخ درست است.

ج) پاسخ پرسشهای آزمون سراسری کارشناسی ارشد

۱ـ براساس داده متن پرسش، می‌توان نوشت:

$$\bar{\nu} = 109677\,cm^{-1}\left[\frac{1}{1}-\frac{1}{4}\right] = 82257.5\,cm^{-1}$$

$$\lambda = \frac{1}{\bar{\nu}} = \frac{1}{82257.5\,cm^{-1}} = 12.157\times10^{-6}cm$$

$$= 12.157\times10^{-6}cm\times\frac{1\,\mathring{A}}{10^{-8}cm} = 1215.7\,\mathring{A}$$

بنابراین، گزینهٔ (د) پاسخ درست است.

۲ـ براساس داده متن پرسش، می‌توان نوشت:

(انرژی جنبشی الکترون) E + انرژی یونش اتم آرگون = ε (انرژی فوتون)

$$\text{انرژی یونش اتم آرگون} = 15.759\,eV\times23.061\frac{kcal.mol^{-1}}{eV} = 363.418\,kcal$$

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{58.4\times10^{-7}\,cm} = 1.71232\times10^{5}\,cm^{-1}$$

$$\bar{\nu} = 1.71232\times10^{5}\,cm^{-1}\times2.859\times10^{-3}\frac{kcal.mol^{-1}}{cm^{-1}} = 489.552\,kcal.mol^{-1}$$ (انرژی فوتون)

$$E = (489.552 - 363.418)\,kcal$$

$$= 126.153\,kcal + 23.061\frac{kcal}{eV} = 5.47\,(eV)$$

بنابراین، گزینهٔ (د) پاسخ درست است.

۳ـ از میان اوربیتالهای پیشنهاد در گزینه‌ها، تنها اوربیتال p_y نسبت به صفحه yz متقارن است. بنابراین، گزینهٔ (ب) پاسخ درست است.

۴ـ در ارائه مدل اتمی بوهر، نظریهٔ کوآنتومی تابشهای الکترومغناطیسی، مورد توجه قرار گرفته بود (از سه مورد دیگر، که در گزینه‌های الف، ب و د پیشنهاد شده در ارائه این مدل استفاده نشده بود). بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۵ـ براساس داده‌های متن این پرسش، می‌توان نوشت:

$$E_n = -13.6\,eV \times \frac{Z^2}{n^2}\,(eV)$$

در حالت پایه:

$$E_1 = -13.6\,eV \times \frac{(1.688)^2}{1^2} = -38.75\,(eV)$$

در دومین تراز اصلی:

$$E_{(2)} = \frac{-38.75\,eV}{2^2} = -9.69\,(eV)$$

در سومین تراز اصلی:

$$E_{(3)} = \frac{-38.75\,eV}{3^2} = -4.30\,(eV)$$

در نهمین تراز اصلی:

$$E_{(9)} = \frac{-38.75\,eV}{9^2} = -0.48\,(eV)$$

بنابراین، جهشهای $n=3 \longrightarrow n=2$ و $n=9 \longrightarrow n=3$ با جذب انرژی همراهند. در مورد دو جهش دیگر داریم:

$n=3 \longrightarrow n=2$

$$\Delta E = -4.30\,eV - (-9.69\,eV) = 5.39\,(eV)$$

$n=9 \longrightarrow n=3$

$$\Delta E = -0.48\,eV - (-4.30\,eV) = 3.82\,(eV)$$

بنابراین، جهش الکترونی $n=2 \longrightarrow n=3$ با آزاد شدن بیشترین مقدار انرژی در اتم هلیم انجام می‌گیرد.

پس، گزینهٔ (الف) پاسخ درست است.

۶ـ فرکانس خط یونش اتم هیدروژن برابر ثابت ریدبرگ (R_H) است. زیرا می‌توان نوشت:

$$\bar{\nu}_{(H)} = R_H\left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2}\right] \longrightarrow \bar{\nu}_{(H)} = R_H$$

$$\bar{\nu}_{(H)} = R_H = \frac{2\pi^2 me^4}{ch^3}$$

اما، فرکانس خط یونش هلیم برابر است با:

$$\bar{\nu}_{(He)} = \frac{2\pi^2 me^4 Z^2}{ch^3}$$

پس، می‌توان نوشت:

$$\bar{\nu}_{(He)} / \bar{\nu}_{(H)} = Z^2$$

چون عدد اتمی هلیم (Z) برابر ۲ است، پس $Z^2 = 4$ و گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۷ـ انرژی هر خط طیفی (برحسب cm^{-1}) را می‌توان از رابطهٔ زیر به دست آورد:

$$\bar{\nu} = \frac{2\pi^2 me^4}{ch^3}\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

و با توجه به اینکه مقدار $\frac{2\pi^2 me^4}{ch^3}$ برای تمام خطهای طیفی اتم هیدروژن ثابت است، مقایسه را می‌توان براساس جمله‌های داخل کروشه انجام داد. از این‌رو، داریم:

$$\frac{1}{3^3} - \frac{1}{4^2} = 0.0486$$

$$\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} = 0.1389$$

$$\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} = 0.75$$

پس، انرژی خط طیفی مربوط به جهش الکترون بین ترازهای $n=3$ و $n=4$ برای اتم هیدروژن (۰٫۰۴۸۶)، از مقدار انرژی مربوط به جهش الکترون بین ترازهای $n=1$ و $n=2$ (۰٫۷۵) کمتر است. بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

فصل اول:

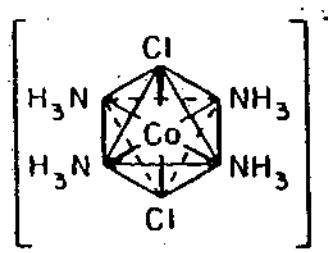
تقارن

الف) پاسخ پرسشها و تمرینهای مروری*

ب) پاسخ پرسشهای چهارگزینه‌ای*

ج) پاسخ پرسشهای آزمون سراسری کارشناسی ارشد

۱ـ ساختار این یون کمپلکس هشت وجهی چنین است:



trans-$[CoCl_2(NH_3)_4]^+$

یعنی، دارای یک محور تقارن مرتبهٔ چهار (C_4) در راستای پیوندهای Cl ـ Co ـ Cl، چهار محور مرتبه دو (C_2) عمود بر آن و یک صفحه تقارن افقی (σ_h، صفحهٔ در برگیرندهٔ چهارلیگاند NH_3) است. بنابراین، به گروه نقطه‌ای D_{4h} تعلق دارد. پس، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۲ـ کاتیون $[Cr(en)_3]^{3+}$، به گروه نقطه‌ای D_3، کاتیون $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$، به گروه نقطه‌ای D_{4h}، آنیون $[Fe(CN)_6]^{4-}$ به گروه نقطه‌ای O_h و آنیون $[Pt(CN)_4]^{2-}$ به گروه نقطه‌ای D_{4h} تعلق دارد. بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

---

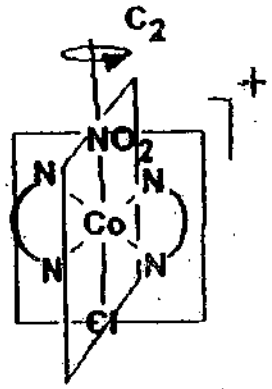
*. برای مطالعهٔ پاسخ پرسشها و تمرینهای مروری و پاسخ پرسشهای چهارگزینه‌ای به کتاب «*تقارن در مولکولها و بلورها، سؤالهای چهارگزینه‌ای و تشریحی*» تألیف دکتر حسین آقابزرگ (با همکاری مریم دقیقی اصلی) از انتشارات جهاددانشگاهی دانشگاه تربیت معلم تهران رجوع شود. پرسشهای تشریحی ۱ تا ۵ به ترتیب با پرسشهای تشریحی ۸، ۹، ۱۰، ۱۲ و ۳۰ کتاب بالا و پرسشهای چهارگزینه‌ای ۱ تا ۲۰ به ترتیب با پرسشهای چهارگزینه‌ای ۲،۱، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۷، ۱۸، ۳۹، ۴۰، ۷۵، ۸۰، ۹۸، ۹۹، ۱۰۲، ۱۰۵، ۱۰۹، ۱۱۶ و ۱۱۸ کتاب بالا مطابقت دارد. برای پاسخ پرسش ۶ مروری به پاسخ پرسش چهارگزینه‌ای ۱۰۲ کتاب بالا رجوع شود.

۳ـ یونهای $[Cu(en)_3]^{2+}$ ، cis-$[Co(en)_2Cl(NO_2)]^+$ و cis-$[Co(en)_2(NO_2)_2]^+$، فاقد مرکز وارونگی و صفحه تقارن (فاقد محور دوران مرکب : S_n) اند و دارای فعالیت نوری‌اند. اما کمپلکس $[Rh(NH_3)_3Cl_3]$ که دارای ایزومرهای وجهی (C_{3v}) و نصف‌النهاری یا کمربندی (C_{2v}) است و صفحه‌های تقارن دارد ($\sigma \equiv S_1$). بنابراین، فاقد فعالیت نوری است. پس گزینهٔ (د) پاسخ درست است.

۴ـ اگر در یک هشت وجهی منتظم، دو وجه روبرو را، در راستای محور C_3 (که از مرکز آن دو وجه می‌گذرد). از هم دور کنیم، هشت وجهی دستخوش انحراف‌تری گونالی شده، به یک ضدمنشور مثلثی تبدیل می‌شود که به گروه نقطه‌ای D_{3d} تعلق دارد. بنابراین، گزینهٔ (د)، پاسخ درست است.

۵ـ مولکول $H_2Sn(CH_3)_2$ ساختار چهاروجهی دارد. اما چون طول دو پیوند در آن با طول دو پیوند دیگر آن تفاوت دارد، منتظم نیست و به گروه نقطه‌ای C_{2v} تعلق دارد. بنابراین، گزینهٔ (ب) پاسخ درست است.

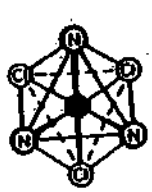
۶ـ ساختار یون $trans$ - $[Co(en)_2(NO_2)Cl]^+$، چنین است:



$trans$ - $[Co\ (en)_2(NO_2)\ Cl]^+$

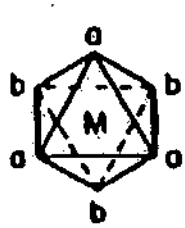
یعنی، دارای یک محور تقارن مرتبه ۲ (C_2)، در راستای پیوندهای $Cl\text{-}Co\text{-}NO_2$) و دو صفحه تقارن قائم ($2\sigma_v$) است. اما فاقد صفحه تقارن افقی (σ_h) است. بنابراین، به گروه نقطه‌ای C_{2v} تعلق دارد. پس، گزینهٔ (الف) پاسخ درست است.

۷ـ ساختار مولکول وجهی ـ تری آمین‌تری کلرو کبالت (III) یعنی fac-$[Co(NH_3)_3Cl_3]$ چنین است:



fac-$[CoCl_3(NH_3)_3]$

هیدروژنها نشان داده نشده است

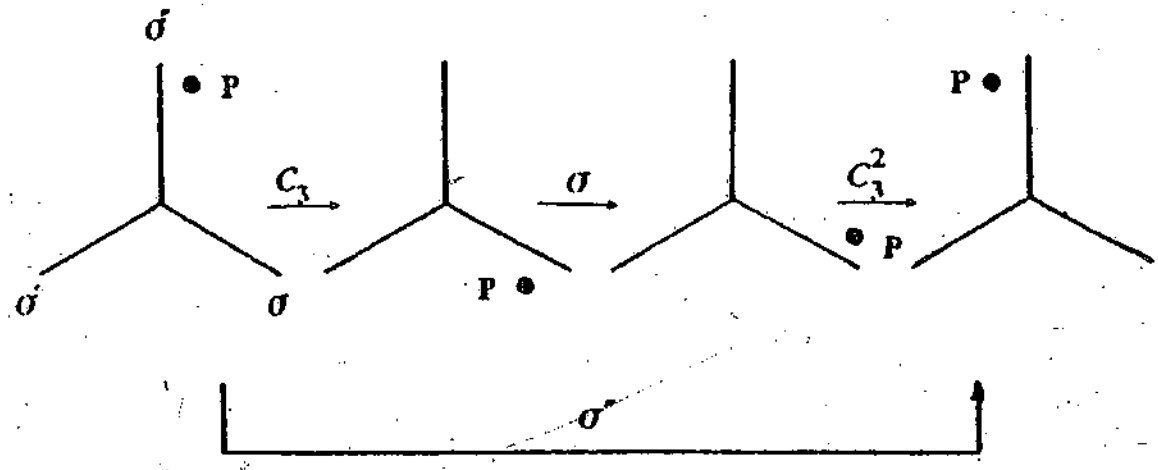


fac - $[Mo_3b_3]$

بنابراین، دارای یک محور تقارن مرتبهٔ ۳ است که از مرکز دو وجه مقابل می‌گذرد. سه صفحهٔ تقارن قائم ($3\sigma_v$) نیز دارد که از رأسهای مقابل این دو وجه عبور می‌کنند. پس، این مولکول، به گروه نقطه‌ای C_{3v} تعلق دارد و گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۸ـ یون $[Cr(ox)_3]^{3-}$، به گروه نقطه‌ای D_3 تعلق دارد و فاقد صفحهٔ تقارن و عنصر S_n است. بنابراین، فعالیت نوری دارد. یون *trans*-$[Cr(ox)_2(H_2O)_2]^-$، به گروه نقطه‌ای D_{2h} تعلق دارد و دارای صفحه‌های تقارن ($\sigma \equiv S_1$) و مرکز و وارونگی ($i \equiv S_2$) است و فاقد فعالیت نوری است. یون *cis*-$[Cr(ox)_2(OH_2)_2]^-$، به گروه نقطه‌ای C_2 تعلق دارد و فاقد عنصر تقارن S_n است. از این رو، دارای فعالیت نوری است. پس، گزینهٔ (الف) پاسخ درست است.

۹ـ حاصلضرب (انجام دادن پی در پی) سه عمل تقارن $C_3^2\ \sigma_v C_3$ (به ترتیب از راست به چپ) روی نقطه P، به صورت زیر است (محور C_3، مرز مشترک صفحه‌های σ_v ، σ_v' ، σ_v'' است):



که با نتیجه عمل تقارنی σ_v'' روی نقطه P یکی است. بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۱۰ـ گونه‌هایی که در گزینه‌ها پیشنهاد شده‌اند، به ترتیب دارای تقارن C_{2v}، C_2، D_{2h} و D_{4h}اند. بنابراین، از میان این گونه‌ها، تنها گونه دوم، یعنی cis-$[Co(en)_2Cl_2]$ که به گروه نقطه‌ای C_2 تعلق دارد، فاقد صفحه یا مرکز تقارن است و فعالیت نوری دارد. پس، گزینهٔ (ب) پاسخ درست است.

۱۱ـ یون $NiCl_4^{2-}$، کمپلکسی پراسپین، پارامغناطیس و چهاروجهی ($e^4t_2^4$ با انحراف یان ـ تلر) است. بنابراین، دارای تقارن D_{2d} است. اما یون $PtCl_4^{2-}$، کمپلکسی کم اسپین، دیامغناطیس با ساختار مسطح مربعی است. از این‌رو، به گروه نقطه‌ای D_{4h} تعلق دارد. بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۱۲ـ یون کمپلکس $Re_2Cl_8^{2-}$، دارای ساختار مکعبی (منشور با قاعده مربعی) است که یونهای Cl^- رأسهای آن را اشغال می‌کنند. چون دو قاعده به صورت پوشیده نسبت به یکدیگر قرار دارند، این یون دارای تقارن D_{4h} است. از این‌رو، گزینهٔ (الف) پاسخ درست است.

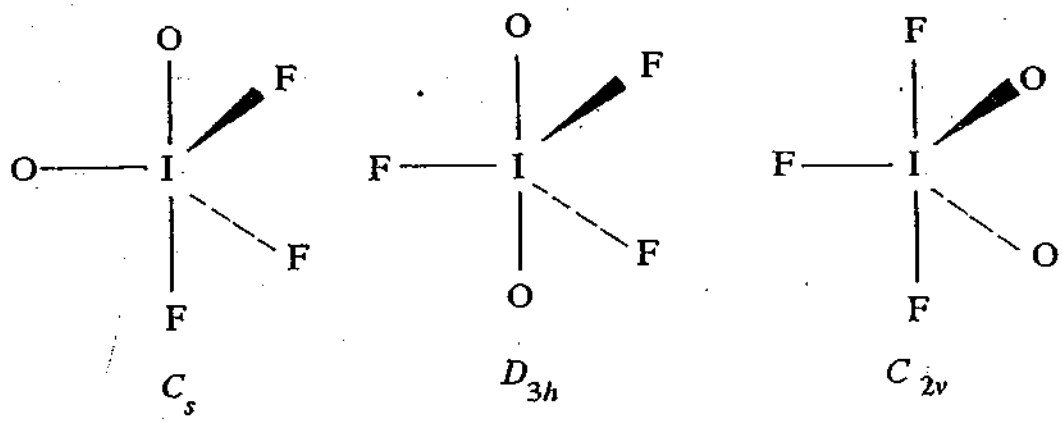
۱۳ـ ترکیب اولی، یعنی cis-$[M(en)_2Cl_2]^+$، به گروه نقطه‌ای C_2 تعلق دارد. فاقد مرکز وارونگی $[i\equiv S_2]$، صفحه تقارن $(\sigma\equiv S_1)$ و به طور کلی فاقد عنصر S_n است. بنابراین، ترکیبی قطبی و دارای فعالیت نوری است. بنابراین، گزینهٔ (الف) پاسخ درست است (ترکیب دومی، یعنی $[M(en)_3]^{3+}$، اگر چه فعالیت نوری دارد، اما چون به گروه نقطه‌ای D_3 تعلق دارد، قطبی نیست).

۱۴ـ از میان ترکیبهای پیشنهاد شده در گزینه‌ها، ترکیبهای اولی و دومی به گروه نقطه‌ای C_{2v} و ترکیب سومی به گروه نقطه‌ای C_{3v} تعلق دارد. از این‌رو، هر یک از آنها دارای صفحه‌های تقارن اند و کایرال نیستند. اما ترکیب چهارمی، یعنی یون $[Cr(\dot{o}x)_3]^{3-}$ که به گروه نقطه‌ای D_3 تعلق دارد، فاقد مرکز وارونگی و صفحهٔ تقارن و به طور کلی فاقد عنصر S_n است. بنابراین، کایرال است (فعالیت نوری دارد). پس، گزینهٔ (د) پاسخ درست است.

۱۵ـ این الگو دارای یک محور مرتبهٔ ۲ است که از دو صفحه مربعی متقابل می‌گذرد (عمود بر این دو صفحه است). در ضمن دارای یک صفحه σ_h است که از دو رأس مربوط به صفحه‌های مثلثی می‌گذرد و بر محور C_2 عمود است. بنابراین، به گروه نقطه‌ای C_{2h} تعلق دارد. پس، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۱۶ـ در میان گونه‌های شیمیایی پیشنهاد شده در گزینه‌ها، تنها مولکول CS_2 که ساختار خطی متقارن (S=C=S) دارد، به گروه نقطه‌ای $D_{\infty h}$ تعلق دارد. بنابراین، گزینهٔ (ب) پاسخ درست است.

۱۷ـ برای مولکول IF_3O_2 می‌توان سه ساختار ایزومر در نظر گرفت که شکل دوهرمی مثلثی دارند:

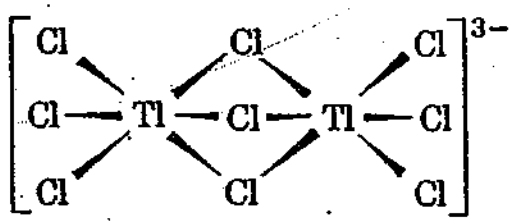


ایزومر پایدار

براساس قاعدهٔ بنت، ایزومری که تقارن C_{2v} دارد، پایدارتر است. بنابراین گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۱۸ـ از میان یونهای کمپلکس پیشنهاد شده در گزینه‌ها، تنها یون $[Ni(CN)_4]^{4-}$ (d^{10}) که ساختار چهاروجهی با هیبریدشدن sp^3 دارد، فاقد تقارن D_{4h} است (یونهای $PtCl_4^{2-}$ و ICl_4^- ساختار مربعی دارند. یون $trans$-$[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$ ساختار تتراگونالی دارد و گروه نقطه‌ای آن D_{4h} است). بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۱۹ـ یون تری ـ μـ کلروبیس [تری کلروتیتانات (III)] مطابق شکل زیر، ساختار دو هشت وجهی مشترک در یک وجه دارد و گروه نقطه‌ای آن D_{3h} است. بنابراین، گزینهٔ (الف) پاسخ درست است:



۲۰ـ گونه‌هایی که ساختار آنها در گزینه‌های (الف)، (ج) و (د) نشان داده شده است، دارای صفحه یا مرکز تقارن و در نتیجه، دارای عنصر تقارن S_n اند و فعالیت نوری ندارند. اما گونه‌ای که ساختار آن در گزینهٔ (ب) نشان داده شده است، فاقد صفحه یا مرکز وارونگی (فاقد عنصر تقارن S_n) است و فعالیت نوری دارد. بنابراین، گزینهٔ (ب) پاسخ درست است.

۲۱ـ ساختار حاصل از ساده‌ترین واپیچش تقارن O_h، ساختار تتراگونالی است که به گروه نقطه‌ای D_{4h} تعلق دارد، بنابراین، گزینهٔ (د) پاسخ درست است.

۲۲ـ یونهای پیشنهاد شده در گزینه‌ها، به ترتیب به گروههای نقطه‌ای C_2، D_{2h}، D_3 و C_3 تعلق دارند. بنابراین، یون $trans\text{-}[CoCl_2(en)_2]^+$ دارای بالاترین تقارن (D_{2h}) است. بنابراین، گزینهٔ (ب) پاسخ درست است.

۲۳ـ عمل تقارنی S_5^5، هم ارز عمل تقارنی σ_h است:

$$S_5^5 = C_5^5 . \sigma_h^5 = E.\sigma_h^4.\sigma_h = E.E.\sigma_h = \sigma_h$$

بنابراین، گزینهٔ (د) پاسخ درست است.

۲۴ـ مولکول IOF_3، دارای ساختار هرم با قاعدهٔ چهار وجهی نامنتظم (و غیر مسطح) است. به طوری که تنها دارای یک صفحهٔ تقارن است که همان صفحهٔ استوایی (مثلثی) شامل اتم اکسیژن و جفت الکترون ناپیوندی است. بنابراین به گروه نقطه‌ای C_s تعلق دارد و گزینهٔ (الف) پاسخ درست است.

۲۵ـ ساختار مولکول Ni-NO– شبیه هرم با قاعده پنج ضلعی منتظم است و گروه نقطه‌ای آن C_{5v} است. از این‌رو، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

فصل دوم:
آرایش الکترونی اتم ـ جدول تناوبی عنصرها

الف) پاسخ پرسشها و تمرینهای مروری

۱ـ الف) آرایش الکترونی اتم، به مفهوم توزیع الکترونها در ترازهای متفاوت انرژی و اوربیتالهای هر تراز در آن اتم است. ب) قاعده‌ها و اصولی که در این زمینه وجود دارند، عبارت‌اند از:

اصل بناگذاری اتم. که براساس آن، الکترونها ترازهای انرژی اتم را به ترتیب پایداری آنها اشغال می‌کنند.

قاعده کلچکووسکی. که براساس آن، ترازی که مجموع n و l آن کوچکتر است، پایدارتر است. چنانچه مجموع n و l در یا چند تراز برابر باشند، ترازی که n در مورد آن کوچکتر است، پایدارتر است.

قاعدهٔ (اصل) هوند. که براساس آن، هرگاه الکترونها چند اوربیتال همتراز را در اختیار داشته باشند، نخست به طور منفرد آن اوربیتالها را اشغال می‌کنند و تا آن تراز نیم پر نشود، الکترونها در هیچ یک از آن اوربیتالها، جفت نمی‌شوند.

اصل پایداری. که براساس آن، اگر دو تراز انرژی مجاور در اتم، هر دو نیم پر، یکی پر و دیگری نیم پر یا یکی پر و دیگری خالی باشد، آن آرایش الکترونی از تقارن بالایی برخوردار و پایدار است.

اصل طرد پاولی. که براساس آن در هیچ اتمی نمی‌توان دو الکترون یافت که چهارعددکوآنتومی آنها یکسان باشد. در نتیجه، در هر اوربیتال، بیش از دو الکترون جای نمی‌گیرد.

۲ـ چون در اتم هیدروژن، تنها یک الکترون وجود دارد و نیروی دافعه بین الکترونها مطرح نیست، تمام ترازهای فرعی انرژی مربوط به یک تراز اصلی در اتم هیدروژن هم سطح‌اند.

۳ـ اصول پایداری در پرسش ۱ نامبرده شده اند. در اتمهای کروم ($Cr:...3d^5 4s^1$)، مس ($Cu:...3d^{10}4s^1$) و پالادیم ($Pd:...4d^{10}5s^0$) این اصول رعایت شده است.

۴ـ علت این است که قبل از پرشدن تراز $4s$، سطح انرژی آن از سطح انرژی تراز $3d$ پایینتر است. اما پس از پرشدن، سطح انرژی آن بالاتر از سطح انرژی تراز $3d$ قرار می‌گیرد.

۵ـ علت این است که با سنگینتر شدن اتم، بار مؤثر هسته آن بیشتر و جاذبه هسته بر لایه‌های الکترونی نیز بیشتر و فاصله آنها از هسته کمتر می‌شود. اما روند این تغییرها در مورد همه ترازهای انرژی اتم یکسان نیست و در مورد ترازهای داخلی‌تر، (ترازهای d $(n\text{-}1)$ و f $(n\text{-}2)$) که اثر پوششی کمتر دارند، با ترازهای خارجی‌تر (ترازهای ns و np) با هم تفاوت دارند.

۶ـ در اتمهایی مانند کروم، مولیبدن، مس، نقره، طلا، پالادیم و... اصول پایداری سبب نقض اصل آفبا (اصل بناگذاری) می‌شوند.

۷ـ با اینکه نیکل، پالادیم و پلاتین، عنصرهای یک گروه‌اند، اما آرایش الکترونی لایه ظرفیت آنها با هم تفاوت دارد:

$$_{28}Ni{:}\ldots 3d^{8}4s^{2} \quad ; \quad _{44}Pd{:}\ldots 4d^{10}5s^{0} \quad ; \quad _{76}Pt{:}\ldots 5d^{9}6s^{1}$$

علت این است که هم حجم و هم بار مؤثر هسته اتم نیکل کم است و الکترونهای تراز $4s$ امکان وارد شدن در تراز $3d$ این اتم را ندارند. در اتم پالادیم، وضعیت مساعدی از نظر حجم و بار مؤثر هسته وجود دارد و هر دو الکترون تراز $5s$ می‌توانند به تراز $4d$ وارد شود. اما در مورد اتم پلاتین، اگرچه بار مؤثر هسته اتم بسیار زیاد است، اما براثر انقباض لانتانیدی حجم آن به نسبت کم (در حدود حجم اتم پالادیم) است. در نتیجه شرایط به طور کامل مساعد نیست، به طوری که تنها یک الکترون می‌تواند از تراز $6s$ به تراز $5d$ وارد شود (به علت افزایش دافعه بین الکترونها، امکان وارد شدن دومین الکترون تراز $6s$ به تراز $5d$ وجود ندارد).

۸ـ آرایش الکترونی لایه ظرفیت سه اتم اول از سریهای لانتانید و آکتینید چنین است:

$$_{58}Ce\ldots 4f^{1}5d^{1}6s^{2}$$

$$_{59}Pr\ldots 4f^{3}5d^{0}6s^{2}$$ (لانتانیدها)

$$_{60}Nd\ldots 4f^{4}5d^{0}6s^{2}$$

$$_{90}Th\ldots 5f^{0}6d^{2}7s^{2}$$

$$_{91}Pa\ldots 5f^{2}6d^{1}7s^{2}$$ (آکتینیدها)

$$_{92}U\ldots 5f^{3}6d^{1}7s^{2}$$

از مقایسه آرایش الکترونی این دو دسته سه تایی از عنصرها می‌توان دریافت که ترتیب اشغال ترازهای f در اتم آنها

روند یکسان ندارد. علت این است که تراز $4f$ عمقی‌تر است و سطح آن در اتم دومین عنصر لانتانید از سطح تراز $5d$ پایینتر می‌آید. به طوری که الکترون تراز $5d$ نیز در تراز $4f$ وارد می‌شود. اما تراز $5f$ به نسبت بیرونی‌تر است، به طوری که در اتم دومین عنصر آکتینید سطح انرژی آن از تراز $6d$ بسیار بالاتر است (الکترون به جای تراز $5f$ به تراز $6d$ وارد می‌شود).

۹ـ با توجه به متن این تمرین، داریم:

$_{17}Cl: 1s^2/2s^22p^6/3s^23p^5$

$\sigma = 6\times0.35 + 8\times0.85 + 2\times1 = 10.9$

$Z^*_{(Cl)} = 17 - 10.9 = 6.1$

$_{20}Ca: 1s^2/2s^22p^6/3s^23p^6/4s^2$

$\sigma = 1\times0.35 + 8\times0.85 + 10\times1 = 17.15$

$Z^*_{(Ca)} = 20 - 17.15 = 2.85$

Cl^- , Ca^{2+}: $1s^2/2s^22p^6/3s^23p^6$

$\sigma = 7\times0.35 + 8\times0.85 + 2\times1 = 11.25$

$Z^*_{(Cl^-)} = 17 - 11.25 = 5.75$

$Z^*_{(Ca^{2+})} = 20 - 11.25 = 8.75$

علت بیشتر بودن بار مؤثر هسته اتم Cl در مقایسه با یون Cl^- ، اضافه شدن یک الکترون به آرایش الکترونی یون Cl^- است. علت کمتر بودن بار مؤثر هسته اتم Ca در مقایسه با یون Ca^{2+} ، وجود دو الکترون اضافی در اتم Ca است (مقدار بار هسته، Z^* ، در مورد هر جفت «اتم - یون» ثابت است).

۱۰ـ آرایش الکترونی اتم اورانیم ($_{92}U$)، چنین است:

$_{92}U: 1s^2/2s^22p^6/3s^23p^63d^{10}/4s^24p^64d^{10}4f^{14}/5s^25p^65d^{10}5f^3/6s^26p^66d^1/7s^2$

بنابراین، براساس قاعده‌های اسلیتر برای محاسبه بار مؤثر هسته اتم اورانیم بر الکترون تراز $5f$، می‌توان نوشت:

$\sigma_{(5f)} = 11\times0$ (برای الکترونهای همتراز $5f$) $+2\times0.35$ (برای الکترونهای ترازهای بالاتر)

$+1\times78$ (برای الکترونهای تراز پایینتر) $=78.7$

$Z^*_{(5f)} = 92 - 78.7 = 13.3$

۱۱ـ

$\ddot{O}::\ddot{O} \rightarrow 1s^2/2s^22p^6$ (آرایش الکترونی هر اتم اکسیژن در مولکول O_2)

$\sigma=7\times0.35+2\times0.85=4.15$

$Z^*=8-4.15=3.85$

$:\ddot{Cl}:\ddot{Cl}: \rightarrow 1s^2/2s^22p^6/3s^23p^6$ (آرایش الکترونی هر اتم کلر در مولکول Cl_2)

$\sigma=7\times0.35+8\times0.85+2\times1=11.25$

$Z^*=17-11.25=5.75$

۱۲ـالف) روش اسلیتر:

$_{25}Mn: 1s^2/2s^22p^6/3s^23p^63d^5/4s^2$

$\sigma_{(4s)}= 1\times0.35+13\times0.85+10\times1=21.4$

$Z^*_{(4s)}=25-21.4=3.6$

$\sigma_{(3d)}= 2\times0+4\times0.35+18\times1=19.4$

$Z^*_{(3d)}=25-19.4=5.6$

$_{27}Co: 1s^2/2s^22p^6/3s^23p^63d^7/4s^2$

$\sigma_{(4s)}= 1\times0.35+15\times0.85+10\times1=23.1$

$Z^*_{(4s)}=27-23.1=3.9$

$\sigma_{(3d)}= 2\times0+6\times0.35+18\times1=20.1$

$Z^*_{(3d)}=27-20.1=6.9$

روش کلمانتی – ریموندی:

$\sigma_{(4s)}= 15.505+0.0971\ (N_{4s}-1)+0.8433\ N_{3d}+0.0687N_{4p}$

Mn:

$\sigma_{(4s)}= 15.505+0.0971(2-1)+0.8433\times5+0=19.819$

$Z^{*}_{(4s)}$=25-19.819=5.181

Co:

$\sigma_{(4s)}$= 15.505+0.0971(2-1)+0.8433×7+0=21.505

$Z^{*}_{(4s)}$=27-21.505=5.495

$\sigma_{(3d)}$= 13.5894+0.2693 (N_{3d}-1)+0.1065N_{4p}

Mn:

$\sigma_{(3d)}$= 13.5894+0.2693(5-1)+0=14.6666

$Z^{*}_{(3d)}$=27-14.6666=10.3334

Co:

$\sigma_{(3d)}$= 13.5894+0.2693(7-1)+0=15.2052

$Z^{*}_{(3d)}$=27-15.2052=11.7948

ب) علت بیشتر بودن بار مؤثر هسته بر الکترونهای تراز $3d$ در مقایسه با الکترونهای $4s$ این است که تراز $3d$ ترازی عمقی و تراز $4s$ ترازی سطحی است و در نتیجه، هسته اتم جاذبه بیشتری بر الکترونهای تراز $3d$ وارد می‌کند. علت تفاوت بین مقدارهای به دست آمده برای بار مؤثر هسته اتمها بر الکترونهای $4s$ یا $3d$ در این دو روش، این است که روش اسلیتر روش قدیمی، تجربی و تقریبی، اما روش ریموندی - کلمانتی، روشی دقیق است.

ج) البته نسبت بین مقدارهای به دست آمده در دو روش برای در تراز انرژی در هر اتم، تفاوت زیادی با هم ندارند، زیرا داریم:

Mn:

$$\frac{Z^{*}_{(3d)}}{Z^{*}_{(4s)}} = \frac{5.6}{3.6} = 1.6$$ (روش اسلیتر)

$$\frac{Z^*_{(3d)}}{Z^*_{(4s)}} = \frac{10.333}{5.181} = 1.994$$ (روش ریموندی - کلمانتی)

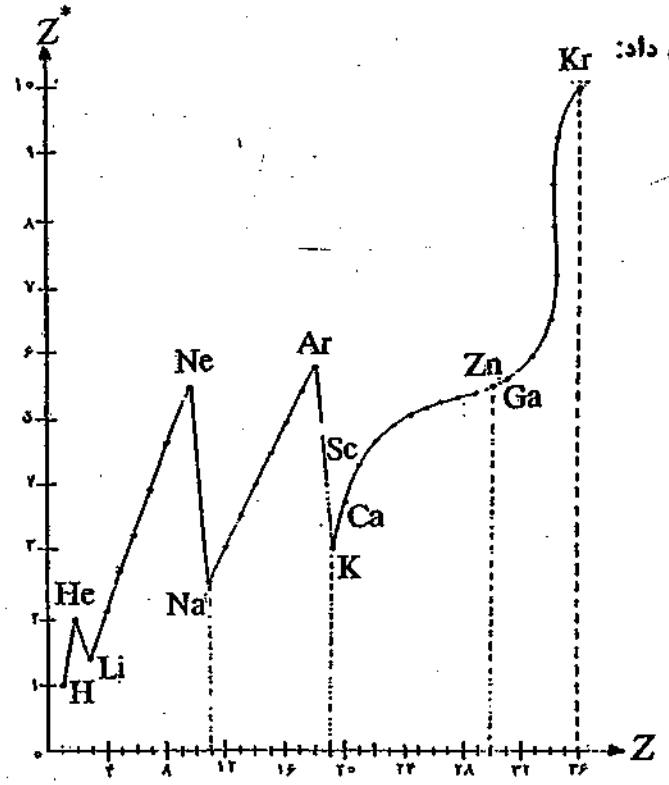
Co:

$$\frac{Z^*_{(3d)}}{Z^*_{(4s)}} = \frac{6.9}{3.9} = 1.8$$ (روش اسلیتر)

$$\frac{Z^*_{(3d)}}{Z^*_{(4s)}} = \frac{11.795}{5.494} = 2.147$$ (روش ریموندی - کلمانتی)

د) دلیلهایی که برای دقیقتر بودن روش کلمانتی - ریموندی می‌توان ارائه داد، عبارت‌اند از اینکه: این روش، روشی جدید و مبتنی بر محاسبه‌های موجی است. در این روش، برای الکترونهایی که در تراز بالاتر از تراز الکترون مورد نظر قرار دارند، اثر پوششی در نظر گرفته می‌شود. افزون بر آن، برای هر تراز فرعی انرژی، به طور جداگانه، معادله‌ای براساس محاسبه‌های موجی در نظر گرفته شده است.

۱۳ـ بار مؤثر هسته اتم عنصرها با افزایش عدد اتمی آنها، هم در دوره‌ها و هم در گروهها، به تدریج افزایش می‌یابد. روند این تغییر را می‌توان به صورت نمودار زیر نشان داد:



۱۴ـ در میدان قوی ممانهای اسپینی (s) و اوربیتالی (l) هر الکترون با هم جمع می‌شوند (j) و سپس بردارهای برآیند حاصل مربوط به هر الکترون با هم جمع می‌شوند (جمع شدن jj). اما در میدان ضعیف، ممانهای اسپینی الکترونهای اتم با هم جمع می‌شوند (S) و ممانهای اوربیتالی الکترونهای اتم نیز با هم جمع می‌شوند (L). سپس بردارهای S و L با هم جمع می‌شوند (جمع شدن L-S یا جمع شدن راسل - ساندرز).

۱۵ـ در مورد اتم کربن در حالت برانگیخته با آرایش الکترونی $1s^2\ 2s^2 2p^1 3p^1$، براساس اصل طرد پاولی، در هر یک از اوربیتالهای $1s$ و $2s$ ترکیب $m_{s_1}=+\frac{1}{2}$ و $m_{l_1}=0$ و $m_{s_2}=+\frac{1}{2}$ و $m_{l_2}=0$ یا ترکیب $m_{s_1}=-\frac{1}{2}$ و $m_{l_1}=0$ و $m_{s_2}=-\frac{1}{2}$ و $m_{l_2}=0$ مجاز نیست.

۱۶ـ براساس رابطهٔ ارائه شده در متن پرسش، می‌توان نوشت:

p^3:

$$n=\frac{2(2\times1+1)-1+1}{1}\times\frac{2(2\times1+1)-2+1}{2}\times\frac{2(2\times1+1)-3+1}{3}$$

$$n=6\times\frac{5}{2}\times\frac{4}{3}=20$$

d^3:

$$n=\frac{2(2\times2+1)-1+1}{1}\times\frac{2(2\times2+1)-2+1}{2}\times\frac{2(2\times2+1)-3+1}{3}$$

$$n=10\times\frac{9}{2}\times\frac{8}{3}=120$$

۱۷ـ تعداد حالتهای زیر مربوط به هر جمله طیفی از رابطه $n=(2L+1)(2S+1)$، به دست می‌آید. بنابراین، در مورد جمله طیفی ^4P داریم:

$L=1\ ;2S+1=4$

$n=(2\times1+1)(4)=12$ (حالت ریز)

۱۸ـ در مورد آرایش الکترونی هم‌ارز d^4 با استفاده از رابطهٔ $n=\frac{(2z)!}{q!\,(2z-q)!}$، می‌توان نوشت:

$z=5\ ;\ q=4$

$$n=\frac{(2\times5)!}{4!(2\times5-4)!}=\frac{10!}{4!\times6!}=210$$

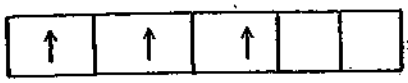
در مورد آرایش ناهم‌ارز p^1d^1، حالتهای ریز برابر حاصلضرب حالتهای ریز مربوط به p^1 در حالتهای ریز d^1 است. از این رو، داریم:

$n=n_1.n_2=6\times10=60$ (حالت ریز)

۱۹ـ نماد جمله‌ای طیفی اتم سیلیسیم $(Si:p^2)$ و اتم گوگرد $(Si:p^4)$ مانند هم $(^1S\ ,\ ^1D\ ,\ ^3P)$ است که از میان آنها، جمله طیفی ^3P به حالت پایه این دو اتم مربوط است.

۲۰ـ نماد جمله‌های طیفی یون Ti^{2+} (d^2) و یون V^{3+} (d^2) مانند هم $(^1S\ ,\ ^1D\ ,\ ^1G\ ,\ ^3P\ ,\ ^3F)$ است که از میان آنها جمله طیفی ^3F به حالت پایه این دو یون مربوط است.

۲۱ـ با استفاده از روش فاکتورگیری از اسپین می‌توان نوشت:

d^3 :  $\Rightarrow d_\alpha^3\ .d_\beta^0\ \Rightarrow (P+F)S$

$(P+F)S=P.S+F.S=P+F$

$M_s=+\frac{3}{2}$ تا $-\frac{3}{2}$ (ندارد $M_s=-\frac{1}{2}$ $M_s=+\frac{1}{2}$); $S=\frac{3}{2}\Rightarrow {}^4P\ ,\ {}^4F$

d^3 : $\Rightarrow d_\alpha^2\ .d_\beta^1\Rightarrow (P+F)D$

$DP=P+D+F\ ;\ M_s=\pm\frac{1}{2}\ ;\ S=\frac{1}{2}\ \Rightarrow {}^2D$

$DF=P+D+F+G+H$

$M_s=\pm\frac{1}{2}\ ;\ S=\frac{1}{2}\ \Rightarrow {}^2P+{}^2D+{}^2F+{}^2G+{}^2H$

پس نمادهای جمله‌های طیفی آرایش الکترونی d^3 عبارت است از:

$^2P\ ,\ ^2D(2)\ ,\ ^2F\ ,\ ^2G\ ,\ ^2H\ ,\ ^4P\ ,\ ^4F$

d^4 : | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | | $\Rightarrow d_\alpha^4\, d_\beta^0 \quad D.S=D \quad \Rightarrow {}^5D$

M_s +2 +1 0 -1 -2 $[M_S = +1, 0, -1]$

| ↑↓ | ↑ | ↑ | | | $\Rightarrow d_\alpha^3\, d_\beta^1 \quad = (P+F)D + P.D + P.F$

$M_s = +1$ (را کم دارد) 0,1)

$S=1$ $\qquad P.D = P + D + F \Rightarrow {}^3P + {}^3D + {}^3F$

$F.D = {}^3P + {}^3D + {}^3F + {}^3H$

| ↑↓ | ↑↓ | | | | $\Rightarrow d_\alpha^2\, d_\beta^2 \quad = (P+F)(P+F)$

$M_s = 0$ ، $S = 0$

$P.P = {}^1S + {}^1P + {}^1D = {}^1S$

$P.F = {}^1D + {}^1F + {}^1G + {}^1H$

$F.P = {}^1D + {}^1F + {}^1G + {}^1H$

$F.F = {}^1S + {}^1P + {}^1D + {}^1F + {}^1G + {}^1H + {}^1I$

بنابراین، مجموع نمادهای جمله‌های طیفی آرایش الکترونی d^4 عبارت است از:

$${}^1S\,(2)\,,{}^1D(2)\,,{}^1F\,,{}^1G(2)\,,{}^1I\,,{}^3P\,(2)\,,{}^3D\,,{}^3F(2)\,,{}^3G\,,{}^3H\,,{}^5D$$

۲۲ـ تشابه دیدگاههای لاووازیه و برزلیوس در زمینهٔ دسته‌بندی عنصرها، در نظر نگرفتن ارتباط جرم با خواص عنصرها و تقسیم‌بندی عنصرهای شیمیایی به دو گروه کلی فلز و نافلز بود. اما تفاوت دیدگاه آنها این بود که لاووازیه خواص اسیدی و بازی اکسید عنصرها، ولی برزلیوس خواص الکتروشیمیایی عنصرها، یعنی تبدیل فلزها به کاتیون و نافلزها به آنیون را اساس طبقه‌بندی آنها قرار داده بودند.

۲۳ـ جرم اتمی دقیق منیزیم برابر ۲۴٫۳۰۵ است. اما دوبراینر، جرم اتمی منیزیم را برابر میانگین جرم اتمی بریلیم (۹) و جرم اتمی کلسیم (۴۰)، یعنی حدود ۲۴٫۵ در نظر گرفته بود. یعنی حدود ۰٫۲ واحد جرم اتمی با جرم اتمی دقیق منیزیم تفاوت داشت.

۲۴ـ نام هلیم از واژه یونانی *Helios* به معنی خورشید، نام نئون از واژه یونانی *Neos* به معنی نو، نام آرگون از واژه یونانی *Argon* به معنی بی‌اثر، نام کریپتون از واژه یونانی *Kryptos* به معنی مخفی و نام زنون از واژه *Xenos* به معنی عجیب، گرفته شده است.

۲۵ـ فرمول کلی هیدرید و اکسید عنصرهای گروههای *IA , IIA , IIIA , VIIA* در بالاترین حالت اکسایش آنها چنین است:

IA	*IIA*	*IIIA*	*VIIA*	
HX	H_2X	H_3X	HX	(هیدرید)
X_2O	XO	X_2O_3	X_2O_7	(اکسید)

۲۶ـ براساس رابطه موزلی $\sqrt{\nu} = a(z-b)$، در مورد خط طیفی K_a در طیف خطی پرتوهای X عنصرها، می‌توان نوشت:

$a=5\times10^{-7}$

$b=1$

$\bar{\nu}=1.481\times10^{8}\ \text{cm}^{-1}$

$\nu=c\bar{\nu}=3\times10^{10}\times1.481\times10^{8}=4.44\times10^{18}$ (هرتز)

$\sqrt{4.44\times10^{18}} = 5\times10^{7}\,(Z-1)$

$Z=42.156$

۲۷ـ فلزهای قلیایی در گروه *IA*، هالوژنها در گروه *VIIA* و کالکوژنها (عنصرهای خانواده اکسیژن) در گروه *VIA* قرار دارند. لانتانیدها که به گروه *IIIB* جدول تناوبی و دوره ششم تعلق دارند، در بخش *d* (به طور جداگانه در پایین جدول تناوبی) قرار دارند. عنصرهای واسطه دسته *d* به گروههای *IIIB* تا *IIB* جدول تناوبی از دوره چهارم به بعد، بین عنصرهای گروههای اصلی *IIA* و *IIIA* قرار دارند.

۲۸ـ آرایش الکترونی سی و پنجمین عنصر جدول تناوبی چنین است: $1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^{10}/4s^2 4p^5$ بنابراین، این عنصر به دوره چهارم و گروه *VIIA* تعلق دارد (زیرا چهارمین سطح انرژی آن از الکترون اشغال شده است و در لایه ظرفیت اتم آن ۷ الکترون وجود دارد). از این‌رو، یک عنصر اصلی (هالوژن) است.

۲۹ـ عنصر گروه *IVA* متعلق به دوره ششم، دارای عدد اتمی ۸۲ (Pb) و عنصر گروه *IVB* از دوره ششم، دارای عدد اتمی ۷۲ (Hf) است که آرایش الکترونی اتم آنها چنین است:

$_{72}Hf : 1s^2/2s^22p^6/3s^23p^63d^{10}/4s^24p^64d^{10}4f^{14}/5s^25p^65d^2/6s^2$

$_{82}Pb : 1s^2/2s^22p^6/3s^23p^63d^{10}/4s^24p^64d^{10}4f^{14}/5s^25p^65d^{10}/6s^26p^2$

۳۰ـ عنصر اولی به دوره پنجم و گروه *IIB* عنصر دومی به دوره پنجم و گروه *VIIA* تعلق دارد.

۳۱ـ عنصرهای (الف)، (ب) و (د) که چهارمین سطح انرژی آنها از الکترون اشغال شده است، به دوره چهارم و عنصر (ج) که پنجمین سطح انرژی آن از الکترون اشغال شده است، به دوره پنجم جدول تناوبی تعلق دارند. عنصر (الف) به گروه *IA* عنصر (ب) به گروه *VIIB*، عنصر (ج) به گروه *IIB* و عنصر (د) به گروه *VA* تعلق دارد.

۳۲ـ آرایش الکترونی سومین عنصر از گروههای پیشنهاد شده در متن پرسش چنین است:

$IB \Rightarrow {}_{79}Au : [{}_{54}Xe] \quad 4f^{14}5d^{10}6s^1$

$IA \Rightarrow {}_{11}Na : [{}_{10}Ne] \quad 3s^1$

$IVA \Rightarrow {}_{32}Ge : [{}_{18}Ar] \quad 3d^{10}4s^24p^2$

$IVB \Rightarrow {}_{72}Hf : [{}_{54}Xe] \quad 4f^{14}5d^26s^2$

$IIIB \Rightarrow {}_{89}Ac : [{}_{86}Rn] \quad 6d^17s^2$

$IIIA \Rightarrow {}_{31}Ga : [{}_{18}Ar] \quad 3d^{10}4s^24p^1$

$IIA \Rightarrow {}_{20}Ca : [{}_{18}Ar] \quad 4s^2$

۳۳ـ آرایش الکترونی لایه ظرفیت دومین عنصر لانتانید ($_{59}Pr$) به صورت $4f^35d^04s^2$ و آرایش الکترونی لایه ظرفیت دومین عنصر آکتینید ($_{91}Pa$) به صورت $5f^26d^17s^2$ است. چون سطح تراز $4f$ در اتم پرازئودیمیم (Praseodymium)، پایینتر از سطح تراز $5d$ است، الکترون تراز $5d$ در تراز $4f$ وارد می‌شود. اما در اتم پروتاکتینیم، تراز $5f$ هم سطح تراز $6d$ است و الکترون تراز $6d$، در آن باقی می‌ماند.

۳۴ـ تفاوت عددهای اتمی دو عنصر متوالی از گروه *IIA* در دوره پنجم ($_{38}Sr$) و گروه *IIB* ($_{48}Cd$) برابر ۴۸-۳۸=۱۰ است.

۳۵ـ آرایش الکترونی اتم عنصرهای A، B، C، D، E و F چنین است:

$A^{3-} \ldots 3s^23p^6 \rightarrow A: \ldots 3s^23p^3$ (متعلق به دوره سوم و گروه *VA*)

$B^{2-} \ldots 3s^23p^6 \rightarrow B: \ldots 3s^23p^4$ (متعلق به دوره سوم و گروه *VIA*)

$C^{-} \ldots 3s^23p^6 \rightarrow C: \ldots 3s^23p^5$ (متعلق به دوره سوم و گروه *VIIA*)

$D^{+} \ldots 3s^2 3p^6 \rightarrow D: \ldots 3s^2 3p^6 / 4s^1$ (متعلق به دوره چهارم و گروه *IA*)

$E^{2+} \ldots 3s^2 3p^6 \rightarrow E: \ldots 3s^2 3p^6 / 4s^2$ (متعلق به دوره چهارم و گروه *IIA*)

$F^{5+} \ldots 3s^2 3p^6 \rightarrow F: \ldots 3s^2 3p^6 / 3d^3 4s^2$ (متعلق به دوره چهارم و گروه *VB*)

ب) پاسخ پرسشهای چهارگزینه‌ای

۱ـ بار مؤثر هسته اتم $_{25}Mn$ الکترون تراز $3d$ به روش اسلیتر برابر ۶ر۵ است:

$$_{25}Mn : 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^5/4s^2$$

$$\sigma_{3d}=2(\circ)+4\times0.35+18\times1=19.4$$

$$Z^*_{(3d)}=25-19.4=5.6$$

بنابراین، گزینه (الف) پاسخ درست است.

۲ـ با توجه به رابطه مقابل داریم:

$$n=\frac{(2z)!}{q!\,(2z-q)!}$$

$$z=7 \;;\; q=3$$

$$n=\frac{(2\times7)!}{3!\,(14-3)!}=\frac{14!}{3!\times11!}=364$$ (تعداد حالتهای ریز)

بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۳ـ جمله طیفی حالت پایه آرایش الکترونی p^3 $^4S\left[^2P\;,\;^2D\;,\;^4S\right]$ است زیرا دارای بالاترین چندگانگی اسپین (۴) است. بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۴ـ تعداد حالتهای ریز مربوط به جمله‌های طیفی ^3P ، ^3F ، ^4P ، ^4F به ترتیب برابر ۹، ۲۱، ۱۲ و ۲۸ است. بنابراین، تعداد حالتهای زیر جمله طیفی ^4F بیشتر است. پس گزینهٔ (د) پاسخ درست است.

۵ـ جمله‌های طیفی آرایش الکترونی d^3 عبارت‌اند از: ^4F ، ^4P ، ^2H ، ^2G ، ^2F ، $^2D(2)$ ، ^2P بنابراین، جمله طیفی ^4G که در گزینهٔ (د) آمده است، برای آرایش d^3 قابل قبول نیست. پس، گزینهٔ (د) پاسخ درست است.

۶ـ طبق اصل طرد پاولی، هیچ دو الکترونی نمی‌توانند چهار عدد کوآنتومی یکسان داشته باشند. بنابراین، گزینهٔ (الف) پاسخ درست است.

۷ـ اسپین هسته‌های ^{11}B و ^{10}B به ترتیب برابر $\frac{3}{2}$ و ۳ است. بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۸ـ با توجه به رابطهٔ مقابل می‌توان نوشت:

$$n=\frac{(2z)!}{q!(2z-q)!}$$

$z=5 \;;\; q=5$

$$n=\frac{(2\times5)!}{5!(2\times5-5)!}=\frac{10!}{5!\times5!}=252 \qquad (d^5 \text{ تعداد حالتهای ریز})$$

بنابراین، گزینهٔ (ب) پاسخ درست است.

۹ـ تعداد حالتهای ریز برای جمله‌های طیفی ^1D و ^6S به ترتیب برابر ۵ و ۶ است.

$$^1D:(2L+1)(2S+1)=(2\times2+1)(2\times0+1)=5\times1=5$$

$$^6S:(2L+1)(2S+1)=(2\times0+1)(2\times5/2+1)=1\times6=6$$

بنابراین گزینهٔ (ب) پاسخ درست است.

۱۰ـ از میان مطالب عنوان شده در گزینه‌های این پرسش، مطلب گزینه ج، نادرست است. زیرا، آرایش الکترونی p^2 دارای جمله‌های طیفی ^3P ، ^1D ، ^1S است. بنابراین، گزینهٔ (ج)، پاسخ درست است.

۱۱ـ براساس قاعده‌های هوند، تنها می‌توان نماد جمله طیفی حالت پایه را مشخص کرد. ترتیب افزایش انرژی ترمهای مربوط به حالتهای برانگیخته براساس این قاعده‌ها به طور دقیق قابل پیشگویی نیست. بنابراین، گزینهٔ (د) پاسخ درست است.

۱۲ـ با توجه به روش اسلیتر، می‌توان نوشت:

$$_{19}\mathrm{K}: 1s^2 \,/\, 2s^2 2p^6 \,/\, 3s^2 3p^6 \,/\, 4s^1$$

$$\sigma = 0\times0.35 + 8\times0.85 + 10\times1 = 16.8$$

$$Z^* = 19-16.8 = 2.2$$

بنابراین، گزینهٔ (ب) پاسخ درست است.

۱۳ـ با توجه به متن پرسش، می‌توان نوشت:

$$_{35}\mathrm{Br}^- : 1s^2 \,/\, 2s^2 2p^6 \,/\, 3s^2 3p^6\, 3d^{10} / 4s^2 4p^6$$

$$\sigma = 7\times0.35 + 18\times0.85 + 10\times1 = 27.75$$

$$Z^* = 35-27.75 = 7.25$$

بنابراین، گزینهٔ (الف) پاسخ درست است.

۱۴ـ از میان تراز‌های $5s$ ، $4f$ ، $5p$ ، $4d$ تراز $5s$ پایدارتر است. زیرا مجموع $n+l$ آن که برابر ۵ است، کوچکتر است.

بنابراین، گزینهٔ (الف) پاسخ درست است.

۱۵ـ با توجه به رابطهٔ مقابل، می‌توان نوشت:

$$n=\frac{(2z)!}{q!\,(2z-q)!}$$

$$z=5\ ;\ q=4$$

$$n=\frac{(2\times5)!}{4!(2\times5-4)!}=\frac{10!}{4!\times6!}=210 \qquad \text{(تعداد حالتهای ریز)}$$

بنابراین، گزینه (الف) پاسخ درست است،

۱۶ـ در میان نماد جمله‌های طیفی مربوط به آرایش الکترونی d^3، جمله ^4F به حالت پایه مربوط است. زیرا، بالاترین چندگانگی اسپین (۴) و بزرگترین مقدار L (۳) را دارد. بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۱۷ـ تعداد حالتهای زیر جمله طیفی ^4F، برابر ۲۸=۷×۴ است. بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۱۸ـ با توجه به رابطهٔ مقابل، می‌توان نوشت:

$$n=\frac{(2z)!}{q!\,(2z-q)!}$$

$$z=5\ ;\ q=3$$

$$n=\frac{(2\times5)!}{3!(2\times5-3)!}=\frac{10!}{3!\times7!}=120 \qquad \text{(تعداد حالتهای ریز)}$$

بنابراین، گزینهٔ (ب) پاسخ درست است.

۱۹ـ از میان جمله‌های طیفی ^3P , ^3F , ^1G , ^1D , ^1S، نماد جمله طیفی مربوط به حالت پایه، ^3F است. زیرا، جمله‌ای حالت پایه است که بالاترین چندگانگی اسپین و بالاترین مقدار L را داشته باشد. بنابراین، گزینهٔ (د) پاسخ درست است.

۲۰ـ تعداد حالتهای زیر یون V^{3+} (d^2)، برابر ۴۵ و تعداد حالتهای ریز جمله طیفی ^3F برابر ۲۱ است. بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۲۱ـ وجود دو الکترون چندگانگی سه تایی *(Triplet)* ویکتایی *(Singlet)* را موجب می‌شود. همچنین وجود سه

الکترون چندگانگی چهارتایی *(Quartet)* و دو تایی *(Doublet)* را سبب می‌شود. بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۲۲- بار مؤثر هسته یون $_{19}K^{+}$ به روش اسلیتر برابر ۷٫۷۵ است:

$$_{19}K^{+}: 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6$$

$$\sigma = 7\times 0.35 + 8\times 0.85 + 2\times 1 = 11.25$$

$$Z^{*} = Z - \sigma = 19 - 11.25 = 7.75$$

بنابراین، گزینهٔ (الف) پاسخ درست است.

۲۳- از میان اتمهای پیشنهاد شده در گزینه‌ها، تنها در اتم پتاسیم ($_{19}K$)، سطح انرژی تراز $3d$ از سطح تراز $4s$ بالاتر است. بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۲۴- جمله‌های طیفی ^2P , ^2D , ^4S به آرایش الکترونی p^3 تعلق دارد. وجود دو الکترون موجب چندگانگی سه تایی و یکتایی و وجود چهارالکترون موجب چندگانگی پنج‌تایی، سه‌تایی و یکتایی می‌شود. در حالیکه تنها سه الکترون موجب چندگانگی سه‌تایی و یکتایی می‌شود. بنابراین، گزینهٔ (ب) پاسخ درست است.

۲۵- بار مؤثر هسته اتم منگنز به روش اسلیتر بر الکترون تراز $4s$ برابر ۳٫۶ و بر الکترون تراز $3d$ برابر ۵٫۶ است. بنابراین، تفاوت این دو برابر ۲٫۰=۳٫۶-۵٫۶ است. پس گزینهٔ (الف) پاسخ درست است.

۲۶- براساس آرایش الکترونی اتمها، جدول تناوبی را می‌توان به ۴ بخش *(f,d,p,s)* تقسیم کرد. بنابراین، گزینهٔ (د) پاسخ درست است.

۲۷- بخش f جدول تناوبی، شامل دو دسته از عنصرها، یعنی لانتانیدها و آکتینیدهاست. بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۲۸- بخش d جدول تناوبی شامل عنصرهای واسطه است. بنابراین، گزینهٔ (الف) پاسخ درست است.

۲۹- چون عنصر پیشنهاد شده، در لایه ظرفیت اتم خود ۷ الکترون در ترازهای s و p دارد (یک هالوژن، برم است)، در واکنشها به طور معمول می‌تواند یک الکترون جذب کند و به آنیون پایداری که دارای یک واحد بار منفی با آرایش الکترونی اتم گاز نجیب است، تبدیل شود. پس محتملترین عدد اکسایش آن در ترکیبها برابر ۱- است. بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۳۰- عنصر پیشنهاد شده که تراز $4f$ اتم آن در حال اشغال شدن است، عنصری از دسته لانتانیدهاست. بنابراین، گزینهٔ

(الف) پاسخ درست است.

۳۱ـ محتملترین عدد اکسایش عنصری با آرایش الکترونی $[Ne]3s^2 3p^1$، برابر ۳+ است (زیرا، این عنصر، یک فلز است و در لایه ظرفیت اتم آن، ۳ الکترون وجود دارد). بنابراین گزینهٔ (الف) پاسخ درست است.

۳۲ـ عنصری که آرایش الکترونی آن $[Ar]\ 3d^6 4s^2$ است. یعنی تراز d اتم آن در حال پرشدن است، یک عنصر واسطه است. بنابراین، گزینهٔ (ب) پاسخ درست است.

۳۳ـ با توجه به آرایش الکترونی اتم عنصر موردنظر، چون تراز $4f$ آن در حال اشغال شدن از الکترونهاست، بنابراین، عنصر واسطه داخلی (از دسته لانتانیدها) است. پس، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۳۴ـ از میان ترتیبهای پیشنهاد شده در گزینه‌ها درباره پرشدن ترازهای انرژی، براساس قاعده کلچکوروسکی، تنها ترتیب ارائه شده در گزینهٔ (ج) درست است. پس، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۳۵ـ با توجه به رابطهٔ مقابل، می‌توان نوشت:

$$n=\frac{(2z)!}{q!(2z-q)!}$$

$$z=7\ ;\ q=2$$

$$n=\frac{(2\times7)!}{2!(2\times7-2)!}=\frac{14!}{2!\times12!}=91$$

بنابراین، گزینهٔ (الف) پاسخ درست است.

۳۶ـ طبقه‌بندی موسوم به سه تاییها، توسط دانشمندی آلمانی به نام دو برابنر انجام گرفت. بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۳۷ـ قرار دادن عنصرهای واسطه بین دو بلوک از عنصرهای اصلی، از ابتکارهای مندلیف نبود. بنابراین، گزینهٔ (د) پاسخ درست است.

۳۸ـ آرایش الکترونی عنصر چهلم جدول تناوبی به صورت $[_{36}Kr]\ 4d^2 5s^2$ است. بنابراین، عنصری واسطه، متعلق به دوره پنجم و گروه IVB است. بنابراین، گزینهٔ (د) پاسخ درست است.

۳۹ـ طبقه‌بندی موسوم به پیچ تلوری توسط دانشمندی فرانسوی به نام دوشان کورتوآ، انجام گرفت. بنابراین، گزینهٔ (ب) پاسخ درست است.

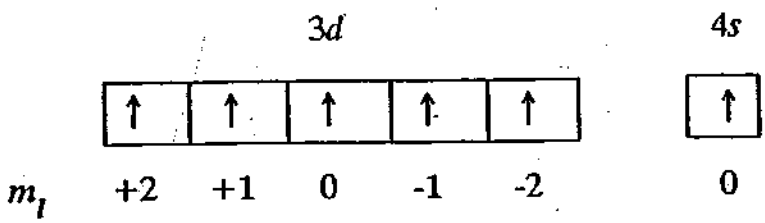
۴۰ـ عنصری که به دوره چهارم و گروه پنجم (اصلی) تعلق دارد، آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم آن به صورت

$4s^2 4p^3$ است. بنابراین، گزینهٔ (ب) پاسخ درست است.

ج) پاسخ پرسشهای آزمون کارشناسی ارشد

۱ـ آرایش الکترونی اتم اکسیژن به صورت $1s^2 2s^2 2p^4$ است. جمله‌های طیفی آرایشهای $2p^2$ و $2p^4$ یکسان است و جمله‌های طیفی آن ^3P , ^1S , ^1D است که طبق قاعده اول هوند، حالت پایه آن ^3P است. بنابراین، گزینهٔ (الف) پاسخ درست است.

۲ـ آرایش الکترونی اتم کروم به صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ است:



از این‌رو، آخرین الکترون در این اتم به اوربیتال $4s$ تعلق دارد:

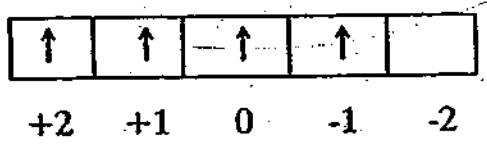
$$n=4\ ;\ m_l=0 \Rightarrow l=0\ ;\ m_s=+\frac{1}{2}$$

بنابراین، گزینهٔ (د) پاسخ درست است.

۳ـ آرایش الکترونی اتم مس در حالت پایه، به صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ است. چون، فقط اوربیتالهای s دارای $m_l=0$ و $l=0$ هستند، بنابراین، هفت الکترون در مجموعهٔ اوربیتالهای s قرار دارد. از این‌رو، گزینهٔ (ب) پاسخ درست است.

۴ـ آرایش الکترونی اتم کلر به صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ است. چون جمله‌های طیفی آرایشهای $3p^5$ و $3p^1$ یکسان (تنها جمله ^2p) است، بنابراین، جمله طیفی حالت پایهٔ آن ^2P است. پس، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۵ـ آرایش الکترونی لایه ظرفیت یون Cr^{2+} در حالت پایه به صورت $3d^4$ است:



از این‌رو، در مورد آن $L=2$ و $S=2$ و جمله طیفی مربوط به آن ^5D است. بنابراین، گزینهٔ (د) پاسخ درست است.

۶ـ مقدار $\sum m_l$ یا M_L و در نتیجه L برای آرایشهای الکترونی پر (مانند d^{10}) و نیم پر برابر صفر است. بنابراین، چون از میان آرایشهای الکترونی داده شده، تنها آرایش الکترونی d^{10} پرو مقدار L در مورد آن برابر صفر است، پس، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۷ـ آرایش الکترونی اتم مولیبدن به صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^5 5s^1$ است. چون، فقط

اوربیتالهای s دارای $m_l=0$ و $l=0$ اند، بنابراین، ۹ الکترون که در اوربیتالهای s قرار دارند، دارای $m_l=0$ و $l=0$ اند.

پس، گزینهٔ (ب) پاسخ درست است.

۸ـ براساس قاعده‌های اسلیتر، در مورد اتم وانادیم داریم:

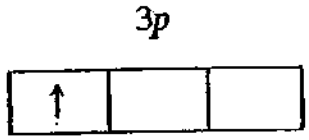
$$_{23}V : 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^3 / 4s^2$$

$$\sigma_{(4s)} = 1\times 0.35 + 11\times 0.85 + 10\times 1 = 19.7$$

$$Z^*_{(4s)} = 23 - 19.7 = 3.3$$

بنابراین، گزینهٔ (الف) پاسخ درست است.

۹ـ آرایش الکترونی اتم آلومینیم به صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ است و آخرین الکترون آن در تراز $3p$ قرار دارد:



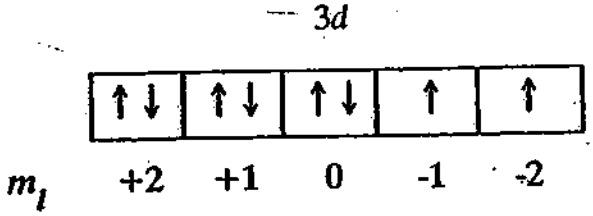
از این‌رو، می‌توان نوشت:

$$n=3 ; m_l=1 ; l=1 ; m_s=+\frac{1}{2}$$

بنابراین، گزینهٔ (ج) پاسخ درست است.

۱۰ـ با توجه به آرایش الکترونی لایه ظرفیت یونهای پیشنهاد شده در گزینه‌های این پرسش، می‌توان نوشت:

Ni^{2+}:



Fe^{3+}: