高考解决方案

元素周期律

学而思1对1

元素周期律

高考怎么考

了解元素周期表的结构

通过同一周期或同一主族元素的的递变规律与原子结构的关系理解元素周期律的实质

通过金属、非金属元素在元素周期表中的位置及其性质递变规律，理解元素的原子结构，元素在周期表中的位置和元素性质三者之间的相互关系。

通过离子键、共价键（极性键和非极性键）的形成过程认识化学键

自检自查必考点

考点一：元素周期表及其应用

周期：具有相同的电子层数的元素按原子序数递增的顺序排列而成的一个横行。

(1)元素周期表中共有 7 个周期，其分类如下：

短周期(3 个)：包括第一、二、三周期，分别含有 2、8、8 种元素

长周期(4 个)：包括第四、五、六、七周期，分别含有 18、18、32 等种元素

(2)某主族元素的电子层数＝该元素所在的周期数.

(3)第六周期中的 57 号元素镧(La)到 71 号元素镥(Lu)共 15 种元素，因其原子的电子层结构和性质十分相似，总称镧系元素.

(4)第七周期中的 89 号元素锕(Ac)到 103 号元素铹(Lr)共 15 种元素，因其原子的电子层结构和性质十分相似，总称锕系元素．在锕系元素中，92 号元素铀(U)以后的各种元素，大多是人工进行核反应制得的，这些元素又叫做超铀元素.

族：在周期表中，将最外层电子数相同的元素按原子序数递增的顺序排成的纵行.

(1)周期表中共有 18 个纵行、16 个族．分类如下：

①既含有短周期元素同时又含有长周期元素的族，叫做主族．用符号“A”表示．主族有 7 个，分别为ⅠA、ⅡA、ⅢA、ⅣA、VA、ⅥA、ⅦA 族(分别位于周期表中从左往右的第 1、2、13、14、15、16、17 纵行).

②只含有短周期元素的族，叫做副族．用符号“B”表示．副族有 7 个，分别为ⅠB、ⅡB、ⅢB、ⅣB、VB、ⅥB、ⅦB 族(分别位于周期表中从左往右的第 11、12、3、4、5、6、7 纵行).

③在周期表中，第 8、9、10 纵行共 12 种元素，叫做Ⅷ族.

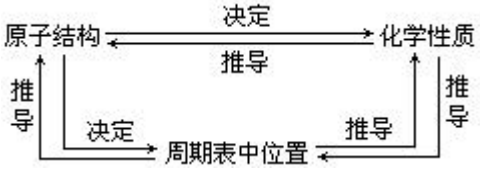
④稀有气体元素的化学性质很稳定，在通常情况下以单质的形式存在，化合价为 0，称为 0 族(位于周期表中从左往右的第 18 纵行).

(2)在元素周期表的中部，从ⅢB 到ⅡB 共 10 个纵列，包括第Ⅷ族和全部副族元素，统称为过渡元素．因为这些元素都是金属，故又叫做过渡金属.

(3)某主族元素所在的族序数：该元素的最外层电子数＝该元素的最高正价数（除 O、F 外）

考点二：元素性质与元素在周期表中位置的关系

(1)元素在周期表中的位置与原子结构、元素性质三者之间的关系：



(2)元素的金属性、非金属性与在周期表中位置的关系：

①同一**周期**元素从左至右，随着核电荷数增多，**原子半径减小，失电子能力减弱，得电子能力增强**；

②同一**主族**元素从上往下，随着核电荷数增多，电子层数增多，**原子半径增大，失电子能力增强，得电子能力减弱**；

③在元素周期表中，左下方的元素铯(Cs)是金属性最强的元素；右上方的元素氟(F)是非金属性最强的元素；位于金属与非金属分界线附近的元素(B、A1、Si、Ge、As、Sb、Te 等)，既具有某些金属的性质又具有某些非金属的性质。

(3)元素化合价与元素在周期表中位置的关系：

①在原子结构中，与化合价有关的电子叫价电子。主族元素的最外层电子即为价电子，但过渡金属元素的价电子还与其原子的次外层或倒数第三层的部分电子有关。

②非金属元素，最高正价=最外层电子数；　最低负价=8-最外层电子数。

考点三：元素周期律及其应用

定义：元素的性质随着原子序数的递增而呈周期性变化，这个规律叫做元素周期律。

具体表现

A.随着原子序数的递增，元素的原子最外层电子排布呈现由 1 到 8 变化的规律（第一周期除外）

b.随着原子序数的递增，元素的原子半径呈现由大到小的周期性变化（稀有气体除外）。

c.随着原子序数的递增，元素的主要化合价呈现最高正价由+1 到+7（O，F 除外），最低负价由-4 到-1 的周期性变化。

3、比较元素的金属性强弱和非金属性强弱的方法

（1）比较元素金属性强弱的方法

金属单质跟水(或酸)反应置换出氢的难易程度．金属单质跟水(或酸)反应置换出氢越容易，则元素的金属性越强，反之越弱；

最高价氧化物对应的水化物——氢氧化物的碱性强弱．氢氧化物的碱性越强，对应金属元素的金属性越强，反之越弱；

还原性越强的金属元素原子，对应的金属元素的单质金属性越强，反之越弱。

金属间的置换

金属活动顺序表

一般金属阳离子的氧化能力越强，则对应金属单质的还原性越弱。

（2）比较元素非金属性强弱的方法

非金属单质跟氢气化合的难易程度(或生成的氢化物的稳定性)，非金属单质跟氢气化合越容易(或生成的氢

化物越稳定)，元素的非金属性越强，反之越弱；

最高价氧化物对应的水化物(即最高价含氧酸)的酸性强弱．最高价含氧酸的酸性越强，对应的非金属元素的非金属性越强，反之越弱；

氧化性越强的非金属元素单质，对应的非金属元素的非金属性越强，反之越弱。

非金属单质间的置换

原子序数为 11—17 号主族元素的金属性、非金属性的递变规律

		Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
原子序数		11	12	13	14	15	16	17
单质与水(或酸)的反应情况		与冷水剧烈反应	与冷水反应缓慢，与沸水剧烈反应	与沸水反应很缓慢，与冷水不反应，				部分溶于水，部分与水反应
非金属单质与氢气化合情况	反应条件				高温		加热	光照或点燃
	氢化物稳定性				SiH_4 极不稳定	PH_3 高温分解	H_2S 受热分解	HCl 很稳定
最高价氧化物对应水化物的碱(酸)性强弱		NaOH 强碱	$Mg(OH)_2$ 中强碱	$Al(OH)_3$ 两性氢氧化物	H_2SiO_3 极弱酸	H_3PO_4 中强酸	H_2SO_4 强酸	$HClO_4$ 强酸
金属性、非金属性递变规律		金属性逐渐减弱、非金属性逐渐增强 →						

4、简单微粒半径的比较方法

原子半径	1.电子层数相同时，随原子序数递增，原子半径减小 例：$r_{Na}>r_{Mg}>r_{Al}>r_{Si}>r_{P}>r_{S}>r_{Cl}$ 2.最外层电子数相同时，随电子层数递增原子半径增大。 例：$r_{Li}<r_{Na}<r_{k}<r_{Rb}<r_{Cs}$
离子半径	同种元素的离子半径:阴离子大于原子,原子大于阳离子,低价阳离子大于高价阳离子.例：$r_{Cl^-}>r_{Cl}$，$r_{Fe}>r_{Fe^{2+}}>r_{Fe^{3+}}$ 电子层结构相同的离子,核电荷数越大,半径越小. 例：$r_{O^{2-}}>r_{F^-}>r_{Na^+}>r_{Mg^{2+}}>r_{Al^{3+}}$ 带相同电荷的离子,电子层越多,半径越大. 例：$r_{Li^+}<r_{Na^+}<r_{K^+}<r_{Rb^+}<r_{Cs^+}$；$r_{O^{2-}}<r_{s^{2-}}<r_{Se^{2-}}<r_{Te^{2-}}$

	带电荷、电子层均不同的离子可选一种离子参照比较。 例：比较 r_{k^+}与 $r_{Mg^{2+}}$可选 r_{Na^+}为参照可知 $r_{k^+}>r_{Na^+}>r_{Mg^{2+}}$

例题精讲

【例 1】 下列事实与碳、硅的非金属性强弱无关的是

A．CH_4 的热稳定性强于 SiH_4

B．H_2CO_3 的酸性强于 H_2SiO_3

C．CO_2 能溶于水生成碳酸，而 SiO_2 却不溶于水

D．碳、硅同主族，原子半径碳小于硅

【来源】2014 西城期末

【答案】C

【例 2】 X、Y、Z、W 四种短周期元素在周期表中相对位置如下表所示，Y 是地壳中含量最高的元素。下列说法中不正确的是

	X		Y
Z			W

A．Z 的原子半径大于 Y

B．Y 的非金属性强于 W

C．W 的氧化物对应的水化物都是强酸

D．X、Z 的最高价氧化物均可与 NaOH 溶液反应

【来源】2014 西城期末

【答案】C

【例 3】 X、Y、Z、W 是短周期元素，原子序数依次增大。X 是原子半径最小的元素；Y 元素原子的最外层电子数是电子层数的 2 倍；Z 元素的-1 价阴离子、W 元素的+3 价阳离子的核外电子排布均与氖原子相同。下列说法正确的是

A．X、Y 形成的化合物只含有极性键

B．X 单质和 Z 单质在暗处能剧烈反应

C．含 W 元素的盐溶液一定显酸性

D．Z 离子半径小于 W 离子半径

【来源】2014 海淀期末

【答案】B

【例 4】 X、Y 均为元素周期表中前 20 号元素，其简单离子的电子层结构相同，下列说法正确的是

A．由 $_mX^{a+}$与 $_nY^{b-}$,得 m+a=n－b

B．X^{2-}的还原性一定大于 Y^-

C．X,Y 一定不是同周期元素

D．若 X 的原子半径大于 Y,则气态氢化物的稳定性 H_mX 一定大于 H_nY

【来源】2014 东城期末

【答案】B

【例 5】 下列排列顺序不正确的是

A．热稳定性：$H_2O>NH_3>PH_3$　　B．原子半径：Si>Na>O

C．碱性：CsOH>KOH>NaOH　　D．失电子能力：K>Na>Mg

【来源】2014 东城期末

【答案】B

【例 6】 下列关于第 IVA 族元素的说法中，正确的是

A．原子半径：$_{14}Si>_{32}Ge$

B．稳定性：$CH_4<SiH_4$

C．酸性：$H_2CO_3>H_2SiO_3$

D．碱性：$_{32}Ge(OH)_4>_{50}Sn(OH)_4>_{82}Pb(OH)_4$

【来源】2014 朝阳期末

【答案】C

【例 7】 四种短周期元素 W、X、Y、Z，其原子的最外层电子数之和为 19，W 和 X 元素原子的质子数之比为 1∶2， Y 的核外电子数比 X 多 4，Z 的核电荷数大于 X。下列说法中，正确的是

A．原子半径大小：Z＞Y＞X＞W

B．Y、Z 两种元素的氧化物对应的水化物酸性为：Y＜Z

C．X、Y、Z 三种元素的单质均既有氧化性又有还原性

D．W、Y、Z 三种元素形成的气态氢化物中最稳定的是 Z 的气态氢化物

【答案】D

【例 8】 X、Y、Z 均为短周期元素，其简单离子 X^+、Y^{3+}、Z^{2-} 的核外电子层结构相同。下列说法不正确的是

A．原子序数：Y＞X＞Z　　B．碱性：XOH＞$Y(OH)_3$

C．单质的还原性：X＞Y　　D．离子半径：$X^+>Y^{3+}>Z^{2-}$

【答案】D

【例 9】 以下有关原子结构及元素周期律的叙述正确的是

A．第 IA 族元素铯的两种同位素 ^{137}Cs 比 ^{133}Cs 多 4 个质子

B．同周期元素（除 0 族元素外）从左到右，原子半径逐渐减小

C．第 ⅦA 元素从上到下，其氢化物的稳定性逐渐增强

D．同主族元素从上到下，单质的熔点逐渐降低

【答案】B

【例 10】 短周期元素 X、Y、Z、W、Q 在元素周期表中的相对位置如图所示。下列说法正确的是

		X	Y		
Z			W	Q	

A．元素 X 与元素 Z 的最高正化合价之和的数值等于 8

B．原子半径的大小顺序为：$r_X>r_Y>r_Z>r_W>r_Q$

C．离子 Y^{2-}和 Z^{3+}的核外电子数和电子层数都不相同

D．元素 W 的最高价氧化物对应的水化物的酸性比 Q 的强

【答案】A

【例 11】 W、X、Y、Z、M、Q 均为除稀有气体外的短周期元素，其原子序数依次增大，X 的最外层电子数是 W 的 4 倍，Z 与 M 的最低负化合价相同，X、M 在周期表中位置如图所示。

X		
		M

（1）X 在周期表中的位置为_____，Q 的元素名称为_____；

（2）Z 与 W 形成的 4 核离子的电子式为_____；

（3）由 W、Y、Z、M 组成的离子化合物在溶液中相互反应的离子方程式为：

_____。

（4）W_2 与 Z_2 反应化合物甲，W_2 与 Q_2 反应生成化合物乙。已知反应：

乙(g)＋Z_2(g)→甲(g)＋Q_2(g)，每生成 1 mol Q_2 放热 57.8 kJ。写出该反应的热化学方程式：

_____；

（5）X、Y 可分别与 Z 以原子个数比 1∶1 形成化合物丙和丁。在催化剂存在条件下，丙与丁发生可逆反应，生成单质 Y_2 和另一种化合物戊。写出该反应的化学方程式：

_____，该反应的平衡常数表达式为_____；

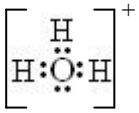
（6）将 1 mol 丙气体和 1 mol 丁气体充入一装有催化剂的恒压容器中，充分反应达平衡后：

①若气体体积较原来减少 23%，则丁的转化率为_____；

②已知该反应$\Delta H<0$，则升高温度，平衡常数 K 值将_____（填变大、变小或不变）；

③若仅将压强增大为原来的 2 倍，再次达平衡后，混合气体中丁的体积分数将_____（填变大、变小或不变）。

【答案】（1）第二周期、IVA 族　　氯

（2） 

（3）$SO_3^{2-}+2H^+=SO_2\uparrow+H_2O$ 或 $HSO_3^-+H^+=SO_2\uparrow+H_2O$

（4）$2HCl(g)+\frac{1}{2}O_2(g)=H_2O(g)+Cl_2(g)$　$\Delta H=-57.8\ kJ/mol$

或写为：$4HCl(g)+O_2(g)=2H_2O(g)\ 2Cl_2(g)$　$\Delta H=-115.6\ kJ/mol$

（5）$2CO+2NO \xrightleftharpoons{催化剂} N_2+2CO_2$　　$K=\dfrac{c^2(CO_2)\cdot c(N_2)}{c^2(CO)\cdot c^2(NO)}$

（6）①92%　　②变小　　③变小

【例 12】　　A、B、C、D、E、F 是短周期元素，周期表中 A 与 B、B 与 C 相邻；C 与 E 同主族；A 与 C 最外层电子数之比为 2:3，B 的最外层电子数比 C 的最外层电子数少 1 个；F 元素的原子在周期表中半径最小；常见化合物 D_2C_2 与水反应生成 C 的单质，且溶液使酚酞溶液变红

（1）E 的名称为_____；D 的最高价氧化物的水化物的电子式：_____。FAB 分子的结构式为_____。

（2）A、B、C 的氢化物稳定性顺序为（用分子式表示，由大到小）_____；

B 的氢化物和 B 的最高价氧化物的水化物反应生成 z 则 Z 中的化学键类型为_____。

（3）两种均含 C、D、E、F 四种元素的化合物相互反应放出气体的反应离子方程式为_____。

（4）一定量的 D_2C_2 与 AC_2 反应后的固体物质，恰好与含 0.8mol HCl 的稀盐酸完全反应，并收集 0.25 mol 气体，则固体物质的组成为（写清成分和物质的量）_____。

（5）在容积不变的密闭容器中进行如下反应：$3F_2(g)+B_2(g) \rightleftharpoons 2BF_3(g)$，若将平衡体系中各物质的浓度都增加到原来的 2 倍，则产生的结果是_____（填序号）。

A．平衡不发生移动

B．反应物的转化率减小

C．BF_3 的质量分数增加

D．正逆反应速率都增大

【答案】（1）硫

（2）H_2O　NH_3　CH_4　　离子键、共价键

(3)$HSO_3^-+H^+=H_2O+SO_2$

(4)0.3molNa_2O_2　　0.1mol Na_2CO_3

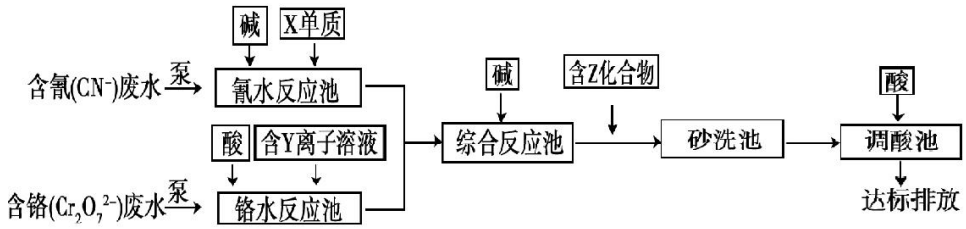
(5) C、D

【例 13】　　X、Y、Z 是中学化学常见的三种元素，其中，X、Z 位于短周期。常温下，X 单质为黄绿色气体；向含 Y 离子的溶液中滴加氢氧化钠溶液，生成白色絮状沉淀，迅速变为灰绿色，最后变为红褐色；Z 的最外层电子数与核外电子总数之比为 3：13。请回答下列问题：

（1）Z 在元素周期表中的位置是_____，X 单质分子的电子式是_____。

（2）Z 单质与 Y 的氧化物在高温条件下反应是冶炼 Y 单质的一种方法，该反应化学方程式是_____。

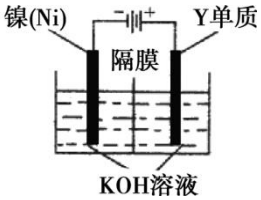
（3）含上述元素的某些物质常用于处理工业废水，部分流程如下图：



①处理含铬废水时，在反应池中 $Cr_2O_7^{2-}$变为 Cr^{3+}，当反应转移 1 mol 电子时，有_____ mol $Cr_2O_7^{2-}$ 转化（计算结果保留两位小数）。

②含 Z 化合物可以使水中悬浮颗粒发生凝聚，原因是_____（用文字和化学用语表示）。

③处理含氰废水时，CN^-最终转化为两种无毒的气体，该反应的离子方程式是_____。



（5）利用下图方法电解可得到一种新型净水剂 K_2YO_4，阳极的电极反应式为_____。

【答案】（1）三周期 ⅢA 族 ， $:\ddot{\underset{..}{Cl}}:\ddot{\underset{..}{Cl}}:$

（2）$Fe_2O_3+2Al\xlongequal{高温}Al_2O_3+3Fe$ 或 $3Fe_3O_4+8Al\xlongequal{高温}4Al_2O_3+9Fe$ 或

$3FeO+2Al\xlongequal{高温}Al_2O_3+3Fe$

（3）①0.17

② $Al3++3H_2O\rightleftharpoons Al(OH)_3+3H+$，铝离子水解产生氢氧化铝胶体，能吸附水中悬浮物，使之沉淀下来。

③ $2CN^- + 5Cl_2 + 8OH^- = 2CO_2 + N_2 + H_2O + 10Cl^-$

（4）$Fe - 6e^- + 8OH^- = FeO_4^{2-} + 4H_2O$

【例 14】 下表是元素周期表的一部分，表中所列字母分别代表某一化学元素。用化学用语回答下列问题。

a																	
													b	c	d		
e												f	g		h	i	

（1）d、e、f 的离子半径由大到小的顺序为_____

b、c、g 的最高价含氧酸的酸性由强到弱的顺序为_____

a 与 g、h、i 形成的简单化合物的稳定性由强到弱的顺序为_____

(2) i 元素的最高价氧化物对应的水化物为_____，它与 e 的最高价氧化物对应水化物反应的离子方程式为_____。

实验室制取 i 单质的化学方程式为_____

（3）呈两性的氢氧化物溶于强碱的离子方程式为_____

（4）e 与 d 能形成一种淡黄色的化合物它的化学键类型为_____它与 h 的低价态氧化物反应的化学方程式为_____ 。

【来源】2014 东城期末

【答案】

(1) $O^{2-}>Na^{+}>Al^{3+}$

$HNO_3>H_2CO_3>H_2SiO_3$

$HCl>H_2S>SiH_4$

(2) $HClO_4$　　$OH^-+H^+=H_2O$

MnO_2+4HCl（浓）$\overset{\triangle}{=}MnCl_2+Cl_2\uparrow+2H_2O$

(3)$Al(OH)_3+OH^-=AlO_2^-+2H_2O$

(4) 离子键和非极性共价键　　$Na_2O_2+SO_2=Na_2SO_4$

【例 15】　　A、B、D、E、F 为短周期元素，非金属元素 A 最外层电子数与其周期数相同，B 的最外层电子数是其所在周期数的 2 倍。B 在 D 中充分燃烧能生成其最高价化合物 BD_2。E^+与 D^{2-}具有相同的电子数。A 在 F 中燃烧，产物溶于水得到一种强酸。回答下列问题：

（1）A 在周期表中的位置是_____，

写出一种工业制备单质 F 的离子方程式_____；

（2）B、D、E 组成的一种盐中，E 的质量分数为 43%，其俗名为_____，其水溶液与 F 单质反应的化学方程式为_____，在产物中加入少量 KI，反应后加入 CCl_4 并振荡，有机层显_____色；

（3）由这些元素组成的物质，其组成和结构信息如下表：

物质	组成和结构信息
a	含有 A 的二元离子化合物
b	含有非极性共价键的二元离子化合物，且原子数之比为 1:1
c	化学组成为 BDF_2
d	只存在一种类型作用力且可导电的单质晶体

a 的化学式为_____；b 的化学式为_____；c 的电子式为_____；d 的晶体类型是_____；

（4）由 A 和 B、D 元素组成的两种二元化合物形成一类新能源物质。一种化合物分子通过_____键构成具

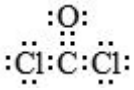
有空腔的固体；另一种化合物（沼气的主要成分）分子进入该空腔，其分子的空间结构为_____。

【来源】2014 大纲卷

【答案】

（1）$2Cl^- + 2H_2O \xlongequal{电解} 2OH^- + H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$（或 $2NaCl(熔融) \xlongequal{电解} 2Na + Cl_2\uparrow$）

（2）纯碱（或苏打）　$2Na_2CO_3 + Cl_2 + H_2O = NaCl + NaClO + 2NaHCO_3$　　紫

（3）NaH　Na_2O_2 和 Na_2C_2　  　金属晶体

（4）氢　正四面体