



原子结构和核外电子运动

日期: _____ 时间: _____ 姓名: _____
Date: _____ Time: _____ Name: _____



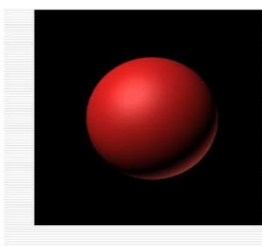
初露锋芒

原子结构模型的衍变

19 世纪初，英国科学家道尔顿提出近代原子学说，他认为原子是微小的不可分割的实心球体。



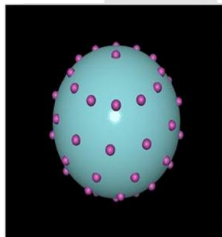
英国化学及物理学家
道尔顿 (J. Dalton)



1897 年，英国科学家汤姆逊发现了电子，认识到原子是由更小的微粒构成。



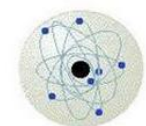
英国物理学家
汤姆生



1911 年，英国物理学家卢瑟福根据 α 粒子散射现象认识到原子是由原子核和核外电子构成的。



英籍新西兰物理学家
卢瑟福
(E. Rutherford, 1871-1937)

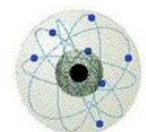


卢瑟福原子模型

1913 年丹麦物理学家波尔提出，原子核外，电子在一系列稳定的轨道上运动。



丹麦物理学家
波尔 (N. Bohr, 1885-1962)



波尔的原子结构模型



根深蒂固

一、原子论

1、古典原子论

- (1) 我国战国时期的_____认为物质是无限可分的。
- (2) 我国战国时期的_____认为物质被分割是有条件的。
- (3) 古希腊哲学家德谟克利特则提出古典原子论：他认为物质由许多极小的微粒构成，这些微粒叫“原子”（atom 意思是不可分割），物质的分割只能到原子为止。

【思考】德谟克利特的下列观点是否正确？

观点 1：物质是由原子构成的。

观点 2：原子不能再分。

2、近代原子论

1803 年，道尔顿提出的原子论

【思考】从所学知识判断的道尔顿的观点是否正确？

1897 年，_____发现电子，并在 1903 年提出了葡萄干面包原子模型，

1895 年，德国物理学家_____发现 X 射线

1896 年，法国物理学家_____发现铀元素的放射性现象

1909 年，_____， α 粒子散射实验

1913 年，_____：电子在核外空间的一定轨道上绕核做高速的圆周运动。

3、现代原子论

现代物质结构学说—电子云模型

【练一练】

- (1) α 粒子是_____原子失去_____个电子后的阳离子。
- (2) 当一束 α 粒子穿过金箔时，极大多数的 α 粒子都穿了过去，并不改变它们的前进方向，由此说明原子_____。
- (3) 有一部分 α 粒子前进方向发生小的偏转，只有极少数 α 粒子好像碰到了坚硬的不可穿透的质点而被弹了回来。用卢瑟福的话描述：“它是如此难以令人置信，正好像你用 15 英寸的炮射击一张薄纸，而炮居然反弹了回来，然后把你打中了一样。”根据以上实验事实，可推：
原子中存在着_____的带_____电荷的_____。
- (4) 1911 年卢瑟福提出了原子结构的行星模型。它的要点是：_____。

二、同位素

1. 概念

具有相同_____和不同_____的同一种元素的原子。

2. 性质

(1) 同位素具有相同原子序数的同一化学元素的两种或多种原子之一，在元素周期表上占有同一位置，化学性质_____（氕、氘和氚的性质有些微差异）；

(2) 但原子质量或质量数不同，从而其物理性质（主要表现在质量、熔点、沸点上）_____。

3. 与元素的关系

(1) 大多数天然元素都具有同位素；

(2) 同位素间属于同种元素，不同的原子；

(3) 在元素定义中，“同一类原子”是指质子数相同、中子数不同的各同位素的原子或离子；

【思考】目前元素周期表中有 112 种元素，那么有 112 种原子吗？

4. 元素、核素、同位素、同素异形体：

	元素	同位素	核素	同素异形体
概念	具有相同核电荷数的同一类原子的总称	质子数相同而中子数不同的同一类元素的不同原子	具有一定数目的质子数和一定数目的中子的一种原子	由同种元素组成的结构和性质不同的单质
例	氧（O）元素、氢（H）元素	^{16}O 、 ^{17}O 、 ^{18}O 是氧的三种核素，互为同位素	如： $^1\text{H}(\text{H})$ 、 $^2\text{H}(\text{D})$ 、 $^3\text{H}(\text{T})$	氧气和臭氧、白磷和红磷

5. 放射性同位素的应用：

(1) 射线照相技术，可以把物体内部的情况显示在照片上；

(2) 测定技术方面应用，古生物年龄的测定，对生产过程中的材料厚度进行监视和控制等；

(3) 用放射性同位素作为示踪剂；

(4) 用放射性同位素的能量，作为航天器能源等；

(5) 利用放射性同位素的杀伤力，转恶为善，治疗癌症、灭菌消毒以及进行催化反应等

【练一练】

1. ^1H 、 ^2H 、 ^3H 、 H^+ 、 H^- 是（ ）

A. 氢的五种同位素

B. 五种氢元素

C. 氢的五种同素异形体

D. 氢元素的五种不同微粒

2. 由 H、D 和 ^{16}O 、 ^{18}O 四种原子构成的水分子有 ()
A. 四种 B. 五种 C. 六种 D. 七种

3. 由以下一些微粒： $^{13}_6\text{C}$ 、 $^{39}_{19}\text{K}$ 、 $^{40}_{20}\text{Ca}$ 、 $^{12}_6\text{C}$ 、 $^{14}_7\text{N}$ 、 $^{40}_{18}\text{Ar}$ 、 O_2 、 O_3 其中：

- (1) 互为同位素的是_____；(2) 中子数相等，但质子数不相等的是_____；
(3) _____互为同素异形体。

三、核外电子的运动状态

1. 核外电子运动状态的描述—电子云

定义：电子云是用小黑点的疏密表示在一定时间间隔内电子在原子核外出现概率的统计。

【解析】在离核近的地方小黑点密度大，表示电子在此出现的_____；
在离核远的地方小黑点密度小，表示电子在此出现的_____。

2. 电子运动的特点

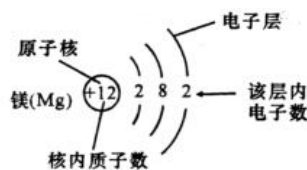
- ①质量很小，带负电荷； ②运动的空间范围小； ③高速运动。

3. 核外电子排布的规律

- ①电子是在原子核外距核由_____，能量由_____的不同电子层上分层排布，
第一到第七电子层的字母代号依次为：_____。
②电子一般总是尽先排在_____的电子层里，即先排第一层，当第一层排满后，再排
第二层等。
③每层最多容纳的电子数为_____ (n 代表_____)，最外层的电子数不超过_____个
(第一层为最外层时，电子数不超过_____个)；次外层电子数不能超过_____个，倒数第三层
不能超过_____个

4. 核外电子排布的表达

(1) 结构示意图



【思考】画出第三周期所有元素的原子结构示意图

(2) 电子式

概念：我们常用小黑点（• 或×）来表示元素的原子的最外层上的电子叫电子式。

①原子电子式的书写

H: _____ He: _____ C: _____
N: _____ O: _____ F: _____
Mg: _____ Ar: _____

②离子电子式书写

简单阳离子电子式的书写：直接用离子符号表示阳离子的电子式。

【思考】 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 能否表示对应离子的电子式

阴离子电子式的书写：非金属元素的原子形成阴离子时，得到电子，使其最外层达到稳定结构。

书写时应注意：

- ①在对应符号的右上角标出该离子的电性及所带的电荷数；
- ②对阴离子书写时都要加上“[]”，电荷符号应该写在[]的外面；

【思考】写出 O^{2-} 、 F^- 、 S^{2-} 的电子式

- ③对某些复杂的原子团和阴离子的书写一样，书写的时候也要加上“[]”，如铵根离子和氢氧根离子的电子式要写成：



【练一练】写出下列原子或离子的结构示意图：

- | | | |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ①Na _____ | ②Cl _____ | ③ O^{2-} _____ |
| ④ Mg^{2+} _____ | ⑤ P^{3-} _____ | ⑥ K^+ _____ |

四、拓展应用

10 电子、18 电子微粒

1. 核外有 10 个电子的微粒

分子: _____

阳离子: _____

阴离子: _____

2. 核外有 18 个电子的微粒

分子: _____

离子: _____



枝繁叶茂

知识点 1: 原子结构发展历程

【例 1】(2016·金山区一模) 在化学的发展史上, 许多科学家创建的理论对化学科学的发展起到重大的作用. 有关科学家与其创建的理论对应不匹配的是 ()

- | | |
|-------------------|--------------------|
| A. 墨子: 物质的分割是有条件的 | B. 汤姆生: 葡萄干面包模型 |
| C. 德谟克利特: 古典原子论 | D. 贝克勒尔: 原子结构的行星模型 |

变式 1: 1803 年, 英国科学家道尔顿提出原子学说, 其主要论点有: ①物质都是由原子构成; ②原子是微小的不可分割的实心球体; ③同类原子的性质和质量都相同. 从现代观点看, 这三点不正确的是 ()

- A. ② B. ①② C. ②③ D. ①②③

知识点 2: 质子数、中子数、质量数、核外电子数

【例 2】下列关于原子的几种描述中, 不正确的是 ()

- | | |
|---|---|
| A. ^{18}O 与 ^{19}F 具有相同的中子数 | B. ^{16}O 与 ^{19}O 具有相同的电子数 |
| C. ^{12}C 与 ^{13}C 具有相同的质量数 | D. ^{15}N 与 ^{14}N 具有相同的质子数 |

变式 1: 已知 X 元素的原子核外电子数为 n, X^{2-} 离子和 Y^{3+} 离子的电子层结构相同, 则 Y 原子的质子数为 ()

- A. $n+1$ B. $n+2$ C. $n+4$ D. $n+5$

变式 2: 金属氧化物的分子式为 M_2O_3 , 电子总数为 50, 每个 M 离子具有 10 个电子, 若其中每个氧原子核内都有 8 个中子, M_2O_3 的式量为 102, 则 M 原子核内的中子数 ()

- A. 14 B. 13 C. 10 D. 21

变式 3: 已知粒子 X^{2+} 的质量数为 24, 中子数为 12, 则 X^{2+} 的核电荷数为 _____, 核外电子数为 _____, mg 该粒子的氧化物 XO 中含有电子数为 _____。

变式 4: 已知 R^{2-} 核内共有 N 个中子, R 的质量数为 A, 则 m 克 R^{2-} 中含电子的物质的量为 ()

A. $\frac{m(A-N)}{A} \text{ mol}$

B. $\frac{m(A-N-2)}{A} \text{ mol}$

C. $\frac{m(A-N)}{A} \text{ mol}$

D. $\frac{m(A-N+2)}{A} \text{ mol}$

【方法提炼】

牢记几个等式关系:

- 1、原子内部: 核电荷数=质子数=核外电子数=原子序数
- 2、阳离子: 核外电子数=核电荷数-离子所带电荷数
- 3、阴离子: 核外电子数=核电荷数+离子所带电荷数
- 4、质量数=质子数+中子数

知识点 3: 同位素

【例 3】 下列说法中, 正确的是 ()

- A. 属于同一种元素的原子一定互为同位素
- B. 互为同位素的两种原子一定属于同一种元素
- C. 在化学反应中, 原子的电子数不会改变
- D. 一种原子的原子核如果得到或失去中子, 就变成另一种元素

变式 1: 下列说法中不正确的是 ()

- ①质子数相同的粒子一定属于同种元素;
 - ②同位素的性质几乎完全相同;
 - ③质子数相同, 电子数也相同的两种粒子, 不可能是一种分子和一种离子;
 - ④电子数相同的粒子不一定是同一种元素;
 - ⑤一种元素只能有一种质量数;
 - ⑥某种元素的原子相对原子质量取整数, 就是其质量数.
- A. ①②④⑤ B. ③④⑤⑥ C. ②③⑤⑥ D. ①②⑤⑥

变式 2: 用符号填空: a. 质子数; b. 中子数; c. 核外电子数; d. 最外层电子数。

(1) 原子种类由 _____ 决定;

(2) 元素种类由 _____ 决定;

- (3) 核电荷数由_____决定；
 (4) 相对原子质量由_____决定；
 (5) 元素的化合价主要由_____决定；
 (6) 元素的化学性质主要由_____决定。

变式 3: 分子数相同的 H_2^{16}O 、 D_2^{16}O 、 T_2^{18}O 的质子数之比为_____，电子数之比为_____，中子数之比为_____，质量数之比为_____。

【方法提炼】

- (1) 元素、同位素、原子概念熟练掌握和区分；
 (2) 掌握原子和离子的性质和结构。

知识点 4: 元素的推断

【例 4】 在 1~18 号元素中，填写符合下列要求的元素符号：

- (1) 原子 L 层上有 3 个电子的元素是_____。
 (2) 原子 M 层电子数为 L 层电子数一半的元素是_____。
 (3) 原子 K 层与 M 层上的电子数之和等于 L 层上的电子数的元素是_____。
 (4) 原子最外层电子数为其内层电子总数一半的元素是_____。
 (5) 原子最外层电子数等于其电子层数的元素是_____。
 (6) 某元素最外层电子数是次外层电子数的 2 倍，该元素符号是_____。
 (7) 次外层电子数为最外层电子数的 $\frac{1}{3}$ 的元素为_____，其原子结构示意图为_____。
 (8) 最外层只有 1 个电子的元素有_____，
 其中核电荷数最大的元素的原子结构示意图为_____。

变式 1: 现有四种元素 A、B、C、D，已知 A^- 离子核外有 18 个电子；B 原子最外层电子数比 D 原子核外电子数多 2 个，B 原子比 D 原子多 2 个电子层； D^+ 离子核外没有电子；C 元素原子核外电子比 B 元素的原子核外电子多 5 个。

- (1) 写出四种元素的名称和符号：

A_____, B_____, C_____, D_____, _____;

- (2) 画出 C 和 D 原子及 A^- 离子的结构示意图：

C_____；D_____； A^- _____。

变式 2: A、B、C、D 为具有相同电子层数的四种元素。已知：0.2molA 与酸充分反应后可生成 2.24LH₂（标准状况）；B 原子的最外层电子数比最内层电子数多 1 个；C、D 离子的电子层结构与氩原子相同；C 在点燃时与氧气反应生成的氧化物，它是引起自然界中酸雨形成的主要原因；D 单质常温时为气态。

(1) A、B、C、D 的元素名称分别为 A _____，B _____，C _____，D _____；

(2) B 原子的原子结构示意图为_____。

【方法提炼】 进行元素推断时，要注意电子层的猜想，从而看是否符合题目要求。


掌握电子层结构相同的离子的判断。


知识点 5：核外电子的表示方法


【例 5】 写出下列离子的电子式和结构示意图：


- (1) 钠离子 _____， _____； (2) 氟离子 _____， _____；
 (3) 氯离子 _____， _____； (4) 氢离子 _____， _____；
 (5) 氢氧根离子 _____； (6) 铵根离子 _____。

变式 1: 质子数为 13，核外有 10 个电子的微粒的符号和结构示意图是 ()

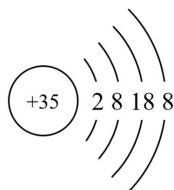
A. 符号：Al，结构示意图：

B. 符号：Al³⁺，结构示意图：

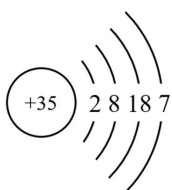
C. 符号：Al，结构示意图：

D. 符号：Al³⁺，结构示意图：

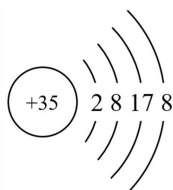
变式 2: 元素 A 的核电荷数为 35，它的原子结构示意图中，正确的是 ()



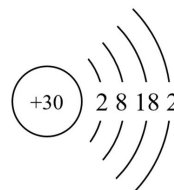
A



B



C



D



瓜熟蒂落

- 据报道，中国科学院的有关专家在世界上首次发现了镆元素同位素 $^{239}_{91}\text{Pa}$ ，它的中子数为 ()
A. 330 B. 91 C. 239 D. 148
- 关于 $^{23}_{11}\text{Na}^+$ ，下面的叙述中，错误的是 ()
A. 质子数为 11 B. 电子数为 11
C. 中子数为 12 D. 质量数为 23
- 在所有原子中肯定含有的微粒①质子 ②中子 ③电子是 ()
A. ①②③ B. 仅① C. ①和③ D. ①和②
- 根据元素的核电荷数，不能确定的是 ()
A. 原子核内质子数 B. 原子核内中子数
C. 原子最外层电子数 D. 原子核外电子数
- 最新报道放射性元素 $^{166}_{67}\text{Ho}$ 可有效疗肝癌，该元素原子核内的中子数和核外电子数之差是 ()
A. 32 B. 67 C. 99 D. 166
- $^{13}\text{C}-\text{NMR}$ (核磁共振)、 $^{15}\text{N}-\text{NMR}$ 可用于测定蛋白质、核酸等生物大分子的空间结构，Kurt Wüthrich 等人为此获得 2002 年诺贝尔化学奖。下面有关 ^{13}C 、 ^{15}N 叙述正确的是 ()
A. ^{13}C 与 ^{15}N 有相同的中子数 B. ^{13}C 与 C_{60} 互为同素异形体
C. ^{15}N 与 ^{14}N 互为同位素 D. ^{15}N 的核外电子数与中子数相同
- 科学家发现 C_{60} 后，近年又合成了许多球形的分子 (富勒烯)，如 C_{50} ， C_{120} ， C_{540} 等，它们互称为 ()
A. 同系物 B. 同分异构体 C. 同素异形体 D. 同位素
- 已知元素 R 的某种同位素的氯化物为 RCl_x 为离子化合物，其中该元素的离子核内中子数为 y，核外电子数为 Z，则该同位素的符号为 ()
A. ^y_zR B. $^{y+z}_z\text{R}$ C. $^{y+z}_{z+x}\text{R}$ D. $^{y+z+x}_{z+x}\text{R}$

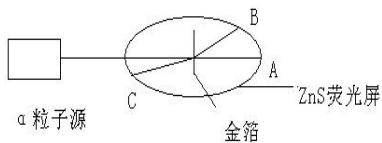
9. 下列各对物质中, 互为同位素的是 ()
- ① ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ ② H_2O 、 D_2O ③ ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ 、 ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ ④ 石墨、金刚石 ⑤ O_2 、 O_3 ⑥ H_2 、 H^+
- A. ①②③ B. ①③ C. ③④⑤ D. ④⑤⑥
10. 下列离子中, 电子数大于质子数的且质子数大于中子数的是 ()
- A. D_3O^+ B. Li^+ C. OD^- D. OH^-
11. 请你运用所学的化学知识判断, 下列有关化学观念的叙述错误的是 ()
- A. 几千万年前地球上一条恐龙体内的某个原子可能在你的身体里
- B. 用斧头将木块一劈为二, 在这个过程中个别原子恰好分成更小微粒
- C. 一定条件下, 金属钠可以成为绝缘体 (高压条件)
- D. 一定条件下, 水在 20°C 时能凝固成固体
12. 下列叙述中, 正确的是 ()
- A. 在多电子的原子中, 能量高的电子通常在离核近的区域活动
- B. 核外电子总是先排在能量低的电子层上
- C. 两种微粒, 若核外电子排布完全相同, 则其化学性质一定相同
- D. 微粒的最外层只能是 8 个电子才稳定
13. 现有 ${}_b\text{X}^{n-}$ 和 ${}_a\text{Y}^{m+}$ 两种离子, 它们含有相同的电子数, 则 a 与下列式子相等关系的是 ()
- A. $b-m-n$ B. $b+m+n$ C. $b-m+n$ D. $b+m-n$
14. 已知氮原子的质量数是 14, 则在 NH_3D^+ 中, 电子数、质子数、中子数之比为 ()
- A. 10:7:11 B. 11:11:8 C. 10:11:8 D. 11:10:8
15. 某元素原子的核电荷数是电子层数的五倍, 其质子数是最外层电子数的三倍, 该元素的原子核外电子排布是 ()
- A. 2, 5 B. 2, 7 C. 2, 8, 5 D. 2, 8, 7
16. 电子层结构相同的微粒组是 ()
- A. F^- 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} B. O^{2-} 、 Al^{3+} 、 S^{2-}
- C. K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ar D. Li^+ 、 Na^+ 、 K^+

17. A、B 均为原子序数 1~20 的元素，已知 A 的原子序数为 n ， A^{2+} 离子比 B^{2-} 离子少 8 个电子，则 B 的原子序数是 ()
- A. $n+4$ B. $n+6$ C. $n+8$ D. $n+10$
18. 某元素原子核内有 Z 个质子， n 个中子，质量数为 A ，该元素的阳离子 R^{m+} ，核外共有 a 个电子，则下列关系式中正确的是_____
- A. $Z=a-m$ B. $Z=a+m$ C. $A=a+m+n$ D. $Z=a$
19. 氢原子的电子云图中的小黑点表示的意义是 ()
- A. 一个小黑点表示一个电子 B. 黑点的多少表示电子个数的多少
- C. 电子在核外空间出现的机会 D. 表示电子运动的轨迹
20. 法国里昂的科学家最近发现一种只由四个中子构成的微粒，这种微粒称为“四中子”，也有人称之为“零号元素”。下列有关“四中子”微粒的说法不正确的是 ()
- A. 该微粒不显电性 B. 该微粒质量数为 4
- C. 与氢元素的质子数相同 D. 该微粒质量比氢原子大
21. 最新科技报道，美国夏威夷联合天文中心的科学家发现了新型氢微粒，这种新粒子是由 3 个氢原子核（只含质子）和 2 个电子构成，对于这种微粒，下列说法正确的是 ()
- A. 该微粒为电中性 B. 它是氢元素的一种新的同位素
- C. 它的化学式为 H_3 D. 它比一个普通 H_2 分子多一个氢原子核
22. 在原子中对于第 n 电子层，若它作为原子的最外层，则容纳的电子数最多与 $(n-1)$ 层的相同；当它作为次外层，则其容纳的电子数比 $(n+1)$ 层上电子数最多能多 10 个，则第 n 层为 ()
- A. L 层 B. M 层 C. N 层 D. 任意层
23. R 元素的原子，其次外层的电子数为最外层电子数的 2 倍，则 R 是_____
- A. Li B. Be C. Si D. S
24. 某元素 R 原子的核外电子数等于核内中子数，该元素的单质 2.8 克与氧气充分反应，可得到 6 克化合物 RO_2 ，则该元素的原子 _____
- A. 具有三层电子 B. 具有二层电子
- C. 最外层电子数为 5 D. 最外层电子数为 4

25. 核内中子数为 N 的 M^{2+} 离子, 质量数为 A , 则 ng 的氧化物 MO 中所含电子的物质的量是 ()

- A. $n(A-N+10)/(A+16)$ mol B. $n(A-N+8)/(A+16)$ mol
C. $(A-N+2)$ mol D. $n(A-N+6)/A$ mol

26. 如图是卢瑟福所做的 α 粒子散射实验的示意图, 请回答问题。



- (1) α 粒子的主要构成微粒是_____。
(2) 根据卢瑟福预测的结果, 能看到 α 粒子的点是_____。而根据实验的结果 α 粒子所出现的点是_____, 此实验说明了_____。卢瑟福因为在原子结构研究领域的突出贡献而获得诺贝尔奖, 他的主要功绩是_____。

27. 如有某元素 A 的一个原子 ${}^{39}_{19}\text{A}$, 则:

- (1) 画出 A 原子的结构示意图_____。
(2) 写出 A 原子的电子式_____。
(3) 写出 A 元素名称_____, 它是金属元素还是非金属元素_____。
(4) 如果 A 还有一种同位素 ${}^{41}_{19}\text{A}$, 则两者原子百分数之比为 8: 1, 那么 A 元素的平均相对原子质量是_____。

28. 写出下列微粒的电子式与结构示意图

- ①氢原子_____, _____; ②硼原子_____, _____;
③钙原子_____, _____; ④钾原子_____, _____;
⑤硫原子_____, _____; ⑥镁离子_____, _____。

29. 填空

微粒符号	质子数	中子数	电子数	质量数	电子式	结构示意图
${}_{13}^{27}\text{Al}^{3+}$						
${}_{9}^{19}\text{F}$						
${}_{17}^{35}\text{Cl}^{-}$						
D_2O						
NH_3						
OH^{-}						

30. 有 A、B、C、D、E 五种微粒：

- ①A 微粒核内有 14 个中子，核外 M 电子层上有 2 个电子；
- ②B 微粒得到 2 个电子后，其电子层结构与 Ne 相同；
- ③C 微粒带有一个单位的正电荷，核电荷数为 11；
- ④D 微粒核外有 18 个电子，当失去 1 个电子时呈电中性；
- ⑤E 微粒不带电，其质量数为 1。

依次写出 A、B、C、D、E 各微粒的符号_____、_____、_____、_____、_____；

31. 有 V、W、X、Y、Z 五种元素，它们的核电荷数依次增大，且都小于 20，其中 X、Z 是金属元素；V 和 Z 元素原子的最外层都只有一个电子；W 和 Y 元素原子的最外层电子数相同，且 W 元素原子 L 层电子数是 K 层电子数的 3 倍；X 元素原子的最外层电子数是 Y 元素原子最外层电子数的一半。由此推知（填元素符号），V_____，W_____，X_____，Y_____，Z_____。由这些元素组成的一种结晶水合物的化学式为_____，俗称_____。