

原子结构



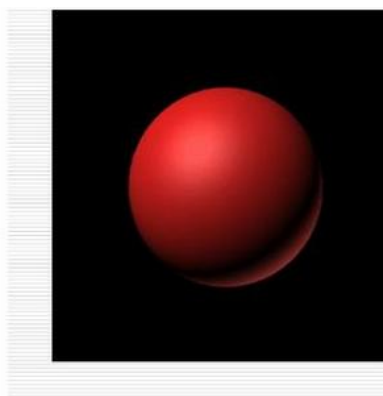
每识每课

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。



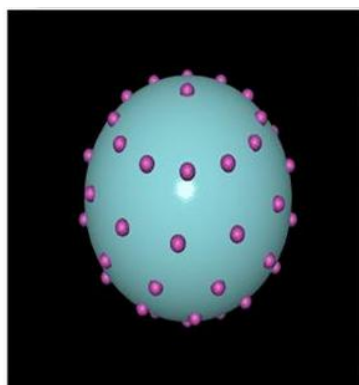
英国化学及物理学家
道尔顿 (J. Dalton)



1897 年，英国科学家汤姆生发现了电子，认识到原子是由更小的微粒构成。



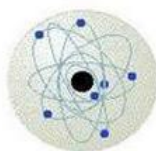
英国物理学家
汤姆生



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)

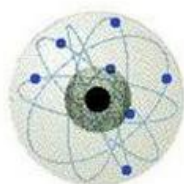


卢瑟福原子模型

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



新知精讲

一、人类认识原子结构的探索历程（含视频，老师课前提前看一下视频，一个视频里包含多个理论对应的实验）

1. 古代朴素的原子观

我国战国时期的**惠施（熟记）**认为_____；

我国战国时期的**墨子**认为_____；

古希腊哲学家**德谟克里特**提出_____（原子是构成物质的微粒，万物是由间断的、不可分割的微粒即原子构成的，原子不能创造，也不能被毁灭，原子的结合和分割是万物变化的根本原因）。

【答案】物质是无限可分的；物质被分割是有条件的；古典原子论

2. 近代原子论

1803 年，道尔顿道尔顿提出_____——实心球模型：

①化学元素由不可再分的微粒构成，这种微粒称为原子；

②原子在一切化学变化中均保持其不可再分性；

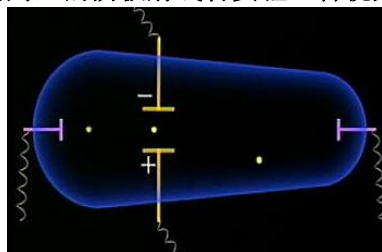
③同一种元素的原子在质量和性质上都相同，不同元素的原子在质量和性质上都不相同；

④不同元素化合时，这些元素的原子按简单整数比结合成化合物。

【答案】近代原子学说

3. 葡萄干面包原子模型

学生活动：汤姆生的阴极射线管实验（含视频 1' 50" 处）



实验现象：阴极射线在磁场中会发生偏移，弯向带正电的一极而远离带负电的一极。

结论：阴极射线是由一种看不见的、带负电的粒子组成。

1903 年，**汤姆生（孙）**（翻译问题：解决学生对人名的疑问）提出_____。

认为原子内正电荷均匀分布在整個原子的球形体内，电子则均匀的分布在這些正电荷之间，就像葡萄干面包一样。

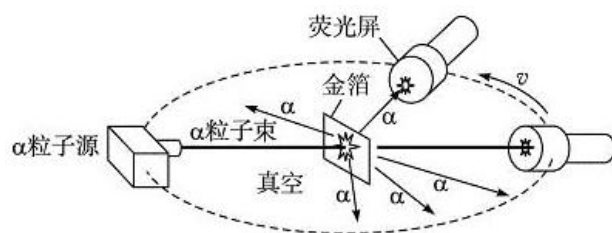
该理论依据是基于下列事实：

- ①物质在通常情况下呈电中性。
- ②物质中存在带负电荷的电子，那么一定有带正电荷的组成部分。
- ③物质由原子构成。
- ④原子中正电荷与负电荷的电量相等，电性相反。

【答案】葡萄干面包原子模型

4. 原子结构的行星模型

学生活动：观看卢瑟福的 α 粒子散射实验（含视频 4' 30" 处）



实验操作：用 α 粒子去轰击金箔

实验现象：绝大部分 α 粒子都直接穿了过去，但有极少数 α 粒子穿过金箔时发生了偏转，有个别 α 粒子竟然偏转了 180° 。

结论：_____。

【答案】原子一定是中空的，原子中一定存在着很小的带正电的核

英国物理学家**卢瑟福**的“行星式”原子结构模型(核式原子结构模型)：

- ①原子由原子核和核外电子组成，原子核带正电荷，位于中心，电子带负电荷，在核周围作高速运动；

②电子的运动形态就像行星绕太阳运转一样。

③原子中空，存在一个极小的带正电的核

*卢瑟福的其余发现： α 射线(本质) — _____； β 射线 — _____

他人同时期其余发现：伦琴(x 射线 — _____) γ 射线 — _____

【答案】氦原子核(带两个单位正电)；电子流；电磁波；电磁波。

丹麦物理学家玻尔的轨道原子结构模型：

引入量子论观点，提出原子核外，电子不是随意占据在原子核的周围，而是在固定的层面上运动。当电子从一个层面跃迁到另一个层面时，原子便吸收或释放能量。

5. 现代原子结构学说——电子云模型

【练一练】

1. 原子理论的发展故事是一连串早期的实验，用来帮助“看到无法看到的物，了解不易了解的事”。这些故事中的科学家与其重大的科学发现或理论，下列哪个选项的组合是错误的()

选项	科学家	发表的内容
A	道尔顿	提出原子学说
B	汤姆生	发现电子
C	卢瑟福	提出原子结构的葡萄干面包模型
D	波尔	建立量子化的氢原子模型

【答案】C

2. 卢瑟福提出原子结构的行星模型的实验依据是“ α 粒子散射实验”。

(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 粒子前进的方向发生小的偏转，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，可推理出：原子中存在着 _____ 的带 _____ 电荷的 _____。

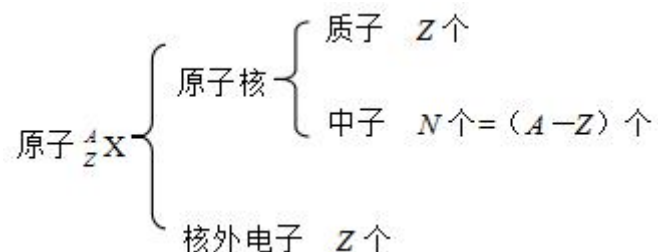
(4) 1911 年卢瑟福提出了原子结构的行星模型。它的要点是： _____

【答案】(1) 氦；2；(2) 原子的内部是中空的；(3) 质量很集中；正；电子核；(4) 原子是由带正电的质量很集中的很小的原子核和它周围运动着的带负电的电子组成的，就像行星绕太阳运转一样的一个体系。

二、原子的构成

1. 原子的组成

(1) 组成 (学生版下面的框架图建议删除, 让学生自己写)



(2) 构成原子的微粒和性质

构成原子的微粒	原子		
	电子	原子核	
		质子	中子
质量	$9.041 \times 10^{-31} \text{kg}$	$1.6726 \times 10^{-27} \text{kg}$	$1.6748 \times 10^{-27} \text{kg}$
相对质量	$\frac{1}{1836}$	1.007	1.008
典型和电荷量	带 1 个单位负电荷	带 1 个单位正电荷	不显电性

(3) 质量数

电子的质量很小, 仅为质子质量的 $1/1836$, 原子的质量主要集中在原子核上。质子和中子的相对质量分别为 1.007 和 1.008, 均取近似整数值为 1。如果忽略电子的质量, 将原子核内所有的质子和中子相对质量取近似整数值, 加起来所得的数值, 叫做质量数, 用符号_____表示。

公式 1: 原子中各微粒之间的关系: 质量数 (A) = _____

公式 2: 原子序数 = _____ = _____ = _____

答案: A 质子数 (Z) + 中子数 (N)

质子数 = 核外电子数 = 核电荷数

【思考 1】如何判断某一个原子的质量数呢?

答案: 某原子的质量数 = 质子数 + 中子数 \approx 该原子的近似相对原子质量 (因为质量数是忽略了原子内部的电子数计算得到的)。

2. 离子

(1) 离子的形成：由原子或原子团得、失电子而形成电子微粒。离子也是构成物质的一种微粒。

(2) 离子的种类：阴离子、阳离子

阳离子：原子失去电子形成的微粒，如 H^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 等；

核电荷数 (Z) = 质子数 = 原子序数 = _____

即：核内质子数 _____ 核外电子数 (填 “>” “<” 或 “=”) _____

阴离子：原子得到电子形成的微粒，如 O^{2-} 、 S^{2-} 、 Cl^- 等；

核电荷数 (Z) = 质子数 = 原子序数 = _____

即：核内质子数 _____ 核外电子数 (填 “>” “<” 或 “=”) _____

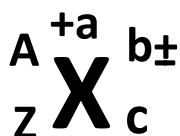
答案： 核外电子数+离子电荷数：>

核外电子数-离子电荷数：<

(3) 常见离子的书写方式

(举例： Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 O^{2-} 、 S^{2-} 、 F^- 、 Cl^- 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Cu^{2+})

3. 元素符号角标的意义



A _____ Z _____
b _____ a _____
c _____

【答案】A——质量数 Z——核电荷数

b——离子所带的电荷数 a——化合价

c——原子团中所含原子个数

【思考 2】你能够熟练地背出 1-20 号元素名称吗？

答案：略，要求学生能够熟练背出 1-20 号元素名称，并写出对应的名称和元素符号。

【思考 3】是不是所有的原子都含有质子和中子呢？

答案：不是，普通氢原子的质子数为 1，质量数为 1，则中子数为 0。

【思考 4】不同的原子之间相互转化是属于物理变化还是化学变化？

答案：属于物理变化。

【练一练】

原子		质子数	中子数	电子数
符号	名称			
${}^{12}_6\text{C}$	碳	6	6	6

${}^{24}_{12}\text{Mg}$	镁	12	12	12
${}^{28}_{14}\text{Si}$	硅	14	14	14
${}^{40}_{20}\text{Ca}$	钙	20	20	20

三、同位素

1. 同位素的概念：_____相同而_____不同的同一元素的不同核素互称为同位素。

例如：氢有三种同位素；

氢原子	中文名称	质子数	中子数	质量数
${}^1_1\text{H}$	氕(普通氢)	1	0	1
${}^2_1\text{H}$	氘(重氢)	1	1	2
${}^3_1\text{H}$	氚(超重氢)	1	2	3

答案：质子数 中子数

碳有多种同位素： ${}^{12}\text{C}$ 、 ${}^{13}\text{C}$ 和 ${}^{14}\text{C}$ （有放射性）等。

注意：同位素是同一元素的不同原子，其原子具有相同数目的质子，但中子数目却不同。

2. 同位素的性质

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），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）_____。

答案：几乎完全相同 有所差异

3. 放射性同位素

放射性同位素具有以下三个特性：

第一，能放出各种不同的射线。有的放出 α 射线，有的放出 β 射线，有的放出 γ 射线或者同时放出其中的两种射线。还有中子射线。其中， α 射线是一束 α 粒子流，带正电荷， β 射线就是电子流，带有负电荷。

第二，放出的射线由不同原子核本身决定。例如钴 - 60 原子核每次发生衰变时，都要放射出三个粒子：一个 β 粒子和两个光子，钴 - 60 最终变成了稳定的镍 - 60。

第三，具有一定的寿命。人们将开始存在的放射性同位素的原子核数目减少到一半时所需的时间，称为半衰期。例如钴 - 60 的半衰期大约是 5 年。

4. 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) 测定技术方面的应用，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。

5. 与元素、同素异形体的比较：

- (1) 同一元素的不同原子之间互称为同位素。
- (2) 同种元素可以有多种原子，所以元素的种数远少于原子的种数。
- (3) 概念的比较

概念	研究对象	相同点	不同点	例子
同位素	原子	质子数、元素种类	中子数、原子种类	氢元素： ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 氧元素： ${}^{16}_8\text{O}$ 、 ${}^{17}_8\text{O}$ 、 ${}^{18}_8\text{O}$ 碳元素： ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{13}_6\text{C}$
同素异形体	单质	元素、原子种类	结构、物理性质	金刚石、石墨、 C_{60} 、 C_{70} 红磷、白磷 O_2 和 O_3

【练一练】

1. 下列各组为同位素的是 ()
A. 红磷和白磷 B. T 和 D C. H_2O 和 D_2O D. H_2 和 D_2
2. 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。

【答案】

1. B 2. (1) ${}^{13}_6\text{C}$ 、 ${}^{12}_6\text{C}$ ； (2) ${}^{13}_6\text{C}$ 、 ${}^{14}_7\text{N}$ ； (3) O_2 、 O_3



课堂小憩

点石成金

秦始皇幻想帝位永在，龙体长存，日思长生药，夜作金银梦。于是各路仙家大炼金丹，他们深居简出于山野之中，过着超脱尘世的神仙般生活。炼丹家以丹砂（硫化汞）、雄黄（硫化砷）等为原料，开炉熔炼。企图制得仙丹，再点石成金，服用仙丹或以金银为皿，均使人永不老死。西文洋人也仿效于暗室或洞穴，单身寡居致力于炼金术。一两千年过去了，死于仙丹不乏其人，点石成金出终成泡影。金丹太徒劳无功而销声匿迹。中外古代炼金术士毕生从事化学实验，为何总一事无成？乃因其违背科学规律。他们梦想用升华等简单立法改变贱金属的性质，把铅、铜、铁、汞变成贵重的金银。殊不知用一般化学立法是不能改变元素的性质的。化学元素是具有相同核电荷数的同种原子的总称，而原子是经学变化中的最小微粒。在化学反应里分子可以分成原子，原子却不能再分。随着科学的发展，今天“点石成金”已经实现。

1919 年英国卢瑟福用 α 粒子轰击氮元素使氮变成了氧。

1941 年科学家用原子加速器把汞变成了黄金——人造黄金（一百号元素）。

1980 年美国科学家又用氦和碳原子高速轰击铍金属靶，得到了针尖大的微量金。金丹术士得知今人之丰功伟绩，在天之灵出会自觉羞愧的。



例题解析

知识点 1：原子结构发展历程

【例 1】（2014·上海模拟）2013 年 6 月《自然》刊波尔原子结构模型 100 周年。波尔在人类对原子结构的认识的历程上是非常重要的。以下关于人类对原子结构的认识错误的是（ ）



- A. 伦琴发现 X 射线将人类对原子结构的认识引入了新的历程
- B. 道尔顿认为“不同元素化合时，这些元素的原子按简单整数比结合成化合物”
- C. 汤姆生通过 α 粒子散射实验总结出原子结构行星模型
- D. 法国物理学家贝克勒尔发现铀的放射性

【难度】★【答案】C

变式 1：原子结构模型的简史和发展与科学实验紧密相关。下列对应关系错误的是（ ）

- A. 道尔顿发现原子 - - “空心球”模型
- B. 汤姆逊发现电子 - - “葡萄干布丁”模型
- C. 卢瑟福进行 α 粒子散射实验 - - “核式”模型

D. 玻尔解释氢原子光谱 - - “电子分层排布”模型

【难度】★【答案】A

变式2：（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

【难度】★【答案】D

【方法提炼】牢记各代表人物及其对应的观点，并知道其发展的先后顺序。

知识点2：质子数、中子数、质量数、核外电子数的相互联系

【例1】下列关于 ${}^3_2\text{He}$ 的说法正确的是（ ）

- A. ${}^3_2\text{He}$ 原子核内含有 2 个中子
- B. ${}^3_2\text{He}$ 原子核内含有 3 个质子
- C. ${}^3_2\text{He}$ 原子核外有 3 个电子
- D. ${}^3_2\text{He}$ 和 ${}^4_2\text{He}$ 是两种不同的原子

【难度】★【答案】D

变式1：放射性同位素钷 ${}^{166}_{67}\text{Ho}$ 的原子核内的中子数与核外的电子数之差是（ ）

- A. 32
- B. 67
- C. 99
- D. 166

【难度】★【答案】A

变式2：（2000•上海）据报道，某些建筑材料会产生放射性同位素氡 ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ ，从而对人体产生伤害，

该同位素原子的中子数和质子数之差是（ ）

- A. 136
- B. 50
- C. 86
- D. 222

【难度】★【答案】B

【例2】已知元素 X、Y 的核电荷数分别是 a 和 b，它们的离子 X^{m+} 和 Y^{n-} 的核外电子排布相同，则下列关系式中正确的是（ ）

- A. $a=b+m+n$
- B. $a=b-m+n$
- C. $a=b+m-n$
- D. $a=b-m-n$

【难度】★★★★【答案】A

【解析】在原子中，核电荷数等于核外电子数；

在阳离子中，核电荷数减去离子所带电荷数等于核外电子数；

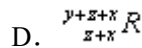
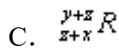
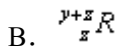
在阴离子中，核电荷数加上离子所带电荷数等于核外电子数。

因为 X^{m+} 和 Y^{n-} 具有相同的核外电子排布，

所以, X^{m+} 和 Y^{n-} 具有相同的核外电子数,

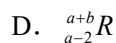
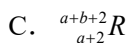
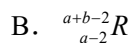
aX^{m+} 的核外电子数等于 $a - m$, bY^{n-} 的核外电子数为: $b + n$, 则: $a - m = b + n$.

变式 1: 已知元素 R 的某种同位素的氯化物 $RClx$ 为离子化合物, 其中该元素的微粒核内中子数为 y , 核外电子数为 Z , 则该同位素的符号为 ()



【难度】★★★【答案】D

变式 2: 已知 R^{2+} 离子核外有 a 个电子, b 个中子. 表示 R 原子组成正确的是 ()



【难度】★★【答案】C

【方法提炼】

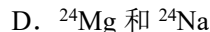
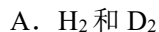
牢记几个等式关系:

- 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 \approx 原子的近似相对原子质量

知识点 3: 同位素

题型一: 同位素的概念辨析

【例 1】下列各组粒子中属于同位素的是 ()



【难度】★【答案】C

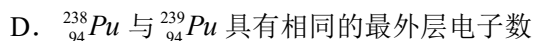
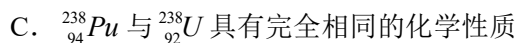
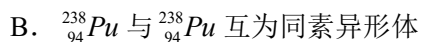
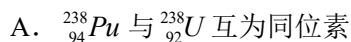
【解析】A、 H_2 和 D_2 都是由氢元素组成的单质, 结构相同, 为同一物质, 故 A 错误;

B、 H_2O 和 D_2O 都是由氢氧元素组成的化合物, 结构相同, 为同一物质, 故 B 错误;

C、 ${}^{16}O$ 和 ${}^{18}O$ 质子数相同为 8, 中子数不同分别为 8、10, 是氧元素不同核素, 互为同位素, 故 C 正确;

D、 ${}^{24}Mg$ 和 ${}^{24}Na$ 质子数不同, 属于不同元素的原子, 故 D 错误。

变式 1: (2014·上海) “玉兔”号月球车用 ${}^{238}_{94}Pu$ 作为热源材料。下列关于 ${}^{238}_{94}Pu$ 的说法正确的是 ()



【难度】★【答案】D

变式 2: (本题中用大写字母代表原子核)所谓 α 衰变指放射性同位素放出 1 个氦核, 衰变为其他的原子核。 β 衰变指放射性同位素放出 1 个电子, 衰变为其他的原子核。

E 经 α 衰变成为 F, 再经 β 衰变成为 G, 再经 α 衰变成为 H。

上述系列衰变可记为下式: $E \xrightarrow{\alpha} F \xrightarrow{\beta} G \xrightarrow{\alpha} H$

另一系列衰变如下: $P \xrightarrow{\beta} Q \xrightarrow{\beta} R \xrightarrow{\alpha} S$

已知 P 是 F 的同位素, 则 ()

- A. Q 是 G 的同位素, R 是 H 的同位素
- B. R 是 E 的同位素, S 是 F 的同位素
- C. R 是 G 的同位素, S 是 H 的同位素
- D. Q 是 E 的同位素, R 是 F 的同位素

【难度】★★【答案】B

题型二: 综合题

【例 2】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

【难度】★★【答案】D

变式 1: 两种微粒含有相同的质子数和电子数, 这两种微粒可能是 ()

①两种不同的原子; ②两种不同元素的原子; ③一种原子和一种分子; ④一种原子和一种离子; ⑤两种不同分子; ⑥一种分子和一种离子; ⑦两种不同阳离子; ⑧两种不同阴离子; ⑨一种阴离子和一种阳离子.

- A. ①③⑤⑥⑦⑧ B. ①③⑤⑦⑧ C. ①③④⑤⑦ D. 全部都是

【难度】★★【答案】B

变式 2: 在 ${}^6_3\text{Li}$ 、 ${}^7_3\text{Li}$ 、 ${}^{23}_{11}\text{Na}$ 、 ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ 、 ${}^{14}_6\text{Li}$ 、 ${}^{14}_7\text{N}$ 中

- (1) _____ 和 _____ 互为同位素;
- (2) _____ 和 _____ 的质量数相等, 但不能互称为同位素;
- (3) _____ 和 _____ 的中子数相等, 但质子数不等, 所以不是同一种元素

【难度】★★

【答案】 ${}_3^6\text{Li}$; ${}_3^7\text{Li}$; ${}_6^{14}\text{C}$; ${}_7^{14}\text{N}$; ${}_{11}^{23}\text{Na}$; ${}_{12}^{24}\text{Mg}$;

题型三：同位素的简单计算

【例1】分子数相同的 H_2O 、 D_2O 、 T_2O 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_____

【难度】★【答案】1:1:1; 1:1:1; 4:5:6; 9:10:11。

变式1：与 27.0 克水含有相同中子数的 D_2O 质量为（ ）

- A. 13.2g B. 20.1g C. 24.0g D. 30.0g

【难度】★★【答案】C

变式2：电解普通水（ H_2O ）和重水（ D_2O ）的混合物，通电一段时间后，两极共生成气体 18.5g，其体积为 33.6L（标况下），在所生成的气体中重氢和普通氢的原子个数比为（ ）

- A. 2: 3 B. 2: 5 C. 1: 2 D. 1: 3

【难度】★★【答案】D

【方法提炼】

- 1、掌握同位素的研究对象是原子，质子数相同而中子数不同。
- 2、掌握常见的几种同位素，比如氢的三种同位素。
- 3、在简单的计算题中，要区分不同的同位素的中子数和质量数的变化。



课后作业

1. 汤姆逊提出原子的葡萄干面包模型的主要依据是（ ）

- ①原子构成中有质子 ②原子构成中有电子 ③整个原子是电中性的 ④原子构成中有中子
- A. ①② B. ②③ C. ①②③ D. ④

【难度】★【答案】B

2. 卢瑟福的 α 粒子散射实验的现象说明了（ ）

- ①葡萄干面包原子模型的理论是错误的
②原子中绝大部分是中空的
③原子内存在着很小的带正电荷的核

- A. ①②③ B. ②③ C. ①③ D. ①②

【难度】★【答案】A

3. 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

【难度】★【答案】D

4. 1919 年, 科学家第一次实现了人类多年的梦想——人工转变元素。这个核反应如下: ${}^{14}_7\text{N} +$



- A. ${}^{17}_8\text{O}$ 原子核内有 9 个质子 B. ${}^1_1\text{H}$ 原子核内有 1 个中子
C. O_2 和 O_3 互为同位素 D. 通常情况下, He 和 N_2 化学性质都很稳定

【难度】★【答案】D

5. ${}^{13}_6\text{C}$ 、 ${}^{15}_7\text{N}$ 可用于测定蛋白质和核酸等生物高分子的空间结构。下列关于 ${}^{13}_6\text{C}$ 、 ${}^{15}_7\text{N}$ 原子的叙述中, 正确的是 ()

- A. ${}^{13}_6\text{C}$ 与 ${}^{15}_7\text{N}$ 有相同的中子数
B. ${}^{13}_6\text{C}$ 与 C_{60} 互为同素异形体
C. ${}^{13}_6\text{C}$ 与 ${}^{14}_7\text{N}$ 有相同的中子数
D. ${}^{15}_7\text{N}$ 的核外电子数与中子数相同

【难度】★★【答案】C

6. 下面 8 种微粒中, 中子数相同的是 ()

- ① ${}^{18}_8\text{O}$ ② ${}^{18}_9\text{F}$ ③ ${}^{12}_6\text{C}$ ④ ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ ⑤ ${}^{25}_{12}\text{Mg}$ ⑥ ${}^{23}_{11}\text{Na}$ ⑦ ${}^{23}_{11}\text{Na}^+$ ⑧ ${}^{35}_{17}\text{Cl}$
A. ⑤⑧ B. ①②③ C. ①② D. ④⑥⑦

【难度】★【答案】D

7. 原计划实现全球卫星通讯需发射 77 颗卫星, 这与铱 (Ir) 元素的原子核外电子数恰好相等, 因此称为“铱星计划”, 已知铱的一种同位素是 ${}^{191}_{77}\text{Ir}$, 则其核内的中子数是 ()

- A. 77 B. 114 C. 191 D. 268

【难度】★【答案】B

8. 某元素的两种同位素, 它们的原子具有不同的 ()

- A. 质子数 B. 质量数 C. 原子序数 D. 电子数

【难度】★【答案】B

9. ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 、 H^+ 、 H_2 是 ()

- A. 氢的 5 种同素异形体 B. 5 种氢元素
C. 氢的 5 种同位素 D. 氢元素的 5 种不同微粒

【难度】★【答案】D

10. ${}^{13}\text{C}$ —NMR (核磁共振)、 ${}^{15}\text{N}$ —NMR 可用于测定蛋白质、核酸等生物大分子的空间结构,

Kurt Wüthrich 等人因此获得 2002 年诺贝尔化学奖。下面有关 ^{13}C 、 ^{15}N 叙述正确 ()

- 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

【难度】★【答案】C

11. 下列有关性质与原子的最外层电子数无关的是 ()

- A. 元素的化合价 B. 元素的化学活泼性
C. 得失电子难易程度 D. 相对原子质量

【难度】★★【答案】D

12. 科学上常用元素符号左下角的数字表示原子的质子数，左上角的数字表示原子的中子数与质子数之和，如 $^{13}_6\text{C}$ 表示核内有 6 个质子、7 个中子的碳原子，则 $^{35}_{17}\text{Cl}$ 和 $^{37}_{17}\text{Cl}$ 表示的是 ()

- A. 原子中含有相同数目的中子 B. 属于同一种元素
C. 原子中的核外电子数不同 D. 原子核内质子数目不同

【难度】★【答案】B

13. 已知质量数为 A 的某阳离子 R^{n+} ，核外有 X 个电子，则核内中子数为 ()

- A. $A - x$ B. $A - x - n$ C. $A - x + n$ D. $A + x - n$

【难度】★★【答案】B

14. 某金属氧化物的化学式为 M_2O_3 ，一个分子的电子总数为 50，每个 M 离子含 10 个电子，若其中每个氧原子核内部有 8 个中子， M_2O_3 的相对分子质量为 102，则 M 原子核内的中子数为 ()

- A. 14 B. 16 C. 10 D. 21

【难度】★★★★【答案】A

15. $^{13}_6\text{C}$ —NMR(核磁共振)可以用于含碳化合物的结构分析， $^{13}_6\text{C}$ 表示的碳原子 ()

- A. 核外有 13 个电子
B. 核内有 6 个质子，核外有 7 个电子
C. 质量数为 13，原子序数为 6，核内有 7 个质子
D. 质量数为 13，原子序数为 6，核内有 7 个中子

【难度】★【答案】D

16. 美国科学家将两种元素铅和铀的原子核对撞，获得了一种质子数为 118、中子数为 175 的超重元素，该元素原子核内的中子数与核外电子数之差是 ()

- A. 57 B. 47 C. 61 D. 293

【难度】★【答案】A

17. 人类探测月球发现，在月球的土壤中含有较丰富的质量数为 3 的氦，它可以作为未来核聚变的重要原料之一。氦的该种同位素应表示为 ()

- A. ${}^3_2\text{He}$ B. ${}^4_3\text{He}$ C. ${}^4_2\text{He}$ D. ${}^3_3\text{He}$

【难度】★【答案】A

18. 下列关于放射性元素的说法正确的是 ()

- A. 所有的元素都具有放射性
B. 只有铀元素具有放射性
C. 元素的放射性是由原子内部结构变化引起的
D. 放射性元素的放射现象是在一定条件下发生的

【难度】★【答案】C

19. 2004 年 2 月 2 月, 俄国杜布纳实验室宣布用核反应得到两种新元素 X 和 Y, 其中 X 元素是用高能 ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ 撞击 ${}^{243}_{95}\text{Am}$ 得到的。科学家发现, 每个 ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ 原子撞击一个 ${}^{243}_{95}\text{Am}$ 原子后除了生成一个 X 原子外, 同时生成 3 个中子。下列说法正确的是 ()

- A. ${}^{243}_{95}\text{Am}$ 表明 Am 元素的相对原子质量一定为 243
B. ${}^{243}_{95}\text{Am}$ 表明其相对应的原子核内含有的中子数为 95
C. X 元素的原子核内中子数应为 176, 核外电子数应为 118
D. X 元素原子的质量数应为 280, 核内质子数应为 115

【难度】★★【答案】D

20. ${}^{14}\text{C}$ 是宇宙射线与大气中的氮通过核反应产生的, 它和 ${}^{12}\text{C}$ 以一定比例混合存在于空气中的二氧化碳里, ${}^{14}\text{C}$ 随生物体的吸收代谢, 经过食物链进入活的生物体中。当生物死亡之后新陈代谢停止, 在以后年代里, ${}^{12}\text{C}$ 通常不再发生变化, 其数量固定下来, 而 ${}^{14}\text{C}$ 具有放射性, 仍不断衰变减少, 与其有关的说法中不正确的是 ()

- A. ${}^{14}\text{C}$ 与 ${}^{12}\text{C}$ 互为同位素
B. 0.012kg 的 ${}^{14}\text{C}$ 中含有 N_A 个碳原子数 (N_A 表示阿伏加德罗常数的值)
C. 等物质的量的 ${}^{14}\text{C}$ 与 ${}^{12}\text{C}$ 所含的中子数不同
D. 可根据 ${}^{14}\text{C}$ 在生物体内的含量来计算生物体的死亡年代

【难度】★★【答案】B

21. 某原子的核内质子数为 18, 中子数比电子数多 4, 则该原子中所含微粒总数 (质子、中子、电子) 为 ()

- A. 18 B. 40 C. 58 D. 62

【难度】★【答案】C

22. 在离子 RO_3^{n-} 中, 共有 x 个核外电子, R 原子的质量数为 A, 则 R 原子核内含有的中子数目是 ()

- A. $A - x + n + 48$ B. $A - x + n + 24$
C. $A - x - n - 24$ D. $A + x - n - 24$

【难度】★★【答案】B

23. (2014•青浦区一模) $^{131}_{53}\text{I}$ 是常规核裂变产物之一，可以通过测定大气或水中 $^{131}_{53}\text{I}$ 的含量变化来监测核电站是否发生放射性物质泄漏。下列有关 $^{131}_{53}\text{I}$ 的叙述中错误的是 ()

- A. $^{131}_{53}\text{I}$ 的化学性质与 $^{127}_{53}\text{I}$ 相同
B. $^{131}_{53}\text{I}$ 的原子核外电子数为 78
C. $^{131}_{53}\text{I}$ 的原子序数为 53
D. $^{131}_{53}\text{I}$ 的原子核内中子数多于质子数

【难度】★【答案】B

24. (2013 春•济南期中) 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. $\frac{m(A-N+2)}{Am} \text{ mol}$ D. $\frac{m(A-N+2)}{A} \text{ mol}$

【难度】★★★★【答案】D

25. 填空：

粒子符号	质子数(Z)	中子数(N)	质量数(A)	用 ^A_ZX 表示为
①O	8	10	18	$^{18}_8\text{O}$
②Al	13	14	27	$^{27}_{13}\text{Al}$
③Ar	18	22	40	$^{40}_{18}\text{Ar}$
④Cl	17	18	35	$^{35}_{17}\text{Cl}$
⑤H	1	0	1	^1_1H

【难度】★

26. CH_4 分子中共含有_____个原子，这些原子中共有_____个质子、_____个电子， N 原子比 C 原子多_____个电子， NH_3 中有_____个电子。

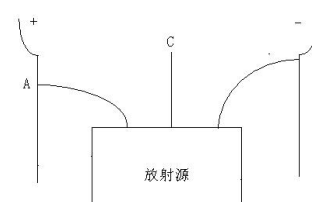
【难度】★

【答案】5；10；10；1；10。

27. 卢瑟福在研究元素放射性时发现，放射性元素可以放射处三种射线，

下图中 A、B、C 分别代表三种射线，

其中 A 代表_____射线，本质上是_____，



B 代表_____，本质上是_____，

C 代表_____，本质上是_____。

【难度】★

【答案】 β ：电子流； α ：氦核； γ ：波长很短的电磁波。

28. ${}^1\text{H}_2{}^6\text{O}$ 、 ${}^2\text{H}_2{}^7\text{O}$ 、 ${}^3\text{H}_2{}^8\text{O}$ 、 ${}^2\text{H}^{37}\text{Cl}$ 五种分子中共存在_____种元素，_____种原子。

【难度】★★

【答案】3；7

29. 有六种微粒，分别是 ${}_{19}^4\text{M}$ 、 ${}_{19}^4\text{N}$ 、 ${}_{18}^4\text{X}$ 、 ${}_{19}^4\text{Q}^+$ 、 ${}_{20}^4\text{Y}^{2+}$ 、 ${}_{17}^3\text{Z}^-$ ，它们所属元素的种类有_____种。

【难度】★★【答案】4

30. 有下列四种微粒：① ${}_{8}^{18}\text{O}$ 、② ${}_{11}^{23}\text{Na}$ 、③ ${}_{12}^{24}\text{Mg}$ 、④ ${}_{7}^{14}\text{N}$ （用序号填空）

（1）按原子半径由大到小顺序排列的是_____

（2）微粒中质子数小于中子数的是_____

【难度】★★【答案】②③④①； ①②；

31. 在 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 、 ${}^{23}_{12}\text{Mg}$ 、 ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ 和 ${}^{65}_{29}\text{Cu}$ 中共有_____种元素，_____种原子，中子数最多的是_____

【难度】★★【答案】3； 6； ${}^{65}_{29}\text{Cu}$

32. 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_____。

【难度】★★

【答案】12； 10； $\frac{mN_A}{4}$