## 原子结构与原子核

### 考点一　原子结构

1.电子的发现：英国物理学家汤姆孙发现了电子.

2.α粒子散射实验：1909年，英国物理学家卢瑟福和他的助手进行了用α粒子轰击金箔的实验，实验发现绝大多数α粒子穿过金箔后基本上仍沿原来方向前进，但有少数α粒子发生了大角度偏转，偏转的角度甚至大于90°，也就是说它们几乎被“撞”了回来.

3.原子的核式结构模型：在原子中心有一个很小的核，原子全部的正电荷和几乎全部质量都集中在核里，带负电的电子在核外空间绕核旋转.

例题精练

1.在卢瑟福的α粒子散射实验中，有少数α粒子发生了大角度偏转，其原因是(　　)

A.原子中的正电荷和绝大部分质量集中在一个很小的核上

B.正电荷在原子中是均匀分布的

C.原子中存在着带负电的电子

D.原子只能处于一系列不连续的能量状态中

答案　A

### 考点二　玻尔理论和能级跃迁

1.玻尔理论

(1)定态假设：电子只能处于一系列不连续的能量状态中，在这些能量状态中电子绕核的转动是稳定的，电子虽然绕核运动，但并不产生电磁辐射.

(2)跃迁假设：电子从能量较高的定态轨道(其能量记为*Em*)跃迁到能量较低的定态轨道(能量记为*En*，*m*>*n*)时，会放出能量为*hν*的光子，这个光子的能量由前后两个能级的能量差决定，即*hν*＝*Em*－*En*.(*h*是普朗克常量，*h*＝6.63×10－34 J·s)

(3)轨道量子化假设：原子的不同能量状态跟电子在不同的圆周轨道绕核运动相对应.原子的定态是不连续的，因此电子的可能轨道也是不连续的.

2.氢原子的能量和能级跃迁

(1)能级和半径公式：

①能级公式：*En*＝*E*1(*n*＝1,2,3…)，其中*E*1为基态能量，其数值为*E*1＝－13.6 eV.

②半径公式：*rn*＝*n*2*r*1(*n*＝1,2,3…)，其中*r*1为基态轨道半径，又称玻尔半径，其数值为*r*1＝0.53×10－10 m.

(2)氢原子的能级图，如图1所示.

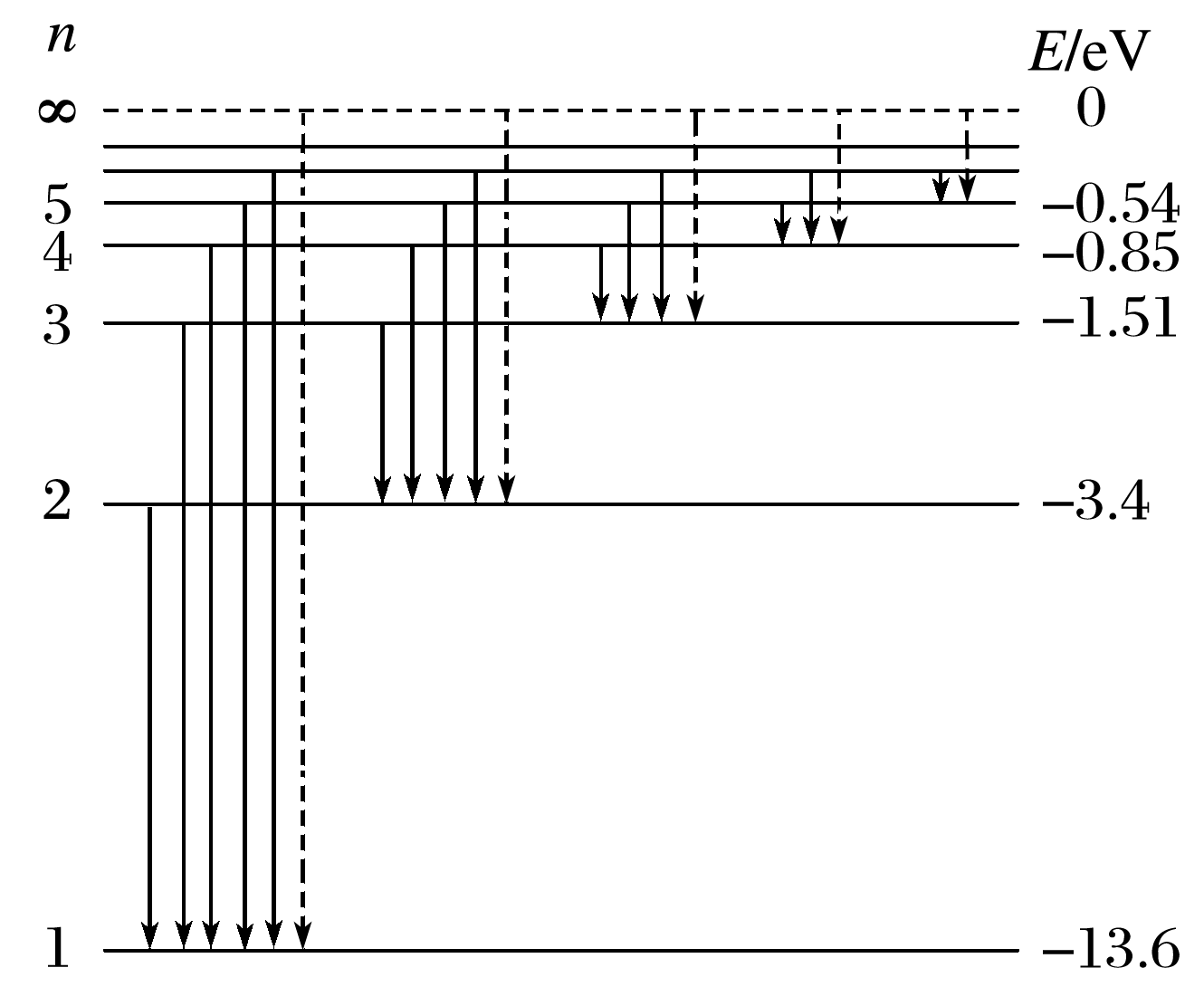


图1

技巧点拨

1.两类能级跃迁

(1)自发跃迁：高能级→低能级，释放能量，发射光子.

光子的频率*ν*＝＝.

(2)受激跃迁：低能级→高能级，吸收能量.

吸收光子的能量必须恰好等于能级差*hν*＝Δ*E*.

2.光谱线条数的确定方法

(1)一个氢原子跃迁发出可能的光谱线条数最多为(*n*－1).

(2)一群氢原子跃迁发出可能的光谱线条数*N*＝C＝().

3.电离

(1)电离态：*n*＝∞，*E*＝0.

(2)电离能：指原子从基态或某一激发态跃迁到电离态所需要吸收的最小能量.

例如：基态→电离态：*E*吸＝0－(－13.6 eV)＝13.6 eV

(3)吸收的能量足够大，克服电离能后，获得自由的电子还具有动能.

例题精练

2.氢原子能级图如图2，一群氢原子处于*n*＝4能级上.当氢原子从*n*＝4能级跃迁到*n*＝3能级时，辐射光的波长为1 884 nm，下列判断正确的是(　　)

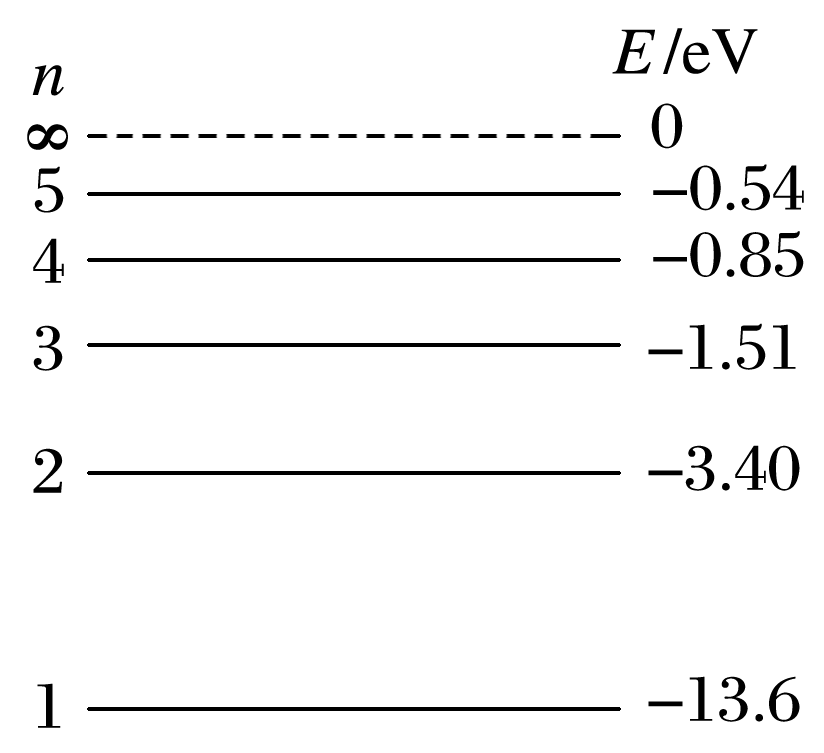


图2

A.氢原子向低能级跃迁时，最多产生4种谱线

B.从高能级向低能级跃迁时，氢原子核一定向外放出能量

C.氢原子从*n*＝3能级跃迁到*n*＝2能级时，辐射光的波长大于1 884 nm

D.用从*n*＝5能级跃迁到*n*＝2能级辐射的光照射*W*逸＝2.29 eV的钠，能发生光电效应

答案　D

解析　根据C＝6知，一群处于*n*＝4能级上的氢原子向低能级跃迁时最多产生6种谱线，故A错误；由高能级向低能级跃迁，氢原子向外辐射能量，不是原子核向外辐射能量，故B错误；*n*＝3和*n*＝2的能级差大于*n*＝4和*n*＝3的能级差，则从*n*＝3能级跃迁到*n*＝2能级比从*n*＝4能级跃迁到*n*＝3能级辐射出的电磁波的频率大，波长短，即辐射光的波长小于1 884 nm，故C错误；从*n*＝5能级跃迁到*n*＝2能级辐射出的光子的能量为：*E*＝*E*5－*E*2＝－0.54 eV－(－3.40 eV)＝2.86 eV>2.29 eV，而使金属发生光电效应的条件是光子的能量大于金属的逸出功，故可以发生光电效应，故D正确.

3.(多选)由玻尔原子模型求得氢原子能级如图3所示，已知可见光的光子能量在1.62 eV到3.11 eV之间，则(　　)

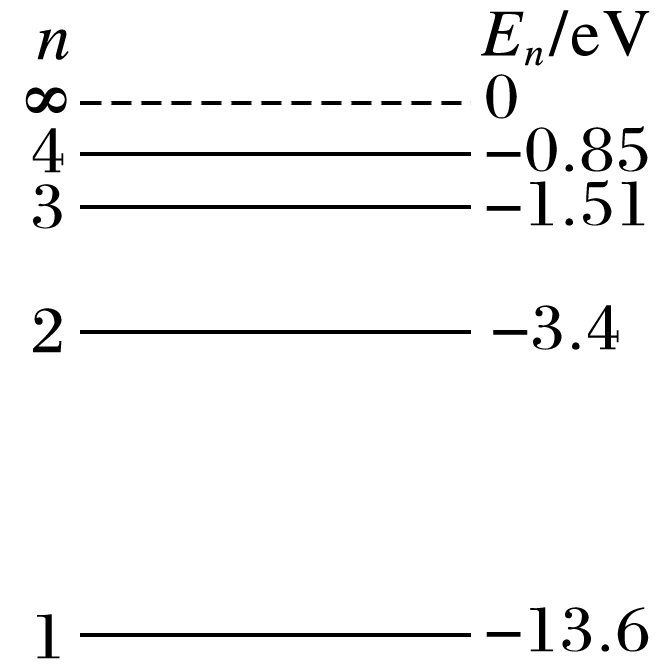


图3

A.氢原子从高能级向低能级跃迁时可能辐射出γ射线

B.氢原子从*n*＝3的能级向*n*＝2的能级跃迁时会辐射出红外线

C.处于*n*＝3能级的氢原子可以吸收任意频率的紫外线并发生电离

D.大量氢原子从*n*＝4能级向低能级跃迁时可辐射出2种频率的可见光

答案　CD

### 考点三　原子核的衰变及半衰期

1.原子核的组成：原子核是由质子和中子组成的，原子核的电荷数等于核内的质子数.

2.天然放射现象

放射性元素自发地发出射线的现象，首先由贝克勒尔发现.天然放射现象的发现，说明原子核具有复杂的结构.

3.三种射线的比较

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 构成 | 符号 | 电荷量 | 质量 | 电离能力 | 贯穿本领 |
| α射线 | 氦核 | He | ＋2*e* | 4 u | 最强 | 最弱 |
| β射线 | 电子 | e | －*e* | u | 较强 | 较强 |
| γ射线 | 光子 | γ | 0 | 0 | 最弱 | 最强 |

4.原子核的衰变

(1)衰变：原子核自发地放出α粒子或β粒子，变成另一种原子核的变化称为原子核的衰变.

(2)α衰变、β衰变

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 衰变类型 | α衰变 | β衰变 |
| 衰变方程 | X→Y＋He | X→Y＋e |
| 衰变实质 | 2个质子和2个中子结合成一个整体射出 | 中子转化为质子和电子 |
| 2H＋2n→He | n→H＋e |
| 衰变规律 | 电荷数守恒、质量数守恒 | |

(3)γ射线：γ射线经常是伴随着α衰变或β衰变同时产生的.

5.半衰期

(1)公式：*N*余＝*N*原()，*m*余＝*m*原().

(2)影响因素：放射性元素衰变的快慢是由核内部自身的因素决定的，跟原子所处的物理状态(如温度、压强)或化学状态(如单质、化合物)无关(选填“有关”或“无关”).

6.放射性同位素的应用与防护

(1)放射性同位素：有天然放射性同位素和人工放射性同位素两类，放射性同位素的化学性质相同.

(2)应用：消除静电、工业探伤、做示踪原子等.

(3)防护：防止放射性对人体组织的伤害.

例题精练

4.花岗岩、大理石等装修材料中都不同程度地含有放射性元素，下列有关放射性的说法正确的是(　　)

A.U衰变成Pb要经过8次β衰变和6次α衰变

B.氡的半衰期为3.8天，4个氡原子核经过7.6天后只剩下1个氡原子核

C.α射线与γ射线都是电磁波，α射线穿透本领远比γ射线弱

D.放射性元素发生β衰变时所释放的电子是原子核内的中子转化为质子时产生的

答案　D

解析　铀核(U)衰变成铅核(Pb)的过程中，设发生*x*次α衰变，*y*次β衰变，衰变方程为U→

Pb＋*x*He＋*y*e，根据质量数守恒和电荷数守恒有238＝206＋4*x*,92＝82＋2*x*－*y*，解得*x*＝8，*y*＝6，即要经过8次α衰变和6次β衰变，故A错误；半衰期是对大量原子核的衰变的统计规律，对于少数原子核是不成立的，故B错误；α射线是氦核流，γ射线的实质是电磁波，γ射线的穿透本领比较强，故C错误；β衰变时，原子核中的一个中子转化为一个质子和一个电子，电子释放出来，故D正确.

5.Th具有放射性，发生一次β衰变成为新原子核X的同时放出能量.下列说法正确的是(　　)

A.Th核能放射出β粒子，说明其原子核内有β粒子

B.新核X的中子数为143

C.Th核的质量等于新核X与β粒子的质量之和

D.让Th同其他稳定元素结合成化合物，其半衰期将增大

答案　B

解析　由题意可知衰变方程为Th→X＋e.Th核能放出β粒子，是原子核内部一个中子转化成一个质子并放出一个电子，原子核内没有β粒子(电子)，故A错误；由衰变方程可知，新核X的中子数为234－91＝143个，故B正确；衰变前后质量数守恒，质量并不守恒，故C错误；同种元素无论是单质还是与其他元素形成化合物，其半衰期不变，D错误.

### 考点四　核反应及核反应类型

1.核反应的四种类型

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 类型 | | 可控性 | 核反应方程典例 | |
| 衰变 | α衰变 | 自发 | U→Th＋He | |
| β衰变 | 自发 | Th→Pa＋e | |
| 人工转变 | | 人工控制 | N＋He→O＋H  (卢瑟福发现质子) | |
| He＋Be→C＋n  (查德威克发现中子) | |
| Al＋He→P＋n | 约里奥－居里夫妇发现放射性同位素，同时发现正电子 |
| P→Si＋e |
| 重核裂变 | | 容易控制 | U＋n→Ba＋Kr＋3n | |
| U＋n→Xe＋Sr＋10n | |
| 轻核聚变 | | 现阶段很难控制 | H＋H→He＋n | |

2.核反应方程式的书写

(1)熟记常见基本粒子的符号，是正确书写核反应方程的基础.如质子(H)、中子(n)、

α粒子(He)、β粒子(e)、正电子(e)、氘核(H)、氚核(H)等.

(2)掌握核反应方程遵循的规律：质量数守恒，电荷数守恒.

(3)由于核反应不可逆，所以书写核反应方程式时只能用“→”表示反应方向.

例题精练

6.(多选)下列核反应方程中，X1、X2、X3、X4代表α粒子的有(　　)

A.H＋H→n＋X1

B.H＋H→n＋X2

C.U＋n→Ba＋Kr＋3X3

D.n＋Li→H＋X4

答案　BD

解析　H＋H→n＋He，A错.

H＋H→n＋He，B对.

U＋n→Ba＋Kr＋3n，C错.

n＋Li→H＋He，D对.

7.2019年是世界上首次实现元素人工转变100周年.1919年，卢瑟福用氦核轰击氮原子核，发现产生了另一种元素，该核反应方程可写为He＋N→X＋Y.以下判断正确的是(　　)

A.*m*＝16，*n*＝1 B.*m*＝17，*n*＝1

C.*m*＝16，*n*＝0 D.*m*＝17，*n*＝0

答案　B

解析　由质量数和电荷数守恒可得：4＋14＝*m*＋1,2＋7＝8＋*n*，解得：*m*＝17，*n*＝1，B正确.

### 考点五　质量亏损及核能的计算

核力和核能

(1)核力：原子核内部，核子间所特有的相互作用力.

(2)核子在结合成原子核时出现质量亏损Δ*m*，其对应的能量Δ*E*＝Δ*mc*2.

(3)原子核分解成核子时要吸收一定的能量，相应的质量增加Δ*m*，吸收的能量为Δ*E*＝Δ*mc*2.

技巧点拨

核能的计算方法

(1)根据Δ*E*＝Δ*mc*2计算，计算时Δ*m*的单位是“kg”，*c*的单位是“m/s”，Δ*E*的单位是“J”.

(2)根据Δ*E*＝Δ*m*×931.5 MeV计算.因1原子质量单位(u)相当于931.5 MeV的能量，所以计算时Δ*m*的单位是“u”，Δ*E*的单位是“MeV”.

(3)根据核子比结合能来计算核能：原子核的结合能＝核子比结合能×核子数.

例题精练

8.重核裂变的一个核反应方程为U＋n→Xe＋Sr＋*x*n，已知U、Xe、Sr的比结合能分别为7.6 MeV、8.4 MeV、8.7 MeV，则(　　)

A.该核反应方程中*x*＝3

B.U的中子数为143

C.该核反应中质量增加

D.U的比结合能比Xe小，U比Xe更稳定

答案　B

9.太阳内部核反应的主要模式之一是质子—质子循环，循环的结果可表示为4H→He＋2e＋2*ν*，已知H和He的质量分别为*m*p＝1.007 8 u和*m*α＝4.002 6 u,1 u＝931 MeV/*c*2，*c*为光速.在4个H转变成1个He的过程中，释放的能量约为(　　)

A.8 MeV B.16 MeV

C.26 MeV D.52 MeV

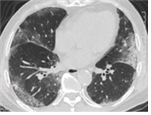
答案　C

解析　因电子的质量远小于质子的质量，计算中可忽略不计，核反应质量亏损Δ*m*＝4×1.007 8 u－4.002 6 u＝0.028 6 u，释放的能量Δ*E*＝0.028 6×931 MeV≈26.6 MeV，选项C正确.

# 综合练习

**一．选择题（共16小题）**

1．（虹口区二模）某肺炎病人拍摄的CT胸片如图所示，病毒感染处的密度与其它部分不同，片中显示为白斑。拍摄CT片，利用穿透能力与密度有关的是（　　）



A．无线电波 B．红外线 C．X射线 D．紫外线

【分析】根据红外线、紫外线、X射线及无线电波性质及应用即可正确求解。

【解答】解：CT及透视是利用X射线的穿透能力；而无线电波波长较长常用于通信；红外线具有热效应，而紫外线用于杀菌消毒，故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】本题考查光谱中红外线、紫外线及X射线的性质以及它在现在生活中的应用，只需牢记相关内容即可。

2．（松江区二模）查德威克通过原子核的人工转变实验发现了（　　）

A．质子 B．中子 C．电子 D．原子

【分析】根据物理学史和常识解答，记住著名物理学家的主要贡献以及常见的物理学史的内容即可。

【解答】解：卢瑟福预言了中子的存在，查德威克通过原子核人工转变的实验发现了中子，故B正确，ACD错误。

故选：B。

【点评】对于物理学史部分的学习，主要是靠平时的记忆与积累，同时通过学习物理学史培训科学素质和学习兴趣。

3．（西城区校级月考）已知天然放射现象放出α、β、γ三种射线。下列说法正确的是（　　）

A．α、β、γ 三种射线分别是氦原子核、电子和中子

B．三种射线中 α 射线速度最快、β 射线电离作用最强、γ 射线穿透能力最强

C．J．J．汤姆孙最早完成著名的“α 粒子散射实验”并提出核式结构的原子模型

D．α 射线轰击氮原子核可以产生质子，核反应方程为→

【分析】α、β、γ三种射线分别是氦核、电子、电磁波，三种射线的穿透能力逐渐增强，电离能力逐渐减弱，γ射线的速度最快。

α射线轰击氮原子核可以产生质子，根据电荷数守恒、质量数守恒写出核反应方程。

卢瑟福最早用α射线完成著名的“α粒子散射实验”并提出核式结构的原子模型。

【解答】解：A、α、β、γ三种射线分别是氦核、电子、电磁波，故A错误；

B、三种射线中，γ射线速度最快、α射线电离作用最强、γ射线穿透能力最强，故B错误；

C、卢瑟福最早用α射线完成著名的“α粒子散射实验”并提出核式结构的原子模型，故C错误；

D、α射线轰击氮原子核可以产生质子，根据核反应过程中，质量数和电荷数守恒可知，核反应方程为→，故D正确。

故选：D。

【点评】此题考查了三种射线的特性和α粒子散射实验，解决本题的关键知道三种射线的实质，以及知道三种射线的特点。

4．（衡阳一模）下列说法中正确的是（　　）

A．原子核发生一次β衰变，该原子外层就一定失去一个电子

B．核泄漏事故污染物Cs能够产生对人体有害的辐射，其核反应方程式为Cs→Ba+x可以判断x为质子

C．若氢原子从n＝2能级向n＝1能级跃迁时辐射出的光不能使某金属发生光电效应，则氢原子从n＝6能级向n＝2能级跃迁时辐射出的光有可能使该金属发生光电效应

D．质子、中子、α粒子的质量分别是m1、m2、m3，质子和中子结合成一个α粒子，释放的能量是

【分析】β衰变的实质是原子核中的一个中子转变为一个质子和一个电子，电子释放出来。

根据质量数守恒与电荷数守恒判断x。

根据玻尔理论，结合光电效应发生的条件分析。

根据质能方程分析产生的能量。

【解答】解：A、β衰变的实质是原子核中的一个中子转变为一个质子和一个电子，电子释放出来，与原子外层的电子无关，故A错误；

B、根据质量数守恒与电荷数守恒可知，核反应方程式为Cs→Ba+x，可以判断x为电子，故B错误；

C、根据玻尔理论可知，氢原子从n＝2能级向n＝1能级跃迁时辐射出的光的能量为hv＝E2﹣E1＝﹣3.4eV﹣（﹣13.6eV）＝10.2eV，氢原子从n＝6能级向n＝2能级跃迁时辐射出的光的能量为hv'＝E6﹣E2＝﹣0.38eV﹣（﹣3.4eV）＝3.02eV，结合光电效应发生的条件可知，若氢原子从n＝2能级向n＝1能级跃迁时辐射出的光不能使某金属发生光电效应，则氢原子从n＝6能级向n＝2能级跃迁时辐射出的光也不能使该金属发生光电效应，故C错误；

D、质子、中子、α粒子的质量分别是m1、m2、m3，质子和中子结合成一个α粒子的过程中亏损的质量为（2m1+2m2﹣m3），根据爱因斯坦质能方程可知释放的能量是（2m1+2m2﹣m3）c2．故D正确。

故选：D。

【点评】此题考查了原子物理学的多个知识点的内容，其中玻尔理论与质能方程为这一部分的重点，注意理解β衰变的本质。

5．（徐汇区一模）碳的同位素C的原子核中有（　　）

A．8个质子 B．8个电子 C．8个中子 D．8个核子

【分析】根据原子符号中，左下角数字表示质子数，左上角数字表示质量数，以及中子数＝质量数﹣质子数来解答。

【解答】解：C表示的碳原子核内有6个质子，6个电子，质量数为14，核子数为14，中子数＝14﹣6＝8个，故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】本题主要考查了原子符号的含义以及各微粒数目之间的关系，较简单。

6．（松北区期末）下列说法中正确的是（　　）

A．氦4核中有4个质子，2个中子

B．氦4核与氦3核不是互为同位素

C．Be中的质子数比中子数少6

D．Si中的质子数比中子数少2

【分析】根据质量数等于中子数加质子数，质子数相同的称为同位素，即可求解。

【解答】解：A、氦4核中有2个质子，2个中子，故A错误；

B、氦4核与氦3核是互为同位素，故B错误；

C、Be中的质子数比中子数少2，故C错误；

D、Si的质子数比中子数少2，故D正确；

故选：D。

【点评】考查质量数等于中子数加质子数，认识同位素的概念。

7．（昌乐县模拟）以下事实可作为“原子核可再分”的依据是（　　）

A．天然放射现象 B．α粒子散射实验

C．电子的发现 D．氢原子发光

【分析】根据物理学史和常识解答，记住著名物理学家的主要贡献即可。

【解答】解：A、天然放射现象说明原子核可再分，故A正确；

B、卢瑟福首先提出原子的核式结构学说，故B错误；

C、汤姆孙通过对阴极射线的研究发现了电子，从而证明了原子可再分，故C错误；

D、玻尔引入了量子理论，从而成功地解释了氢原子光谱的原因，故D错误；

故选：A。

【点评】本题考查物理学史，是常识性问题，对于物理学上重大发现、发明、著名理论要加强记忆，这也是考试内容之一。

8．（巧家县校级期末）下列说法正确的是（　　）

A．任何元素都具有放射性

B．同一元素，单质具有放射性，化合物可能没有

C．元素的放射性与温度无关

D．放射性就是该元素的化学性质

【分析】放射性由元素的内部因素决定，与所处的物理环境与化学状态无关。

并不是任何元素都具有放射性，原子序数大的元素，具有放射性的可能性大。

【解答】解：A、并不是任何元素都具有放射性，原子序数大的元素的大部分具有放射性，故A错误。

BCD、放射性现象由原子核内部因素决定，与它是以单质还是化合物形式存在无关，与温度无关，与所处物理环境无关，故C正确，BD错误。

故选：C。

【点评】本题考查天然放射现象，解题的关键是明确放射性由元素的内部因素决定，与所处的物理环境与化学状态无关。

9．（新安县校级期末）下列说法正确的是（　　）

A．氢原子光谱的波长只能取分立值，不能取连续值

B．β射线来源于原子内层的电子就是阴极射线

C．原子核的半衰期受温度的影响，温度越高原子核衰变越快，半衰期越短

D．在α粒子散射实验中，电子对α粒子影响不计的原因是电子太小，α粒子几乎碰撞不到电子

【分析】A、氢原子光谱是不连续的，只能取分立值，不能取连续值；

B、根据β射线的产生机理来判断；

C、原子核半衰期的大小由放射性元素的原子核内部本身的因素决定，跟原子核所处的温度无关；

D、通过对α粒子散射实验的理解可以判断。

【解答】解：A、氢原子光谱是不连续的，只能取分立值，不能取连续值，故A正确；

B、β射线的电子是原子核内的中子转化为质子释放出来的，β射线与阴极射线产生机理不同，不是同一种射线，故B错误；

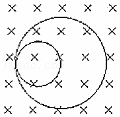
C、原子核半衰期的大小由放射性元素的原子核内部本身的因素决定，跟原子核所处的温度无关，故C错误；

D、在α粒子散射实验中，电子对α粒子影响不计的原因是电子的质量太小，α粒子与电子碰撞后，α粒子速度几乎不变，而不是α粒子几乎碰撞不到电子，故D错误。

故选：A。

【点评】本题考查内容很多，有氢原子光谱、衰变、半衰期及α粒子散射实验，学习时要注意记牢这里涉及到的概念和实验结论。

10．（南安市校级期末）在匀强磁场中有一个原来静止的碳14原子核，它放射出的粒子与反冲核的径迹是两个内切圆，圆直径比为7：1，如图，则碳14的衰变方程为（　　）



A．C→eB

B．C→HeBe

C．C→HB

D．C→eN

【分析】核衰变过程动量守恒，反冲核与释放出的粒子的动量大小相等，根据左手定则判断粒子与反冲核的电性关系。结合带电粒子在匀强磁场中圆周运动的半径公式可得粒子与反冲核的电荷量之比。

【解答】解：原子核的衰变过程满足动量守恒，粒子与反冲核的速度方向相反，根据左手定则判断得知，粒子与反冲核的电性相反，则知粒子带负电，所以该衰变是β衰变，此粒子是β粒子。

可得两带电粒子动量大小相等，方向相反，就动量大小而言有：m1v1＝m2v2

由带电粒子在匀强磁场中圆周运动的半径公式可得：，可见r与q成反比。

由题意，大圆与小圆的直径之比为7：1，半径之比为7：1，则得：粒子与反冲核的电荷量之比为1：7。

所以反冲核的电荷量为7e，电荷数是7，其符号为。

所以碳14的衰变方程为C→eN，故D正确，ABC错误。

故选：D。

【点评】原子核的衰变过程类比于爆炸过程，满足动量守恒，而带电粒子在匀强磁场中圆周运动的半径公式中的分子恰好是动量的表达式，要巧妙应用。

11．（河北模拟）一静止的铝原子核Al俘获一速度大小为1.4×107m/s的氢原子核H后，变为稳定的硅原子核Si，下列说法正确的是（　　）

A．该核反应方程为HAl→Sie

B．若无其他粒子产生，则反应后Si的速度大小约为5×105m/s

C．核反应后的电荷数比核反应前的电荷数小

D．核反应后的质量数比核反应前的质量数大

【分析】A、C、D、根据质量数和电荷数守恒写出核反应方程再判断；B、由动量守恒定律解答。

【解答】解：ACD、根据质量数和电荷数守恒可得核反应方程：H→，故ACD均错误；

B、取氢原子核的速度方向为正方向，由动量守恒定律mHv0＝mSiv，

可得硅原子核的速度大小：vm/s＝5×105m/s，故B正确。

故选：B。

【点评】熟练记忆核反应方程的规则是解题的根本，注意动量守恒定律不仅适用于宏观，也适用于微观。

12．（梁园区校级期中）关于四种基本相互作用的说法正确的是（　　）

A．万有引力只发生在天体与天体之间，质量小的物体（如人与人）之间无万有引力

B．强相互作用只发生在宇宙天体等宏观物体之间

C．弱相互作用就是非常小的物体间的相互作用

D．常见的弹力、摩擦力是由电磁力引起的

【分析】宇宙万物任何两个物体之间都存在着相互作用的吸引力。强相互作用和弱相互作用都存在于微观物质内部。电荷间的相互作用、磁体间的相互作用在本质上是同一种相互作用的不同表现。原子核内部的带正电的质子之间存在着斥力，但原子核仍能紧密的保持在一起，是由于核力作用的结果。

【解答】解：A．宇宙万物任何两个物体之间都存在着相互作用的吸引力，这种引力叫做万有引力，故A错误；

B．强相互作用和弱相互作用都存在于微观物质内部，如原子核内核子间作用就是强相互作用，是一种短距作用，只发生在10﹣15m的范围内，故B错误；

C．弱相互作用：最早观察到原子核的β衰变是弱相互作用引起的一种现象，凡是涉及中微子的反应都是弱相互作用过程.19世纪末，物理学家发现，有的原子核能够自发地放出射线。后来发现，在放射现象中起作用的还有另外一种基本作用，称为弱相互作用；故C错误；

D．电磁相互作用是通过电场和磁场传递的，不需要相互接触就能起作用的，故D正确；

故选：D。

【点评】自然界中有四种基本相互作用，对于通常的物体，质量比较小，万有引力非常小，与电磁作用力相比，往往忽略不计。

13．（龙海市校级月考）关于核力的下列说法正确的是（　　）

A．核力同万有引力没有区别，都是物体间的作用

B．核力就是电磁力

C．核力是短程力

D．核力与电荷有关

【分析】核力只存在于相邻的核子之间，核力的特点是：

①短程力，核力只有在原子核的范围内才发生作用。

②强相互作用，质子间产生库仑斥力，而核力能抗拒库仑斥力而使质子紧密结合在一起，这说明核力很强，它比库仑力大100倍。

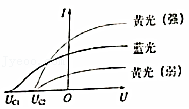
③核力与电荷无关，质子间的核力，中子间的核力及质子与中子间的核力都相等。

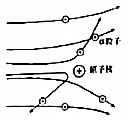
【解答】解：核力与万有引力、库仑力的性质不同，核力是短程力，作用范围在1.5×10﹣15m，原子核的半径数量级在10﹣15m，所以核力只存在于相邻的核子之间，且与电荷无关，如中子与中子之间也存在核力，核力是原子核能稳定存在的原因，故C正确，ABD错误。

故选：C。

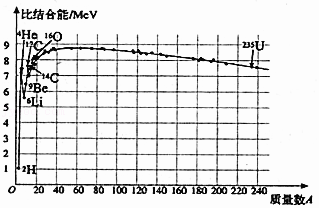
【点评】此题考查了核力的性质，核力属于自然界中的四种相互作用之一，明确核力是短程力，只作用在原子核内部，相邻的核子间。

14．（杭州二模）关于如图所示四幅图片的说法正确的是（　　）

A．如图所示说明发生光电效应时，频率大的光对应的饱和光电流一定大

B．如图是α粒子散射图景，散射后绝大多数α粒子基本沿原方向前进

C．如图所示显示的是β粒子在威尔逊云室中又粗又直的径迹

D．如图所示说明原子核的质量数越大，比结合能就越大

【分析】饱和光电流与光子数目有关；由原子的核式结构模型内容即可判定；β粒子在磁场力作用下会偏转；原子核的质量数越大，结合能就越大。

【解答】解：A、入射光频率一定时，入射光越强，光子数目越多，则饱和光电流越大，故A错误；

B、卢瑟福做α粒子散射实验时发现绝大多数α粒子穿过金箔后基本上仍沿原来的方向前进，只有少数α粒子发生大角度偏转，故B正确；

C、β粒子在威尔逊云室中受磁场力的作用，径迹是细的、弯曲的，故错误；

D、如图所示说明原子核的质量数越大，结合能就越大，而比结合能却越小，故D错误；

故选：B。

【点评】本题考查的是学生读图的能力，只要认真分析是较为容易的找出答案的，同时掌握影响饱和电流的因素，及理解结合能与比结合能的区别。

15．（民勤县校级期末）钴60是金属元素钴的放射性同位素之一，其半衰期为5.27年。它会通过β衰变放出能量高达315keV的高速电子衰变为镍60，同时会放出两束γ射线，其能量分别为1.17MeV及1.33MeV．钴60的应用非常广泛，几乎遍及各行各业。在农业上，常用于辐射育种、食品辐射保藏与保鲜等；在工业上，常用于无损探伤、辐射消毒、辐射加工、辐射处理废物以及自动控制等；在医学上，常用于癌和肿瘤的放射治疗。关于钴60下列说法正确的是（　　）

A．衰变方程为Co→Nie

B．利用钴60对人体肿瘤进行放射治疗是利用其衰变放出的电子流

C．钴60可以作为示踪原子研究人体对药物的吸收

D．钴60衰变过程中不会有质量亏损

【分析】根据电荷数守恒、质量数守恒判断衰变方程的正误；钴60半衰期太长，衰变放出的高能粒子对人体伤害太大，不能作为示踪原子；经过一个半衰期有半数发生衰变，对人体肿瘤进行放射治疗是利用其衰变放出的γ射线。

【解答】解：A、根据电荷数守恒、质量数守恒，知钴60发生β衰变的衰变方程为为Co→Nie，故A正确。

B、钴60对人体肿瘤进行放射治疗是利用其衰变放出的γ射线，故B错误；

C、钴60半衰期太长，且衰变放出的高能粒子对人体伤害太大，不能作为药品的示踪原子，故C错误；

D、所有衰变都会有质量亏损，故D错误。

故选：A。

【点评】解决本题的关键知道衰变的过程中电荷数守恒、质量数守恒，知道α衰变和β衰变的实质，理解半衰期，并能进行计算。

16．（温州模拟）中子n、质子p、氚核D的质量分别为mn、mp、mD．现用光子能量为E的γ射线照射静止的氚核使之分解，反应方程为γ+D＝p+n．若分解后的中子、质子的动能可视为相等，则中子的动能是（　　）

A．[（mD+mp+mn）c2+E] B．[（mp+mn+mD）c2﹣E]

C．[（mD﹣mp﹣mn）c2+E] D．[（mp+mn﹣mD）c2﹣E]

【分析】核反应过程中有质量亏损，根据爱因斯坦质能方程可知亏损质量转化为能量，然后根据能量守恒可正确解答．

【解答】解：因质量亏损产生的能量为：

△E＝（mD﹣mP﹣mn） c2①

设质子、中子的动能为Ek，根据能量守恒有：

△E+E＝2Ek②

联立①②解得：Ek[mD﹣mp﹣mn）c2+E]，故ABD错误，C正确。

故选：C。

【点评】能量守恒是普遍成立的规律，在原子物理中要注意质能方程与能量守恒的应用．

**二．多选题（共10小题）**

17．（浙江模拟）“嫦娥二号”的任务之一是利用经技术改进的γ射线谱仪探测月球表面多种元素的含量与分布特征。月球表面一些元素（如钍、铀）本身就有放射性，发出γ射线；另外一些元素（如硅、镁、铝）在宇宙射线轰击下会发出γ射线。而γ射线谱仪可以探测到这些射线，从而证明某种元素的存在。下列关于γ射线的说法正确的是（　　）

A．γ射线经常伴随α射线和β射线产生

B．γ射线来自原子核

C．如果元素以单质存在其有放射性，那么元素以化合物形式存在不一定其有放射性

D．γ射线的穿透能力比α射线、β射线都要强

【分析】γ射线经常伴随α射线和β射线产生；半衰期是统计规律，与外界因素无关；γ射线的穿透能力最强。

【解答】解：AB、γ射线是原子核发生变化时伴随α射线和β射线放出来的，故AB正确；

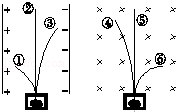
C、元素的放射性与其是为单质，还是化合物无关，故C错误；

D、γ射线穿透能力比α射线、β射线都要强，故D正确。

故选：ABD。

【点评】本题考查放射线、原子核的衰变，理解三种射线的区别及其衰变特征，正确掌握衰变的知识是解决本题的关键。

18．（椒江区校级月考）如图所示，放射性元素镭衰变过程中释放出α、β、γ三种射线，分别进入匀强电场和匀强磁场中，下列说法正确的是（　　）



A．①④表示α射线，其电离能力最强，射出速度最慢

B．②⑤表示γ射线，其穿透能力最强，电离作用很弱

C．①⑥表示β射线，是高速电子流，可以穿透几毫米厚的铝板

D．②⑤表示γ射线，是由原子核外的内层电子跃迁产生

【分析】根据α、β、γ三种射线的带电性质和本质以及带电粒子在电场中受力特点可正确判断．

本题应抓住：①三种射线的成分主要是指所带电性：α射线是高速He流带正电，β射线是高速电子流，带负电，γ射线是γ光子，是中性的．

②洛伦兹力方向的判定，左手定则：张开左手，拇指与四指垂直，让磁感线穿入手心，四指的方向是正电荷运动的方向，拇指的指向就是洛伦兹力的方向．

【解答】解：α射线实质为氦核，带正电，β射线为电子流，带负电，γ射线为高频电磁波，根据电荷所受电场力特点可知：①为β射线，②为γ射线，③为α射线，

α射线是高速He流，一个α粒子带两个正电荷。根据左手定则，α射线受到的洛伦兹力向左，故④是α射线。

β射线是高速电子流，带负电荷。根据左手定则，β射线受到的洛伦兹力向右，故⑥是β射线。

γ射线是γ光子，是中性的，故在磁场中不受磁场的作用力，轨迹不会发生偏转。故⑤是γ射线。故BC正确，A错误。

γ射线的来源是发生衰变时伴随着质量的亏损而放出的能量，并不是由原子核外的内层电子跃迁产生的，故D错误。

故选：BC。

【点评】熟练掌握α、β两种衰变实质以及衰变方程的书写，同时明确α、β、γ三种射线性质及应用，本题综合性较强，主要考查两个方面的问题：①三种射线的成分主要是所带电性．②洛伦兹力的方向的判定．只有基础扎实，此类题目才能顺利解决，故要重视基础知识的学习

19．（吉林校级月考）根据报道，在暑天就诊的病人，低锌发病率高达60%以上。由于锌对人体代谢起着重要作用，因此儿童生长发育时期测量体内含锌量已成为体格检查的重要内容之一，也引起了我国科技工作者的高度重视。其中比较简单的一种检测方法是取儿童的头发约50g，放在核反应堆中经中子轰击后，头发中的锌元素与中子反应生成具有放射性的同位素锌，其核反应方程式为Znn→Zn．Zn衰变放射出能量为1115eV的γ射线，通过测定γ射线的强度可以计算出头发中锌的含量。关于以上叙述，下列说法正确的是（　　）

A．Zn和Zn有相同的核子数

B．Zn和Zn具有相同的质子数

C．γ射线具有很强的穿透能力，能穿透几厘米的铅板

D．γ射线在真空中传播的速度是3.0×108m/s

【分析】核子是由质子和中子组成，γ射线是光子流，以光速传播。放在核反应堆中经中子轰击后，头发中的锌元素与中子反应生成具有放射性的同位素锌，该过程是人工核反应的过程。

【解答】解：A、B：核子数＝质子数+中子数，Zn和Zn核子数不同，质子数相同，故A错误，B正确；

C、γ射线具有很强的穿透能力，能穿透几厘米的铅板，故C正确。

D、γ射线是在α、β衰变过程中释放出来的，它是光子流，以光速传播，故D正确；

故选：BCD。

【点评】本题考查了核子的组成，以及α衰变、β衰变的过程中放射出的三种射线的过程，难度不大，需要在学习中多积累。

20．（思明区校级期中）以下关于物理现象的说法中，正确的是（　　）

A．示踪原子利用的是元素同位素的放射性

B．医院用彩超检查病人血管血流、心脏跳动等情况，其原理是多普勒效应

C．人们用紫外线消毒依靠的是紫外线明显的热效应

D．海市蜃楼涉及到光的全反射现象

【分析】放射性同位素可以作为示踪原子。

多普勒效应中由于波源的移动而使接收到的频率变化。

红外线的热效应显著，紫外线可以消毒杀菌。

海市蜃楼现象属于光的折射中的全反射现象。

【解答】解：A、放射性同位素示踪是利用放射性同位素及它们的化合物，与自然界存在的相应普通元素及其化合物之间的化学性质和生物学性质是相同的，只是具有不同的核物理性质即能够发生衰变，故放射性同位素可以作为示踪原子，故A正确；

B、医院里用于检测的彩超的原理是：向病人体内发射超声波，经血液反射后被接收，测出反射波的频率变化，就可知血液的流速。是应用了多普勒效应，故B正确；

C、红外线的热效应显著，可以利用红外线的热效应对物体进行烘干，利用紫外线消毒是紫外线的化学作用，故C错误；

D、海市蜃楼是由于光的折射和全反射而产生的，故D正确。

故选：ABD。

【点评】此题考查了放射性同位素、多普勒效应、紫外线的化学作用和光的全反射等知识，解题的关键是明确红外线具有显著的热效应，紫外线具有化学作用。

21．（福州模拟）下列说法正确的是（　　）

A．Th核发生一次α衰变时，新核与原来的原子核相比，中子数减少了4

B．太阳辐射的能量最主要来自太阳内部的热核反应

C．若使放射性物质的温度升高，其半衰期可能变小

D．用14eV的光子照射处于基态的氢原子，可使其电离

E．光电管是基于光电效应的光电转换器件，可使光信号转换成电信号

【分析】α衰变生成氦原子核，质量数少4，质子数少2，太阳辐射的能量主要来自太阳内部的聚变反应，半衰期与外界因素无关，用13.6eV的光子照射处于基态的氢原子，即可使其电离．

【解答】解：A、Tn核发生一次α衰变时，新核与原来的原子核相比，质量数减少了4，中子数减少2，A错误；

B、太阳辐射的能量主要来自太阳内部的聚变反应，B正确；

C、半衰期与外界因素无关，C错误；

D、用14eV的光子照射处于基态的氢原子，可使其电离，D正确；

E、光电管是基于光电效应的光电转换器件，可使光信号转换成电信号，E正确。

故选：BDE。

【点评】掌握衰变的实质，知道半衰期的特点，了解氢离子的电离与跃迁，难度不大．

22．（黄山一模）下列说法正确的是（　　）

A．Th衰变成Pb要经过6次α衰变和4次β衰变

B．氢原子的核外电子从低轨道跃迁到高轨道的过程，原子要吸收光子，电子的动能减少，原子的电势能增大

C．发生光电效应时，光电子的最大初动能与入射光的频率成正比

D．原子核的结合能越大，原子核越稳定

【分析】A、由衰变的实质进行判断。

B、氢原子的核外电子从低轨道跃迁到高轨道的过程，原子要吸收光子，电子的动能减少，电阻克服电场力做功原子的电势能增加；

C、由EKm＝hγ﹣W0可知光电子的最大初动能与入射光的频率的关系；

D、原子核的比结合能越大，原子核越稳定。

【解答】解：A、根据质量数和电荷数守恒知232﹣208＝6×4，即6次α衰变，90＝82+6×2﹣4，即4次β衰变，故A正确

B、氢原子的核外电子从低轨道跃迁到高轨道的过程，原子要吸收光子，电子的动能减少，电阻克服电场力做功原子的电势能增加，故B正确

C、最大初动能：EKm＝hγ﹣W0可知光电子的最大初动能与入射光的频率有关，频率大最大初动能大，但不成正比，故C错误

D、原子核的比结合能越大，原子核越稳定，不是结合能，故D错误

故选：AB。

【点评】重点掌握衰变的实质，光电效应方程，明确原子核的比结合能越大，原子核越稳定，不是结合能。

23．（包头校级三模）贫铀炸弹是一种杀伤力很强的武器，贫铀是提炼铀235以后的副产品，其主要成分为铀238，贫铀炸弹不仅有很强的穿甲能力，而且铀238具有放射性，会发生α衰变。残留物可长期对环境起破坏作用而造成污染。人长期生活在该环境中会受到核辐射而患上皮肤癌和白血病。下列说法正确的是 （　　）

A．铀238的衰变方程式为：Un→ThHe

B．U和U互为同位素

C．人患皮肤癌和白血病是因为核辐射导致了基因突变

D．贫铀弹的穿甲能力很强，也是因为它的放射性

E．铀238的衰变方程式为：U→ThHe

【分析】正确解答本题需要掌握：根据质量数和电荷数守恒正确书写衰变方程；理解同位素的含义；理解放射性的应用于防护。

【解答】解：A、E、根据质量数和电荷数守恒可知铀238的衰变方程式为：U→ThHe，故A错误，E正确；

B、电荷数（质子数）相同，而质量数不同的同一类元素成为同位素，所以U和U互为同位素，故B正确；

C、长时间接受核辐射会导致基因突变，易患癌症如皮肤癌和白血病等，故C正确；

D、贫铀弹的穿甲能力很强一是由于贫铀密度大，二是其硬度大，故D错误。

故选：BCE。

【点评】本题考查了有关原子核衰变以及核辐射的基础注意，要加强基本概念的理解和基本规律的应用。

24．（徐州期末）关于放射性，下列说法正确的有（　　）

A．放射性同位素可作为示踪原子用于疾病的诊断

B．P是人造的放射性同位素，所以运用物理方法可改变它的半衰期

C．贫铀炸弹的残留物有放射性，对环境有长期的危害主要是因为铀的半衰期短

D．用γ射线照射食品，可以杀死使食物腐败的细菌，延长保质期

【分析】放射性同位素可作为示踪原子，α射线的贯穿本领较小，不可以进行金属探伤，发生一次β衰变，质子数增加1，放射性元素的半衰期由原子核本身决定。

【解答】解：A、用放射性同位素可作为示踪原子，故A正确；

B、放射性元素的半衰期由原子核本身决定，与外界因素无关，故B错误。

C、贫铀炸弹的残留物有放射性，对环境有长期的危害主要是因为铀的半衰期长；故C错误；

D、用γ射线照射食品，可以杀死使食物腐败的细菌，延长保质期；故D正确；

故选：AD。

【点评】本题主要考查了放射性的利用及其危害，是联系生活实际的好题，关键要多看书，了解常识

25．（海安市校级月考）下面的各核反应中能产生中子的是（　　）

A．用γ光子轰击Mg，生成物之一为Na

B．用氘核轰击Be，生成物之一为B

C．用α粒子轰击Li，生成物之一为B

D．用质子轰击Li，生成物之一为Be

【分析】根据核反应过程中，质量数和电荷数守恒即可判断出生成物中是否有中子。

【解答】解：核反应过程中，质量数和电荷数守恒，

A、电荷数反应前后的关系为：12＝11+1，则生成粒子为正电子，，故A错误；

B、反应中生成粒子的质量数为：2+9﹣10＝1，电荷数为：4+1﹣5＝0，则生成粒子为中子，故B正确；

C、反应中生成粒子的质量数为：4+7﹣10＝1，电荷数为：2+3﹣5＝0，则生成粒子为中子，故C正确；

D、反应中生成粒子的质量数为：1+7﹣8＝0，电荷数为：1+3﹣4＝0，则生成粒子为光子，故D错误。

故选：BC。

【点评】此题考查了核反应方程中的质量数和电荷数守恒的应用，同时注意原子核的质量数和电荷数的表示方法。

26．（湖北月考）下列关于力的说法中，正确的是（　　）

A．四种基本相互作用是：万有引力、电磁相互作用、强相互作用、弱相互作用

B．力可以离开物体而独立存在

C．受力物体同时也是施力物体，施力物体同时也是受力物体

D．弹力、摩擦力本质上都是由强相互作用引起的

【分析】自然界有四种基本的作用力：万有引力相互作用、电磁相互作用、强相互作用和弱相互作用，重力、弹力、摩擦力、库仑力、安培力和核力都可归结为这四种基本相互作用。电磁相互作用随距离变化的规律与万有引力相互作用相似。弱相互作用的强度并不是四种相互作用中强度最弱的一种。

【解答】解：

A、自然界有四种基本的相互作用力：万有引力相互作用、电磁相互作用、强相互作用和弱相互作用。故A正确。

B、力具有物质性，力不可以离开物体而独立存在，故B错误；

C、力具有物质性，受力物体同时也是施力物体，施力物体同时也是受力物体，故C正确；

D、弹力、摩擦力本质上都是由电磁作用引起的，故D错误。

故选：AC。

【点评】本题考查对四种基本相互作用力的了解和掌握情况。强相互作用和弱相互作用是微观粒子间的作用力，比万有引力强度大。

**三．填空题（共8小题）**

27．（宿迁期末）天然放射性元素铀可以放出三种射线，其中能被一张纸挡住的是　α　（选填“α”“β”或“γ”）射线。1934年，约里奥一居里夫妇用该射线去轰击Al，首次获得了人工放射性同位素P，该核反应方程为　Al→P　。

【分析】根据三种射线的特性分析，α射线的穿透能力最弱。

核反应方程中，质量数守恒与电荷数守恒。

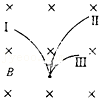
【解答】解：三种射线中，α射线的穿透能力最弱，一张纸就可以挡住。

根据质量数守恒与电荷数守恒可知，当用α粒子轰击Al，首次获得了人工放射性同位素P，核反应方程为：Al→P。

故答案为：α；Al→P。

【点评】本题考查了三种射线的特性，明确核反应方程中，质量数和电荷数守恒。

28．（青冈县月考）如图所示，三个带电量相等的粒子在匀强电场中的部分径迹分别是Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ，它们进入磁场时具有相等且和磁场垂直的初速。由图可知，径迹Ⅰ表示粒子　正　电，径迹　III　的粒子荷质比最大。



【分析】带电粒子在磁场中受到洛伦兹力作用，根据左手定则分析判断粒子偏转方向，确定粒子电性。

【解答】解：分析可知，径迹I向左偏转，根据左手定则可知，该粒子带正电；

根据洛伦兹力提供向心力可知，r，半径大的荷质比小，故径迹III的半径小，荷质比最大。

故答案为：正，Ⅲ。

【点评】本题考查了带电粒子在磁场中的运动，解题的关键是理解洛伦兹力提供向心力，根据左手定则判断偏转方向。

29．（杨浦区校级期中）原子核是由　质子　和中子组成的，它们统称为核子。具有相同的质子数和不同的中子数的原子互称为　同位素　。

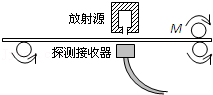
【分析】原子核由质子与中子组成，电荷数相同的为同种元素，不同中子数的同种元素为同位素。

【解答】解：质子与中子统称为核子，是原子核的组成部分，具有相同质子数不同种子数的为同位素。

故答案为：质子 同位素

【点评】明确原子核的组成，知道同位素的定义，基础题。

30．（衡水校级期中）如图所示，是利用放射线自动控制铝板厚度的装置．假如放射源能放射出α、β、γ三种射线，而根据设计，该生产线压制的是3mm厚的铝板，那么是三种射线中的　β　射线对控制厚度起主要作用．当探测接收器单位时间内接收到的放射性粒子的个数超过标准值时，将会通过自动装置将M、N两个轧辊间的距离调　大　一些．



【分析】α射线穿透本领太弱，γ射线穿透能力又太强，而β射线穿透能力β居中．

【解答】解：α、β、γ三种射线的穿透能力不同，α射线不能穿过3 mm厚的铝板，γ射线又很容易穿过3 mm厚的铝板，厚度的微小变化不会使穿过铝板的γ射线的强度发生较明显变化，所以基本不受铝板厚度的影响．而β射线刚好能穿透几毫米厚的铝板，因此厚度的微小变化会使穿过铝板的β射线的强度发生较明显变化，即是β射线对控制厚度起主要作用．若超过标准值，说明铝板太薄了，应该将两个轧辊间的距离调大些．

故答案为：β，大

【点评】本题考查了α、β、γ三种射线的特性，电离本领依次减弱，穿透本领依次增强，能在生活中加以利用．

31．（杨浦区校级期中）一个原子核经过一次α衰变和一次β衰变，成为一新原子核，则新核与原来核相比，质子少了　1　个，中子少了　3　个。

【分析】α衰变是一种放射性衰变在此过程中，一个原子核释放一个α粒子（由两个中子和两个质子形成的氦原子核），并且转变成一个质量数减少4，核电荷数减少2的新原子核，β衰变是一种放射性衰变，在此过程中，一个原子核释放一个电子，其实质是原子核中的1个中子变成了质子。

【解答】解：某放射性元素经过1次α衰变放出1个氦核，原子核少了2个质子和2个中子，

经过1次β衰变发出一个电子，其实质是原子核中的1个中子变成了质子，即原子核少了1个中子，多了一个质子，则总体质子数减少1个，中子数减少3个。

故答案为：1；3

【点评】写出这个过程中释放出的α粒子和β粒子，分析质子数和中子数的变化即可。

32．（渭滨区期末）铋210的半衰期是5天，10g的铋210经过10天后，还应该剩下　2.5　 g．

【分析】经过1个半衰期，有半数发生衰变，求出半衰期的次数，从而得出还剩的质量．

【解答】解：铋210的半衰期是5天，经过10天后，发生2个半衰期，有数发生衰变，10g的铋还剩下2.5g没有衰变．

故答案为：2.5．

【点评】解决本题的关键知道半衰期的定义，知道剩余质量与半衰期次数的关系，m＝m0（）n，n为半衰期的次数．

33．（凉州区校级期末）用中子轰击锂核（Li）发生核反应，生成氚核和α粒子，并释放出4.8Mev的能量，请写出核反应方程　Li→He　．

【分析】根据质量数和电荷数守恒可正确书写出该核反应方程．

【解答】解：根据质量数和电荷数守恒得：Li→He

故答案为：Li→He

【点评】本题比较简单考查了核反应方程，根据量子说守恒与电荷数守恒即可写出．

34．（睢宁县模拟）太阳内部核反应的主要模式之一是质子﹣质子循环，循环的结果可表示为4H→He+ne+2v，已知H和He的质量分别为mp＝1.0078u和mα＝4.0026u，lu＝931MeV/c2，c为光速。核反应方程中n＝　2　，在4个H转变成1个He的过程中，释放的能量约为　27　MeV．（结果保留2位有效数字）

【分析】根据核反应过程中，质量数和电荷数守恒，确定n的数值。

计算质量亏损，根据爱因斯坦质能方程分析释放的能量。

【解答】解：核反应过程中，质量数和电荷数守恒，则4＝2+n，解得：n＝2，

已知H和He的质量分别为mp＝1.0078u和ma＝4.0026u，核反应过程中，质量亏损：△m＝4mp﹣mα＝0.0286u

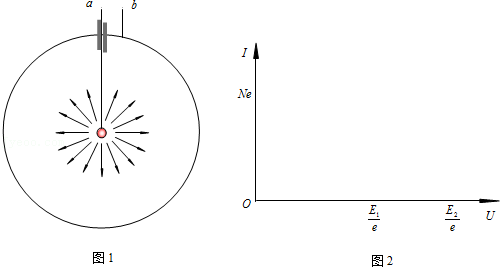
根据爱因斯坦质能方程可知，在4个H转变成1个He的过程中，释放的能量约为：△E＝△mc2＝0.0286×931MeV＝27MeV。

故答案为：2；27。

【点评】此题考查了爱因斯坦质能方程的应用，解题的关键是明确核反应过程中，质量数和电荷数守恒，计算质量亏损和释放的核能。

**四．计算题（共3小题）**

35．（海淀区二模）放射性同位素电池具有工作时间长、可靠性高和体积小等优点，是航天、深海、医学等领域的重要新型电源，也是我国近年重点科研攻关项目。某同学设计了一种利用放射性元素β衰变的电池，该电池采用金属空心球壳结构，如图1所示，在金属球壳内部的球心位置放有一小块与球壳绝缘的放射性物质，放射性物质与球壳之间是真空的。球心处的放射性物质的原子核发生β衰变发射出电子，已知单位时间内从放射性物质射出的电子数为N，射出电子的最小动能为E1，最大动能为E2。在E1和E2之间，任意相等的动能能量区间△E内的电子数相同。为了研究方便，假设所有射出的电子都是沿着球形结构径向运动，忽略电子的重力及在球壳间的电子之间的相互作用。元电荷为e，a和b为接线柱。



（1）原子核是由质子H和中子n等核子组成的，说明β衰变的电子是如何产生的；

（2）求a、b之间的最大电势差Um，以及将a、b短接时回路中的电流I短；

（3）在a、b间接上负载时，两极上的电压为U，通过负载的电流为I。论证电流大小I随电压U变化的关系，并在图2中画出I与U关系的图线；

（4）若电源的电流保持恒定且与负载电阻无关，则可称之为恒流源。请分析负载电阻满足什么条件时该电源可视为恒流源。

（注意：解题过程中需要用到、但题目没有给出的物理量，要在解题中做必要的说明）

【分析】（1）依据β衰变的实质，即可分析；

（2）根据动能定理，结合电场力做负功，即可求解；

（3）根据电场力做功在0＜eU≤E1，E1＜eU＜E2，及eU＝E2，三种情况下，得出电流大小I与电压U的关系；

（4）依据在0＜U时，所有的电子都能够飞到球壳上，即可分析。

【解答】解：（1）β衰变的实质是1个中子转化为1个质子和1个电子，即其核反应方程为：n→H+e

（2）根据动能定理，则有：﹣eUm＝0﹣E2

解得，a、b之间的最大电势差为：

将a、b短接时所有逸出电子都能由球心处的放射源到达球壳，故短路电流为：I短＝Ne

（3）①在0＜eU≤E1时，即0＜U时，所有的电子都能够飞到球壳上，在单位时间内到达的电荷量为该电池可以供给的最大电流，此时I＝Ne

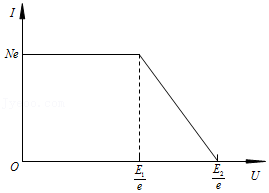
②在E1＜eU＜E2时，即U时，只有动能E≥eU的电子才能落到球壳上，这些电子决定了通过负载的电流（其余电子将在球心与球壳间往复运动，不流过负载）。

这些电子数与从放射性物质飞出的总电子数之比为：

因为单位时间发射的电子是按照能量均匀分布的，所以这时通过负载的电流I'为：

③在eU＝E2即U时，电子将无法到达球壳，此时通过负载的电流为零。

综合①②③的分析，可知I随电压U变化的伏安特性关系，如下图所示：



（4）当0＜U时，所有的电子都能够飞到球壳上有：U＝IR＝NeR

解得：当负载电阻满足0＜R时，该电池是恒流源。

答：（1）原子核是由质子H和中子n等核子组成的，β衰变的实质是1个中子转化为1个质子和1个电子；

（2）那么a、b之间的最大电势差，以及将a、b短接时回路中的电流是Ne；

（3）在a、b间接上负载时，两极上的电压为U，通过负载的电流为I，I随电压U变化的伏安特性关系，I与U关系的图线如上图所示；

（4）当负载电阻满足0＜R时，该电池是恒流源。

【点评】考查β衰变，知道电子的由来，掌握动能定理的应用，注意其电场力做负功，理解电流与电压之间的关系探究方法，最后还要注意电池是恒流源的条件。

36．（靖安县校级月考）放射性同位素C被考古学家称为“碳钟”，它可以用来判定古代生物体的年代，此项研究获得1960年诺贝尔化学奖。

（1）宇宙射线中高能量的中子碰到空气中的氮原子后，会形成C，C很不稳定，易发生衰变，其半衰期为5720年，放出β射线，试写出有关核反应方程；

（2）若测得一古生物体遗骸中C含量只有活体中的12.5%，则此遗骸的年代约有多少年？

【分析】（1）根据电荷数守恒、质量数守恒写出核反应方程。

（2）根据古生物遗骸中C的含量只有活体中的12.5%，求出半衰期的次数，从而求出此遗骸的年代距今的时间。

【解答】解：（1）根据电荷数守恒、质量数守恒知，核反应方程为：Nn→CH

衰变方程为：C→Ne。

（2）活体中C含量不变，生物死亡后，C开始衰变，设活体中C的含量为m0，遗骸中为m，则由半衰期的定义得：m＝m0•，即0.125＝（），解得3，所以t＝3T＝17190年。

答：（1）核反应方程为：Nn→CH；C→Ne。

（2）此遗骸的年代距今约有17190年。

【点评】解决本题的关键知道在核反应中电荷数守恒、质量数守恒，以及知道半衰期的定义，并能灵活运用。

37．（绍兴期末）2021年5月28日，中科院合肥物质科学研究院有“人造太阳”之称的全超导托卡马克核聚变实验装置（EAST）创造新的世界纪录，成功实现可重复的12亿摄氏度101秒和1.6亿摄氏度20秒等离子体运行，将1亿摄氏度20秒的原纪录延长了5倍。科研人员称新纪录进一步证明核聚变能源的可行性，也为迈向商用奠定物理和工程基础。一种典型的氢核聚变反应是两个氘核（H）聚变成氦核（He）的同时释放中子，已知氘核质量为2.0136u，氦核质量为3.0150u，中子质量为1.0087u，lu的质量相当于931.5MeV的能量。

（1）写出上述核反应方程式；

（2）求核反应中释放的核能；

（3）原子核具有足够的动能，碰撞时十分接近，才可以发生聚变。若两个氘核以相等的动能0.37MeV进行对心碰撞，并且核反应释放的核能全部转化为机械能，求反应中产生的中子和氦核的动能。



【分析】（1）根据两个氘核（H）聚变成氦核（He）的同时释放中子写出核聚变反应方程式；

（2）求得核反应中质量亏损，进而计算释放的核能；

（3）根据动量守恒，结合动能的关系求解。

【解答】解：（1）由题意可写出氢核聚变反应方程式为

HH→Hen

（2）核反应中质量亏损为

Δm＝2×2.0136u﹣3.0150u﹣1.0087u＝0.0035u

释放的核能为

E＝0.0035×931.5MeV≈3.26MeV

（3）两个氘核以相等的动能0.37MeV进行对心碰撞，故系统初动量为零，据动量守恒定律有

0＝P氦+P中

所以产生的中子和氦核的动量大小相等，方向相反，由于

Ek

故中子和氨核的动能之比

Ek中：Ek氦＝m氦：m中＝3：1

中子和氦核的总动能

Ek总＝2×0.37MeV+3.26MeV＝4MeV

可解得

Ek中＝3MeV，Ek氦＝1MeV

答：（1）核反应方程式为HH→Hen；

（2）核反应中释放的核能为3.26MeV；

（3）反应中产生的中子和氦核的动能分别是3MeV、1MeV。

【点评】本题考查动量守恒在核聚变中的应用，解题的关键在于理解题意并能将动量守恒的知识点合理利用。

**五．解答题（共8小题）**

38．（2008秋•泰州期末）有以下说法：

A．在核电站中利用石墨、重水和普通水来控制链式反应速度

B．中等大小的核的比结合能最大，因此这些核是最稳定

C．原子核中的质子靠之间的引力来抗衡相互间的库仑斥力而达到将核子紧紧地束缚在一起

D．天然放射性现象的发现揭示了原子核具有复杂的结构

E．在巴耳末公式中，只能取n＝1、2、3…一系列的正整数

F．在微观物理学中，不能同时准确地知道粒子的位置和动量

其中正确的有：　BDF　．

【分析】正确解答本题需要掌握：核电站中如何控制反应速度；比结合能的物理意义，正确理解天热放射现象等基本概念．

【解答】解：A、在核电站中，通过控制棒（一般用石墨棒）吸收中子多少来控制反应速度，故A错误

B、比结合能越大，表示原子核中核子结合得越牢固，原子核越稳定．中等大小的核的比结合能最大，所以这些核是最稳定的，故B正确；

C、因原子核内部有很多质子，同种电荷相互排斥，则原子间会产生较大的斥力；但原子核内的质子和中子能紧密地结合在一起是因为核子间存在着一种更强的吸引力，我们称之为核力，故C错误；

D、人们认识到原子核有复杂的结构是从天然放射现象开始的，故D正确；

E、在巴耳末公式中，n只能取n＝3、4、5…一系列的正整数，故E错误；

F、根据不确定关系知，不可能同时确定微观粒子的动量和位置，故F正确．

故选B、D、F

【点评】本题考查了原子物理的基础知识，对于这些基础知识要加强记忆和训练，以提高对于基础知识的理解．

39．（1）科学家常用中子轰击原子核，这是因为中子　D　．

A、质量较小；B、质量较大； C、能量较大；D、是电中性的．

（2）一个原子中含有　92　个质子，含有　146　个中子，含有　92　个电子．

【分析】（1）中子因为它本身是不带电的，因此它和原子核的相互作用，它可以不受到库仑力的影响，另外它在穿越物质的过程中，它不会引起物质的电离．

（2）原子的核电荷数等于原子核中的质子数，中子数等于质量数与核电荷数的差．

【解答】解：（1）用中子轰击原子核，因为中子呈电中性，在轰击原子核的过程中，不受原子核的库仑力，另外不会引起物质的电离．故D正确．A、B、C错误．

故选：D

（2）一个原子中，原子的核电荷数等于原子核中的质子数，所以含有92个质子，含有：n＝238﹣92＝146个中子；原子的核外电子与质子数目相同，所以含有 92个电子．

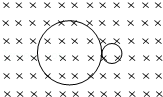
故答案为：（1）D；（2）92；146；92．

【点评】解决本题的关键知道中子不带电，在轰击的过程中，不受原子核的库仑力．原子的核电荷数等于原子核中的质子数．

40．（天津三模）在核反应堆的废料中含有大量的U，可自发放出一个粒子衰变为234Th．

①写出该过程的核反应方程　→　．

②若此过程发生在垂直纸面向里的匀强磁场中，234Th核反冲速度的方向为　向下　（填“向上”或“向下”）．



【分析】根据电荷数守恒、质量数守恒写核反应方程，确定衰变时放出的粒子．在磁场中粒子由洛伦兹力提供粒子在磁场运动的向心力．

【解答】解：①→

②在磁场中粒子由洛伦兹力提供粒子在磁场运动的向心力得反冲速度的方向向下

故答案为：→，向下

【点评】书写核反应方程是基本功，在记住基本粒子符号的基础上，根据质量数守恒和电荷数守恒写出衰变方程．衰变过程，类似于爆炸，动量和能量都守恒．

41．（扬州模拟）一静止的轴核（）发生α衰变成钍核（Th），已知放出的α粒子的质量为m，速度为v0．假设铀核发生衰变时，释放的能量全部转化为α粒子和钍核的动能。

（1）试写出铀核衰变的核反应方程；

（2）求出铀核发生衰变时的质量亏损。（已知光在真空中的速度为c，不考虑相对论效应）

【分析】根据电荷数守恒、质量数守恒写出核反应方程，根据动量守恒定律求出反冲速度，再根据能量守恒求出释放的核能。

结合爱因斯坦质能方程求出质量亏损。

【解答】解：（1）根据电荷数守恒、质量数守恒写出衰变方程：

→ThHe

（2）设钍核的质量为M，反冲速度大小为v，由动量守恒定律，得：

0＝mv0﹣Mv

其中，

设质量亏损为△m，释放的能量全部转化为α粒子和钍核的动能，则△mc2mv02v2。

所以△m

答：（1）铀核衰变的核反应方程是→ThHe；

（2）求出铀核发生衰变时的质量亏损是。

【点评】核反应遵守的基本规律有动量守恒和能量守恒，书写核反应方程式要遵循电荷数守恒和质量数守恒。

知道爱因斯坦质能方程的应用。

42．（扬州模拟）一个轴核（U）放出一个α粒子后衰变成钍核（Th），其衰变方程为　U→ThHe　；已知静止的铀核、钍核和α粒子的质量分别为m1、m2和m3，真空中光速为c，上述衰变过程中释放出的核能为　（m1﹣m2﹣m3）c2　。



【分析】根据电荷数和质量数守恒写出衰变方程；

根据爱因斯坦质能方程计算释放的核能。

【解答】解：根据电荷数和质量数守恒得到衰变方程为：U→ThHe

根据爱因斯坦质能方程：E＝△mc2＝（m1﹣m2﹣m3）c2

故答案为：U→ThHe；（m1﹣m2﹣m3）c2。

【点评】本题考查了衰变方程的书写和爱因斯坦质能方程的应用，核反应过程满足质量数守恒和电荷数守恒，要注意元素左上角为质量数，左下角为电荷数，二者之差为中子数。

43．放射性在工业中有哪些应用？

【分析】放射性是指元素从不稳定的原子核自发地放出射线的性质。

放射性在工业、农业和生物医学领域具有广泛的应用。

【解答】解：放射性在工业中具有广泛的应用：

在工业上，常用于无损探伤、辐射消毒、辐射加工、辐射处理废物以及自动控制等；

利用放射线的贯穿作用，可以制成射线测厚装置等。

答：见解析。

【点评】此题考查了放射性在工业中的应用，是联系生活实际的好题，理解工业部门主要应用放射源放出的贯穿本领极强的γ射线来进行探伤作业。

44．（石景山区一模）中子的发现是物理史上的一件大事。1920年英国物理学家卢瑟福通过人工核转变发现了质子，在研究原子核的带电量与质量时发现原子核的质量大于核中所有质子的质量和，于是预言：可能有一种质量与质子相近的不带电的中性粒子存在，他把它叫做中子。

1930年科学家在真空条件下用α射线轰击铍核Be时，发现一种看不见、贯穿能力极强的不知名射线和另一种粒子产生。这种不知名射线具有如下特点：

①在任意方向的磁场中均不发生偏转；

②这种射线的速度远小于光速；

③用它轰击含有氢核的物质，可以把氢核打出来；用它轰击含有氮核的物质，可以把氮核打出来。实验中测得，被打出氢核的最大速度为3.3×107m/s，氮核的最大速度为4.7×106m/s，假定该射线中的粒子均具有相同的能量，氢核和氮核碰前可认为是静止的，碰撞过程中没有机械能的损失。

已知氢核质量MH与氮核质量MN之比为1：14．根据以上信息，不考虑相对论效应，完成下列问题。

（1）请通过分析说明该射线是否带电，是否为γ射线；

（2）请判断该射线中的粒子是否为卢瑟福所预言的中子，并通过分析说明依据；

（3）写出用α射线轰击铍核Be发现该射线的核反应方程。

【分析】（1）依据带电粒子在磁场中是否偏转方向，结合左手定则，即可判定粒子带电与否，再结合各种射线的速度，即可判定；

（2）依据弹性碰撞过程中，动量守恒与机械能守恒定律，即可求解；

（3）根据电荷数守恒、质量数守恒写出核反应方程。

【解答】解：（1）若该射线带电，在磁场中受到洛伦兹力会发生偏转。由①知，该射线在任意方向的磁场中均不发生偏转，因此该射线不带电，由电中性的粒子流组成。

由②可知，这种射线的速度远小于光速，而γ射线是光子流，其速度就是光速，因此该射线不是γ射线。

（2）下面分析该射线粒子与质子的质量间的关系。设组成该射线的粒子质量为m，轰击含有氢核或氮核的物质时速度为v。由于碰撞过程中没有机械能损失，当被打出的氢核和氮核的速度为最大值时，表明其碰撞为弹性碰撞。

设与氢核发生弹性正碰后粒子速度为v1，氢核速度为vH；与氮核发生弹性正碰后粒子速度为v2，氮核速度为vN。

根据动量守恒和机械能守恒，

轰击氢核，则有：mv＝mv1+MHvH…①；

②

解得 ③

轰击氮核

mv＝mv2+MNvN…④；

⑤

解得：⑥

由③⑥式解得：m＝1.16MH≈MN；

计算得该射线粒子的质量与质子（氢核）的质量近似相等，表明这种射线粒子就是卢瑟福所预言的中子。

（3）根据电荷数守恒、质量数守恒得，则有：→

答：（1）该射线不带电，不是为γ射线；

（2）是卢瑟福所预言的中子，依据是该射线粒子的质量与质子（氢核）的质量近似相等；

（3）用α射线轰击铍核Be发现该射线的核反应方程是→。

【点评】考查三种射线的特征，理解动量守恒定律和机械能守恒定律，并掌握核反应方程的书写规律，注意综合性较强，对学生的分析推理能力要求较高，是一道好题。

45．核力有哪些基本性质？

【分析】分析核力的基本性质：①短程力；②强相互作用；③与电荷无关；④核力有时表现为斥力，有时表现为引力。

【解答】解：核力只存在于相邻的核子之间，核力的特点是：

①短程力，核力只有在原子核的范围内才发生作用。

②强相互作用，质子间产生库仑斥力，而核力能抗拒库仑斥力而使质子紧密结合在一起，这说明核力很强，它比库仑力大100倍。

③核力与电荷无关，质子间的核力，中子间的核力及质子与中子间的核力都相等。

④核子不能无限靠近，即核力除表现为引力之外，在某些情形下表现为斥力。

答：见解析。

【点评】此题考查了核力的基本性质，解题关键是明确教材基本内容，明确核力是四种相互作用之一，掌握核力的性质。