一、选择题：在下列每小题给出的四个答案中，至少有一个答案是正确的，把正确答案全选出来．

1．关于天然放射现象，以下叙述正确的是（ ）

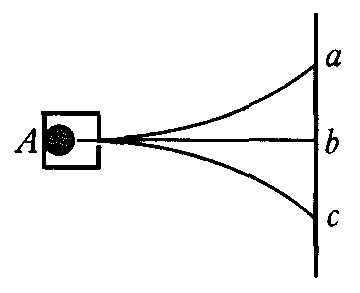
A．若使放射性物质的温度升高，其半衰期将减小

B．衰变所释放的电子是原子核内的中子转变为质子时产生的

C．在、、这三种射线中，射线的穿透能力最强，射线的电离能力最强

D．铀核（U）衰变为铅核（Pb)的过程中，要经过8次衰变和10次衰变

答案：BC

2．如图所示，铅盒A中装有天然放射性物质，放射线从其右端小孔中水平向右射出，在小孔和荧光屏之间有垂直于纸面向里的匀强磁场，则下列说法中正确的有（ ）

A．打在图中a、b、c三点的依次是射线、射线和射线

B．射线和射线的轨迹是抛物线

C．射线和射线的轨迹是圆弧

D．如果在铅盒和荧光屏间再加一竖直向下的匀强电场，则屏上的亮斑可能只剩下b

答案：AC

3．英国物理学家卢瑟福通过粒子散射实验的研究提出了原子的核式结构学说，该学说包括的内容有（ ）

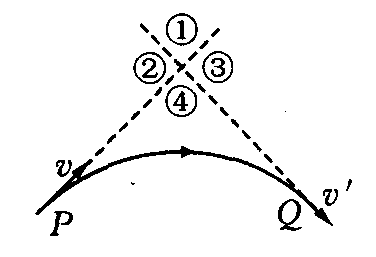
A．原子的中心有一个很小的原子核

B．原子的全部正电荷集中在原子核内

C．原子的质量几乎全部集中在原子核内

D．原子是由质子和中子组成的

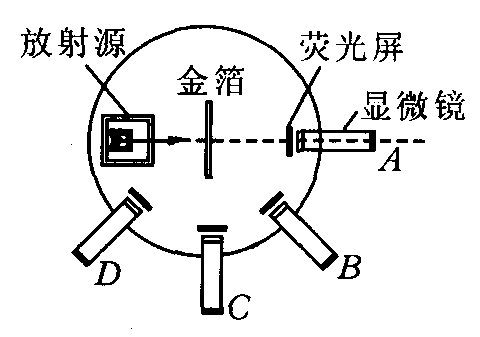
答案：ABC

4．在卢瑟福的粒子散射实验中，某一粒子经过某一原子核附近时的轨迹如图所示．图中P、Q为轨迹上的点，虚线是经过P、Q两点并与轨迹相切的直线，两虚线和轨迹将平面分为四个区域．不考虑其他原子核对粒子的作用，则关于该原子核的位置，正确的是（ ）

A．一定在①区域 B．可能在②区域

C．可能在③区域 D．一定在④区域

答案：A

5．如图所示为卢瑟福和他的同事们做粒子散射实验的装置示意图，荧光屏和显微镜一起分别放在图中的A、B、C、D四个位置时，下面关于观察到的现象的说法中正确的是（ ）

A．放在A位置时，相同时间内观察到荧光屏上的闪光次数最多

B．放在B位置时，相同时间内观察到屏上的闪光次数只比A位置时稍少些

C．放在C、D位置时，屏上观察不到闪光

D．放在D位置时，屏上仍能观察一些闪光，但次数极少

答案：AD

6．在下列四个方程，X1、X2、X3和X4各代表某种粒子，以下判断中正确的是（ ）









A. X1是粒子 B. X2是质子

C. X3是中子 D. X4是电子

答案：D

7．下列氘反应中属于核聚变的是（ ）

A. 

B. 

C. 

D. 

答案：A

8．下列四个方程中，表示衰变的是（ ）

A. 

B. 

C. 

D. 

答案：AB

9．某原子核的衰变过程为：，则（ ）

A．X的中子数比P的中子数少2

B．X的质量数比P的质量数多5

C．X的质子数比P的质子数少1

D．X的质子数比P的质子数多1

答案：D

10．已知汞原子可能的能级为E1＝－10. 4 eV, E2＝－5.5 eV, E3=－2.7 eV, E4＝－1. 6 eV。一个自由电子的总能量为9 eV，与处于基态的汞原子发生碰撞，已知碰撞过程中不计汞原子动量的变化，则电子可能剩余的能量为（ ）

A. 0. 2 eV B. 1. 4 eV C. 2. 3 eV D. 5. 5 eV

答案：A

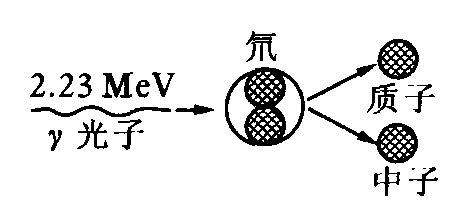
11．由图可得出结论（ ）

A．质子和中子的质量之和小于氘核的质量

B.质子和中子的质量之和等于氘核的质量

C．氘核分解为质子和中子时要吸收能量

D．质子和中子结合成氘核时要吸收能量



答案：C

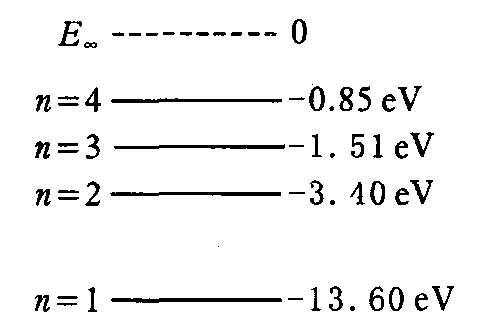
12．如图所示为氢原子的能级示意图，一群氢原子处于n=3的激发态，在向较低能级跃迁的过程中向外发出光子，用这些光照射逸出功为2. 49 eV的金属钠，下列说法正确的是（ ）

A．这群氢原子能发出三种频率不同的光，其中从n=3跃迁到n=2所发出的光波长最短

B．这群氢原子能发出两种频率不同的光，其中从n=3跃迁到n=1所发出的光频率最高

C．金属钠表面所发出的光电子的初动能最大值为11. 11 eV

D．金属钠表面所发出的光电子的初动能最大值为9. 60 eV

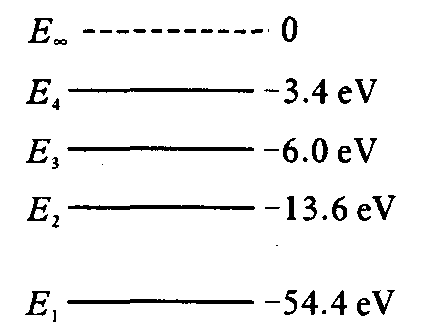


答案：D

13．氦原子被电离一个核外电子，形成类氢结构的氦离子，已知基态的氦离子能量为E1=－54. 4 eV,氦离子的能级示意图如图所示．在具有下列能量的光子或者电子中，不能被基态氦离子吸收而发生跃迁的是（ ）

A．42.8 eV（光子） B．43. 2 eV（电子）

C．41. 0 eV（电子） D．54.4 eV（光子）



答案：A

14．用一束单色光照射处于基态的一群氢原子，这些氢原子吸收光子后处于激发态，并能发射光子，现测得这些氢原子发射的光子频率仅有三种，分别为、和，且<<。则入射光子的能量应为（ ）

A. h B. h C. h(＋） D. h

答案：CD

15．静止的镭核Ra发生衰变，释放出的粒子的动能为E0 ,假设衰变时能量全部以动能形式释放出来，则衰变过程中总的质量亏损是（ ）

A. B. C.  D. 

答案：B

16．下列说法正确的是（ ）

A．铀235只要俘获中子就能进行链式反应

B．所有的铀核俘获中子后都能裂变

C．太阳不断地向外辐射大量能量，太阳质量应不断减小，日地间距离应不断增大，地球公转速度应不断减小

D．粒子散射实验的结果证明原子核是由质子和中子组成的

答案：C

17．由原子核的衰变规律可知（ ）

A．放射性元素一次衰变就同时产生射线和射线

B．放射性元素发生衰变，产生的新核的化学性质不变

C．放射性元素衰变的快慢跟它所处的物理、化学状态无关

D．放射性元素发生正电子衰变时，产生的新核质量数不变，核电荷数减少1

答案：CD

18．一群处于基态的氢原子受某种单色光照射时，只能发射甲、乙、丙三种单色光，其中甲光的波长最短，丙光的波长最长，则甲、丙这两种单色光的光子能量之比E甲:E丙等于（ ）

A. 3:2 B.6:1 C.32:5 D.9:4

答案：C

19．有两束均由质子和氘核混合组成的粒子流，第一束中的质子和氘核具有相同的动量，第二束中的质子和氘核具有相同的动能．现打算将质子和氘核分开，有以下一些做法，这些方法中可行的是（ ）

A．让第一束粒子流垂直电场方向进入匀强电场后穿出

B．让第一束粒子流垂直磁场方向进入匀强磁场后穿出

C．让第二束粒子流垂直电场方向进入匀强电场后穿出

D．让第二束粒子流垂直磁场方向进入匀强磁场后穿出

答案：AD

20．用紫外线照射一些物质时会发生荧光效应，即物质发出可见光，这些物质中的原子先后发生两次跃迁，其能量变化分别为和，下列关于原子这两次跃迁的说法中正确的是（ ）

A．两次均向高能级跃迁，且>

B．两次均向低能级跃迁，且<

C．先向高能级跃迁，再向低能级跃迁，且<

D．先向高能级跃迁，再向低能级跃迁，且>

答案：D

21.“秒”是国际单位制中的时间单位，它等于133 Cs原子基态的两个超精细能级之间跃迁时所辐射的电磁波周期的9 192 631 770倍．据此可知，该两能级之间的能量差为（普朗克常量h=6. 63×1034J·s)（ ）

A. 7. 21×10-24eV B. 6. 09×10-24eV

C. 3. 81×10-5 eV D. 4. 50×10-5 eV

答案：BC

22．正电子是电子的反粒子，它跟普通电子的电量相等，而电性相反，科学家设想在宇宙的某些部分可能存在完全由反粒子构成的物质—反物质．1997年初和年底，欧洲和美国的科学研究机构先后宣布：他们分别制造出9个和7个反氢原子，这是人类探索反物质的一大进步．你推测反氢原子的结构是（ ）

A．由一个带正电荷的质子与一个带负电荷的电子构成

B．由一个带负电荷的质子与一个带正电荷的电子构成

C．由一个不带电的中子与一个带负电荷的电子构成

D．由一个带负电荷的质子与一个带负电荷的电子构成

答案：B

23．一个电子（质量为m、电荷量为－e)和一个正电子（质量为m、电荷量为e），以相等的初动能Ek相向运动，并撞到一起发生“湮灭”，产生两个频率相同的光子，设产生光子的频率为．若这两个光子的能量都为h，动量分别为p和p'，下面关系正确的是（ ）

A. h=mc2 ，p= p'

B. h=mc2，p= p'

C. h= mc2＋Ek，p=－p'

D. h= (mc2＋Ek )，p=－p'

答案：C

24．雷蒙德·戴维斯因研究来自太阳的电子中微子（）而获得了2002年度诺贝尔物理学奖，他探测中微子所用的探测器的主体是一个贮满615 t四氯乙烯（C2Cl4）溶液的巨桶，电子中微子可以将一个氯核转变为一个氢核，其核反应方程式为＋ClAr＋e,

己知Cl核的质量为36.956 58 u, Ar核的质量为36. 956 91 u，e的质量为0. 000 55 u, l u质量对应的能量为931. 5 MeV。根据以上数据，可以判断参与上述反应的电子中微子的最小能量为（ ）

A. 1. 33 MeV B. 0. 82 MeV

C.0. 51 MeV D.0.31 MeV

答案：B

25．已知氦离子He能级En与量子数n的关系和氢原子能级公式类似，处于基态的氦离子He的电离能力为E=54. 4 eV．为使处于基态的氦离子He处于激发态，入射光子所需的最小能量为（ ）

A. 13. 6 eV B. 40.8 eV

C. 48. 4 eV D. 54.4 eV

答案：B

26．目前，在居室装修中经常用到花岗岩、大理石等装修材料，这些岩石都不同程度地含有放射性元素，比如，有些含有铀、钍的花岗岩等岩石会释放出放射性惰性气体氡，而氡会发生放射性衰变，放出、、射线，这些射线会导致细胞发生癌变及呼吸道等方面的疾病，根据有关放射性知识可知，下列说法正确的是（ ）

A. 氡的半衰期为3.8天，若取4个氡原子核，经7. 6天后就一定剩下一个原子核了

B. 衰变所释放的电子是原子核内的中子转化成质子和电子所产生的

C. 射线一般伴随着或射线产生，在这三种射线中，射线的穿透能力最强，电离能力也最强

D.发生衰变时，生成核与原来的原子核相比，中子数减少了4

答案：B

27. “轨道电子俘获”也是放射性同位素衰变的一种形式，它是指原子核（称为母核）俘获一个核外电子，其内部一个质子变为中子，从而变成一个新核（称为子核），并且放出一个中微子的过程．中徽子的质量很小，不带电，很难被探测到，人们最早就是通过子核的反冲而间接证明中微子的存在的．一个静止的原子的原子核发生“轨道电子俘获”，衰变为子核并放出中微子．下面的说法中正确的是（ ）

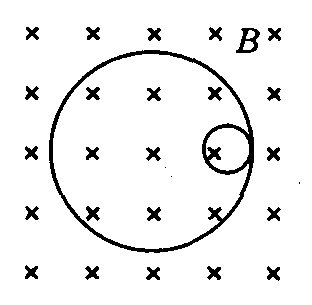
A．母核的质量数等于子核的质量数

B．母核的电荷数大于子核的电荷数

C．子核的动量与中徽子的动量相同

D．子核的动能大于中微子的动能

答案：AB

28．一个静止的放射性原子核处于垂直纸面向里的匀强磁场中，由于发生了衰变而形成了如图所示的两个圆形径迹，两圆半径之比为1:16（ ）

A．该原子核发生了衰变

B．反冲核沿小圆做逆时针方向运动

C．原静止的原子核的原子序数为15

D．沿大回和沿小圆运动的粒子的周期相同

答案：BC

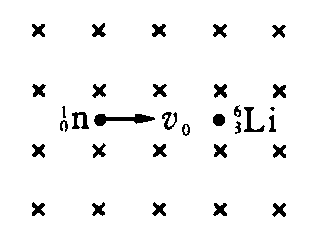
29．中子n、质子P、氘核D的质量分别为、、．现用光子能量为E的射线照射静止的氘核使之分解，核反应方程＋D=p＋n，若分解后中子、质子的动能可视为相等，则中子的动能是（ ）

A. B. 

C.  D. 

答案：C

二、计算题：解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和相应的单位．

1．如图所示，静止在匀强磁场中的Li核俘获一个速度为*v*0=7.7×104m/s的中子而发生核反应，

Li＋nH＋He,

若已知He的速度为*v*2=2.0×104m/s，其方向跟中子反应前的速度方向相同，求：

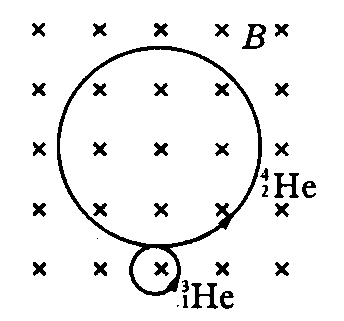
(1) H的速度是多大？

(2）在图中画出粒子H和He的运动轨迹，并求它们的轨道半径之比．

(3）当粒子He旋转了3周时，粒子H旋转几周？

解：(1) Li核俘获n的过程，系统动量守恒，则

，即

代入数据=1 u, =4 u, =3 u，得v1=-1.0×103 m/s，负号表示跟v0的方向相反．

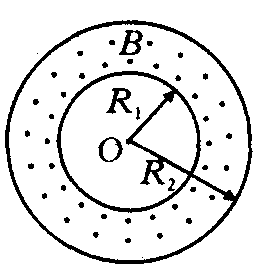
(2）如图所示H和He在磁场中半径之比为



(3) H和He的周期之比为

所以它们的转动周期之比为

当粒子转3周时，氘核转动2周．

2．据有关资料介绍，受控热核聚变反应装置中有极高的温度，因而带电粒子将没有通常意义上的容器可装，而是由磁场约束带电粒子运动将其束缚在某个区域内，现按下面的简化条件来讨论这个问题，如图所示，有一个环形区域，其截面内半径为，外半径为*R*2=1. 0 m，区域内有垂直纸面向里的匀强磁场，已知磁感应强度B=1.0 T，被束缚粒子的荷质比为=4.0×107C/kg，不计带电粒子在运动过程中的相互作用，不计带电粒子的重力．

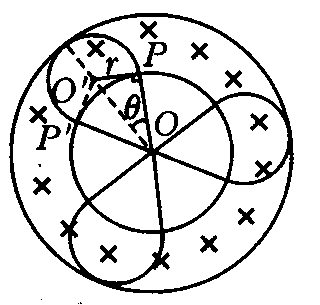
(1)若中空区域中的带电粒子沿环的半径方向射入磁场，求带电粒子不能穿越磁场外边界的最大速度*v*0.

(2)若中空区域中的带电粒子以（1)中的最大速度*v*0沿圆环半径方向射入磁场，求带电粒子从进入磁场开始到第一次回到该点所需要的时间t.

解：设粒子在磁场中做圆周运动的最大半径为r，则r=，如图所示，由几何关系得

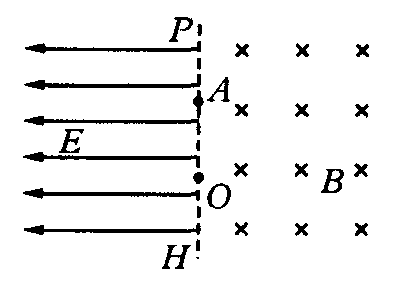
则．

。

故带电粒子进入磁场绕圆转过3600 －（1800一600）=2400又回到中空部分．粒子的运动轨迹如图所示，故粒子从P点进入磁场到第一次回到P点时，粒子在磁场中运动时间为，

粒子在中空部分运动时间为,

粒子运动的总时间为＋=5.74×10-7s.

3．如图所示，在某一足够大的真空室中，虚线PH的右侧是一磁感应强度为B、方向垂直纸面向里的匀强磁场，左侧是一场强为E、方向水平向左的匀强电场．在虚线PH上的点O处有一质量为M、电荷量为Q的镭核（Ra)．某时刻原来静止的镭核水平向右放出一个质量为m、电荷量为q的粒子而衰变为氡(Rn)核，设粒子与氡核分离后它们之间的作用力忽略不计，涉及动量问题时，亏损的质量可不计．

(1)写出镭核衰变为氡核的核反应方程；

(2)经过一段时间粒子刚好到达虚线PH上的A点，测得= L．求此时刻氡核的速率．

解：(1) 核反应方程为RaRn＋He.

(2）设衰变后，氡核的速度为,粒子速度为，由动量守恒定律得

（M一m) =m，

粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动，到达A点需要的时间为

，又

氡核在电场中做匀加速直线运动，t时刻速度为*v*=＋*at*,

氡核的加速度为，

由以上各式解得

4.1930年科学家发现钋放出的射线贯穿能力极强，它甚至能穿透几厘米厚的铅板，1932年，英国年轻物理学家查德威克用这种未知射线分别轰击氢原子和氮原子，结果打出一些氢核和氮核．若未知射线均与静止的氢核和氮核正碰，测出被打出的氢核最大速度为vH=3.5×107m/s，被打出的氮核的最大速度vN=4. 7×106 m/s,假定正碰时无机械能损失，设未知射线中粒子质量为m，初速为v，质子的质量为.

(1)推导被打出的氢核和氮核的速度表达式；

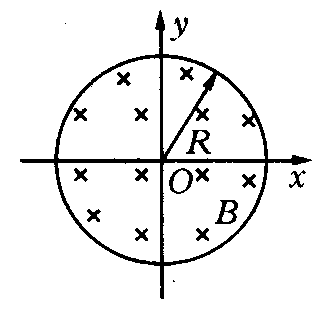
(2)根据上述数据，推算出未知射线中粒子的质量m与质子的质量之比（已知氮核质量为氢核质量的14倍）．

解：(1)碰撞满足动量守恒和机械能守恒，与氢核碰撞时有



解之得同理可得．

(2)由上面可得，代入数据得

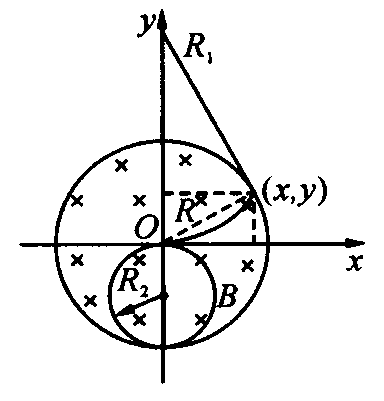
5．如图所示，在xOy平面上，一个以原点O为中心、半径为R的圆形区域内存在着一匀强磁场，磁场的磁感应强度为B，方向垂直于xOy平面向内．在O处原来静止着一个具有放射性的原子核（氮），某时刻该核发生衰变，放出一个正电子和一个反冲核．已知正电子从O点射出时沿小*x*轴正方向，而反冲核刚好不会离开磁场区域，正电子电荷量为e．不计重力影响和粒子间的相互作用．

(1)试写出的衰变方程；

(2)求正电子离开磁场区域时的位置．

解：(1) C＋e.

(2）设正电子质量为m1，速度为v1，轨道半径为R1，反冲核质量为m2，速度为v2 ,轨道半径为R2．如图所示，正电子电荷量为e，反冲核电荷量q=6e．据动量守恒定律，有m1v1= m2 v2，

正电子的轨道半径，反冲核的轨道半径，据题意知，由以上各式得R1=3R，设正电子离开磁场区域的位置坐标为(x，y)，由几何关系得



解得

6．太阳现正处于主序星演化阶段．它主要是由正、负电子和、等原子核组成，维持太阳辐射的是它内部的核聚变反应，核反应方程是4（释放的核能），这些核能最后转化为辐射能．根据目前关于恒星演化的理论，若由于聚变反应而使太阳中的核数目从现有数减少10%，太阳将离开主序星阶段而转入红巨星的演化阶段，为了简化，假定目前太阳全部由核组成．

(1)为了研究太阳演化进程，需知道目前太阳的质量M，已知地球半径R=6.4×106 m，地球质量m=6.0×1024 kg，日地中心的距离r=1. 5×1011 m，地球表面处的重力加速度g=10 m/s2,1年约为3.2×107s，试估算目前太阳的质量M.

(2)已知质子质量1. 672 6 X 10-27 kg，He质量=6.645 8×10-27 kg，电子质量= 0. 9×10-30㎏，光速c=3×108 m/s，求每发生一次题中所述的核聚变反应所释放的核能．

(3)已知地球上与太阳光垂直的每平方米截面上，每秒通过的太阳辐射能W=1. 35×103 W/m2．试估算太阳继续保持在主序星阶段还有多少年的寿命（估算结果只要求一位有效数）．

解：(1)估算太阳的质量M，设T为地球绕日心运动的周期，则由万有引力定律和牛顿定律可知，

地球表面重力加速度为,

联立解得2×1030kg.

(2)根据质量亏损和质能公式，该核反应每发生一次释放的核能为

4×10-12 J.

(3)根据题给假定，在太阳继续保持在主序星阶段的时间内，发生题中所述的核聚变反应的次数为，

因此，太阳总共辐射的能量为E=NE.

设太阳辐射是各向同性的，则每秒内太阳向外放出的辐射能力为，

所以太阳继续保持在主序星的时间为，

由以上各式解得，

以题给数据代入，并以年为单位，可得t≈l ×1010年＝1百亿年．