

2015-2016 学年高二（下）期末物理试卷

一、选择题（本大题共 12 个小题，每小题 4 分，共 48 分。其中 1-8 题只有一个选项符合题意，9-12 题有多个选项符合题意，全选对的给 4 分，选对不选全的给 2 分，有选错的不给分。）

1. 下列说法正确的是（ ）

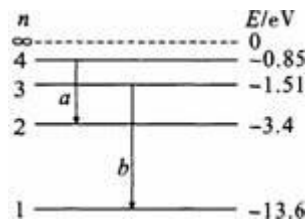
A. 某放射性元素，当它与其它元素形成化合物时，其半衰期将发生改变

B. 20 个 $^{238}_{92}\text{U}$ 原子核经过一个半衰期后，还有 10 个未发生衰变

C. 光波不同于机械波，它是一种概率波

D. $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^{234}_{90}\text{Th} + ^4_2\text{He}$ 是核裂变反应方程

2. 如图所示为氢原子的能级图。当氢原子从 $n=4$ 能级跃迁到 $n=2$ 能级时，辐射出光子 a；当氢原子从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级时，辐射出光子 b，则下列说法中正确的是（ ）



A. 光子 a 的能量大于光子 b 的能量

B. 光子 a 的波长小于光子 b 的波长

C. b 光比 a 光更容易发生衍射现象

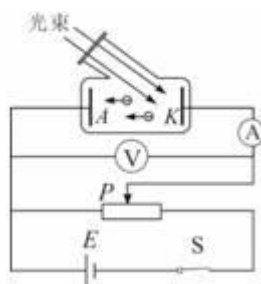
D. 在同种介质中，a 光子的传播速度大于 b 光子的传播速度

3. 处于量子数 $n=3$ 的激发态的氢原子，向低能态跃迁时有三种可能，所产生的光谱线波长分别是 λ_{31} 、 λ_{32} 、 λ_{21} ，这三个波长之间的关系是（ ）

A. $\lambda_{31} = \lambda_{32} + \lambda_{21}$ B. $\frac{1}{\lambda_{31}} = \frac{1}{\lambda_{32}} + \frac{1}{\lambda_{21}}$

C. $\lambda_{32} = \lambda_{31} + \lambda_{21}$ D. $\frac{1}{\lambda_{32}} = \frac{1}{\lambda_{31}} + \frac{1}{\lambda_{21}}$

4. 如图为研究光电效应的装置。一光电管的阴极用极限频率 $\nu_0 = 6 \times 10^{14} \text{Hz}$ 的钠制成，当用频率 $\nu = 9.2 \times 10^{14} \text{Hz}$ 的紫外线照射阴极，同时在光电管阳极 A 和阴极 K 之间的电势差 $U = 2.7 \text{V}$ ，已知普朗克恒量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{Js}$ ，电子电量 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ 。则光电子到达阳极 A 极时的最大动能为（ ）

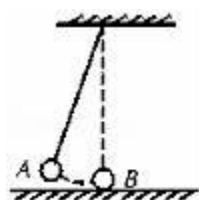


- A. 2.6 eV B. 3.8 eV C. 4.0 eV D. 4.8 eV

5. A、B 两球在光滑水平面上沿同一直线、同一方向运动，A 的动量为 5 kg m/s，B 的动量为 7 kg m/s，当 A 追上 B 球与其发生正碰后，A、B 两球动量的可能取值是（单位：kg m/s）（ ）

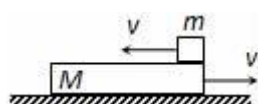
- A. $P_A=6$, $P_B=6$ B. $P_A=6$, $P_B=-6$ C. $P_A=-5$, $P_B=17$ D. $P_A=-2$, $P_B=14$

6. 如图所示，小球 A 和小球 B 质量相同，球 B 置于光滑水平面上，当球 A 从高为 h 处由静止摆下，到达最低点恰好与 B 相碰，并粘合在一起继续摆动，它们能上升的最大高度是（ ）



- A. h B. $\frac{h}{2}$ C. $\frac{h}{4}$ D. $\frac{h}{8}$

7. 如图所示，在光滑水平面上，有一质量为 $M=3\text{kg}$ 的薄板和质量为 $m=1\text{kg}$ 的物块，都以 $v=4\text{m/s}$ 的初速度朝相反方向运动，它们之间有摩擦，薄板足够长，当薄板的速度为 2.4 m/s 时，物块的运动情况是（ ）



- A. 做加速运动 B. 做减速运动
C. 做匀速运动 D. 以上运动都可能

8. 如图所示，物体 A 静止在光滑的水平面上，A 的左边固定有轻质弹簧，与 A 质量相等的物体 B 以速度 v 向 A 运动并与弹簧发生碰撞，A、B 始终沿同一直线运动，则 A、B 组成的系统动能损失最大的时刻是（ ）



- A. 开始运动时 B. A 的速度等于 v 时
C. 弹簧压缩至最短时 D. B 的速度最小时

9. 如下的说法中，正确的是（ ）

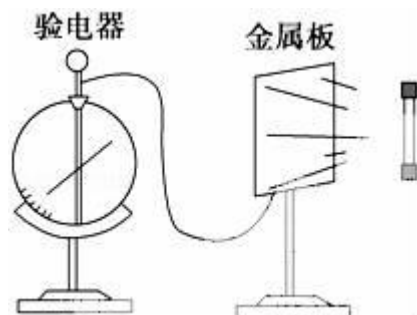
- A. ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ 是轻核聚变反应

B. β 衰变说明了原子核中有电子

C. 光电效应说明了光具有粒子性

D. γ 射线可用来消除静电

10. 如图所示，用 a、b 两种不同频率的光分别照射同一金属板，发现当 a 光照射时验电器的指针偏转，b 光照射时指针未偏转，以下说法正确的是（ ）

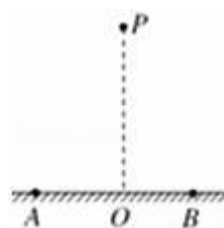


- A. 增大 b 光的强度，验电器的指针偏角一定偏转
- B. 增大 b 光的照射时间，验电器的指针偏角一定偏转
- C. a 光的频率大于 b 光的频率
- D. a 光的频率大于金属板的极限频率

11. 质量为 m 的小球 A，沿光滑水平面以速度 v_0 与质量为 2m 的静止小球 B 发生正碰，碰撞后，A 球的动能变为原来的 $\frac{1}{9}$ ，那么小球 B 的速度可能是（ ）

- A. $\frac{1}{3} v_0$
- B. $\frac{2}{3} v_0$
- C. $\frac{4}{9} v_0$
- D. $\frac{5}{9} v_0$

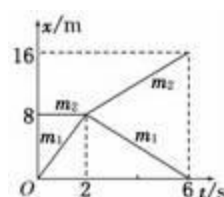
12. 如图所示，水平面上 O 点的正上方有一个静止物体 P，炸成两块 a、b 水平飞出，分别落在 A 点和 B 点，且 $OA > OB$ 。若爆炸时间极短，空气阻力不计，则（ ）



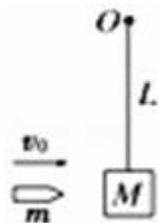
- A. 落地时 a 的速度大于 b 的速度
- B. 落地时 a 的速度小于 b 的速度
- C. 爆炸过程中 a 增加的动能大于 b 增加的动能
- D. 爆炸过程中 a 增加的动能小于 b 增加的动能

二、填空题（本题每空 4 分，共 12 分。）

13. 质量为 $m_1=1.0\text{kg}$ 和 m_2 （未知）的两个物体在光滑的水平面上正碰，碰撞时间不计，其 $x-t$ （位移 - 时间）图象如图所示，则 m_2 的质量为_____kg，质量为 m_1 的物体在碰撞过程中的动量变化量为_____kgm/s.



14. 如图所示，一子弹击中一块用长为 L 的细绳拴接的木块，并与木块一起运动，问要使木块能在竖直平面内做完整的圆周运动，子弹的速度至少为_____。（设子弹质量为 m ，木块质量为 M ，重力加速度为 g ）



三、计算题（本题共 3 个小题，15 题各 10 分，16、17 题各 15 分，共 40 分。）

15. 质量为 10g 的子弹，以 300m/s 的速度射入质量是 24g 静止在水平桌面上的木块，并留在木块中。子弹留在木块中以后，木块运动的速度是多大？如果子弹把木块打穿，子弹穿过后的速度为 100m/s，这时木块的速度又是多大？

16. 小球 A 和 B 的质量分别为 m_A 和 m_B ，且 $m_A > m_B$ 。在某高度处将 A 和 B 先后从静止释放。小球 A 与水平地面碰撞后向上弹回，在释放处的下方与释放处距离为 H 的地方恰好与正在下落的小球 B 发生正碰。设所有碰撞都是弹性的，碰撞时间极短。求小球 A、B 碰撞后 B 上升的最大高度。

17. 如图所示，一轻质弹簧两端连着物体 A 和 B，放在光滑的水平面上，物体 A 被水平速

度为 v_0 的子弹击中并嵌在其中，已知物体 A 的质量是物体 B 的质量的 $\frac{v_0}{8}$ ，子弹的质量是物体 B 的质量的 $\frac{1}{4}$ ，求弹簧压缩到最短时 B 的速度。



2015-2016 学年山西省大同市阳高一中高二（下）期末物理试卷

参考答案与试题解析

一、选择题（本大题共 12 个小题，每小题 4 分，共 48 分。其中 1-8 题只有一个选项符合题意，9-12 题有多个选项符合题意，全选对的给 4 分，选对不选全的给 2 分，有选错的不给分。）

1. 下列说法正确的是（ ）

A. 某放射性元素，当它与其它元素形成化合物时，其半衰期将发生改变

B. 20 个 $^{238}_{92}\text{U}$ 原子核经过一个半衰期后，还有 10 个未发生衰变

C. 光波不同于机械波，它是一种概率波

D. ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$ 是核裂变反应方程

【分析】半衰期具有统计规律，对大量的原子核适用，半衰期的大小与元素所处的物理环境和化学状态无关，由原子核内部因素决定。裂变是重核分裂成质量较小的核的反应。

【解答】解：A、半衰期与元素所处的化学状态无关，当它与其它元素形成化合物时，其半衰期不变，故 A 错误。

B、半衰期具有统计规律，对大量的原子核适用，故 B 错误。

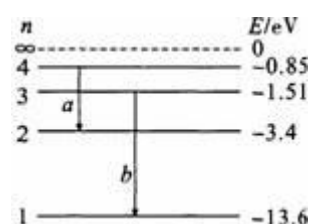
C、光波不同于机械波，光波是一种概率波，故 C 正确。

D. ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$ 是 α 衰变方程，故 D 错误。

故选：C。

【点评】本题考查了半衰期、概率波、核反应方程等基础知识点，对于半衰期要了解它的含义，注意半衰期对大量的原子核适用，对少数原子核不适用。

2. 如图所示为氢原子的能级图。当氢原子从 $n=4$ 能级跃迁到 $n=2$ 能级时，辐射出光子 a；当氢原子从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级时，辐射出光子 b，则下列说法中正确的是（ ）



A. 光子 a 的能量大于光子 b 的能量

B. 光子 a 的波长小于光子 b 的波长

C. b 光比 a 光更容易发生衍射现象

D. 在同种介质中，a 光子的传播速度大于 b 光子的传播速度

【分析】能级间跃迁辐射光子的能量等于能级之差，根据能级差的大小比较光子能量，从而

比较出光子的频率。频率大，折射率大，根据 $v = \frac{c}{n}$ 比较在介质中的速度大小。当入射光的频率大于金属的极限频率时，发生光电效应。频率大，波长小，波长越长，更容易发生衍射。

【解答】解：A、氢原子从 $n=4$ 的能级跃迁到 $n=2$ 的能级的能级差小于从 $n=3$ 的能级跃迁到 $n=1$ 的能级时的能级差，根据 $E_m - E_n = h\nu$ ，知光子 a 的能量小于光子 b 的能量。故 A 错误。

B、光子 a 的频率小于光子 b 的频率，所以 b 的频率大，波长小，所以 a 光更容易发生衍射。故 BC 错误。

D、光子 a 的频率小，则折射率小，根据 $v = \frac{c}{n}$ 知，光子 a 在介质中的传播速度大于光子 b 在介质中的传播速度。故 D 错误。

故选：D。

【点评】解决本题的突破口是比较出光子 a 和光子 b 的频率大小，从而得知折射率、在介质中速度等大小关系。

3. 处于量子数 $n=3$ 的激发态的氢原子，向低能态跃迁时有三种可能，所产生的光谱线波长分别是 λ_{31} 、 λ_{32} 、 λ_{21} ，这三个波长之间的关系是（ ）

- A. $\lambda_{31} = \lambda_{32} + \lambda_{21}$ B. $\frac{1}{\lambda_{31}} = \frac{1}{\lambda_{32}} + \frac{1}{\lambda_{21}}$
- C. $\lambda_{32} = \lambda_{31} + \lambda_{21}$ D. $\frac{1}{\lambda_{32}} = \frac{1}{\lambda_{31}} + \frac{1}{\lambda_{21}}$

【分析】根据能级间跃迁时辐射或吸收的能量等于两能级间的能级差进行分析。

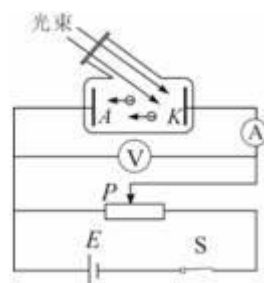
【解答】解： $n=3$ 跃迁到 $n=1$ 能级所释放光子的能量等于 $n=3$ 跃迁到 $n=2$ ， $n=2$ 跃迁到 $n=1$ 能级释放的光子能量之和，有 $\nu_{31} = \nu_{32} + \nu_{21}$

根据 $\lambda = \frac{c}{\nu}$ 和 $\nu_{31} = \nu_{32} + \nu_{21}$ 得 $\frac{1}{\lambda_{31}} = \frac{1}{\lambda_{32}} + \frac{1}{\lambda_{21}}$ ，故 ACD 错误，B 正确

故选：B。

【点评】该题考查氢原子的能级与跃迁，解决本题的关键知道能级间跃迁所满足的规律，即 $E_m - E_n = h\nu$ 。基础题目。

4. 如图为研究光电效应的装置。一光电管的阴极用极限频率 $\nu_0 = 6 \times 10^{14} \text{Hz}$ 的钠制成，当用频率 $\nu = 9.2 \times 10^{14} \text{Hz}$ 的紫外线照射阴极，同时在光电管阳极 A 和阴极 K 之间的电势差 $U = 2.7 \text{V}$ ，已知普朗克恒量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{Js}$ ，电子电量 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ 。则光电子到达阳极 A 极时的最大动能为（ ）



- A. 2.6 eV B. 3.8 eV C. 4.0 eV D. 4.8 eV

【分析】通过光电效应方程，结合动能定理求出电子到达阳极 A 的最大动能，从而即可求解。

【解答】解：电子从阴极射出时的最大初动能 $E_{km} = h\nu - h\nu_0 = 6.63 \times 10^{-34} \times (9.2 \times 10^{14} \text{Hz} - 6 \times 10^{14} \text{Hz}) = 2.12 \times 10^{-19} \text{J}$

根据动能定理得，电子到达 A 时的最大动能 $E_{kA} = E_{km} + eU = 2.12 \times 10^{-19} + 2.7 \times 1.6 \times 10^{-19} \approx 6.4 \times 10^{-19} \text{J} = 4.0 \text{eV}$ ，故 C 正确，ABD 错误。

故选：C。

【点评】本题考查了光电效应与动能定理的综合，知道光强度不影响光电子的最大初动能，只影响单位时间内发出的光电子数目。

5. A、B 两球在光滑水平面上沿同一直线、同一方向运动，A 的动量为 5kgm/s，B 的动量为 7 kg m/s，当 A 追上 B 球与其发生正碰后，A、B 两球动量的可能取值是（单位：kgm/s）（ ）

- A. $P_A=6, P_B=6$ B. $P_A=6, P_B=-6$ C. $P_A=-5, P_B=17$ D. $P_A=-2, P_B=14$

【分析】当 A 球追上 B 球时发生碰撞，遵守动量守恒。由动量守恒定律和碰撞过程总动能不增加，进行选择。

【解答】解：碰撞前，A 追上 B，说明 A 的速度大于 B 的速度，即有： $\frac{P_A}{m_A} > \frac{P_B}{m_B}$ ，则得 $\frac{P_A}{m_A} > \frac{P_B}{m_B}$

$$< \frac{P_B}{m_B} = \frac{5}{7}, \text{ 即 } m_A < \frac{5}{7} m_B.$$

碰撞前系统总动量为： $P=P_A+P_B=5\text{kgm/s}+7\text{kgm/s}=12\text{kgm/s}$ ，两球组成的系统所受合外力为零，

碰撞过程动量守恒，碰撞后的总动量 $P'=P=12\text{kgm/s}$ ，物体动能 $E_K=\frac{P^2}{2m}$ ；

A、 $P_A=6, P_B=6$ ，碰撞后总动量为 12kgm/s，动量守恒；碰撞后总动能 $\frac{6^2}{2m_A} + \frac{6^2}{2m_B} >$

$\frac{5^2}{2m_A} + \frac{7^2}{2m_B}$ ，碰撞后总动能增加，故 A 不可能，故 A 错误；

B、如果 $P_A=6, P_B=-6$ ，碰撞后总动量为零，动量不守恒，故 B 错误；

C、如果 $P_A=-5, P_B=17$ ，碰撞后总动量为 12kgm/s，动量守恒；碰撞后总动能 $\frac{5^2}{2m_A} + \frac{17^2}{2m_B} >$

$\frac{5^2}{2m_A} + \frac{7^2}{2m_B}$ ，碰撞后总动能增加，故 C 错误；

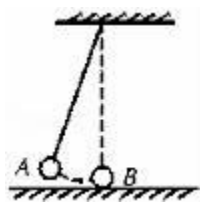
D、如果 $P_A=-2, P_B=14$ ，碰撞后总动量为 12kgm/s，碰撞后总动能 $\frac{5^2}{2m_A} + \frac{17^2}{2m_B} <$

$\frac{(-2)^2}{2m_A} + \frac{14^2}{2m_B}$ ，动能不增加，故 D 正确；

故选：D。

【点评】对于碰撞过程要遵守三大规律：1、是动量守恒定律；2、总动能不增加；3、符合物体的实际运动情况。

6. 如图所示，小球 A 和小球 B 质量相同，球 B 置于光滑水平面上，当球 A 从高为 h 处由静止摆下，到达最低点恰好与 B 相碰，并粘合在一起继续摆动，它们能上升的最大高度是（ ）



- A. h B. $\frac{h}{2}$ C. $\frac{h}{4}$ D. $\frac{h}{8}$

【分析】由机械能守恒定律求出 A 到达最低点时的速度，
A、B 碰撞过程动量守恒，由动量守恒定律求出速度，
然后由机械能守恒定律求出 AB 上摆的最大高度。

【解答】解：A 球下摆过程机械能守恒，由机械能守恒定律得： $mgh = \frac{1}{2}mv_0^2$ ，
A、B 碰撞过程动量守恒，以 A 的初速度方向为正方向，由动量守恒定律得：

$$mv_0 = (m+m)v,$$

AB 向右摆动过程机械能守恒，由机械能守恒定律得：

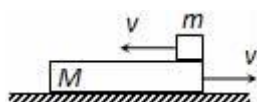
$$\frac{1}{2}(m+m)v^2 = (m+m)gh',$$

$$\text{解得：} h' = \frac{1}{4}h;$$

故选：C.

【点评】分析清楚小球运动过程，应用机械能守恒定律与动量守恒定律即可正确解题。

7. 如图所示，在光滑水平面上，有一质量为 $M=3\text{kg}$ 的薄板和质量为 $m=1\text{kg}$ 的物块，都以 $v=4\text{m/s}$ 的初速度朝相反方向运动，它们之间有摩擦，薄板足够长，当薄板的速度为 2.4m/s 时，物块的运动情况是（ ）



- A. 做加速运动 B. 做减速运动
C. 做匀速运动 D. 以上运动都可能

【分析】分析物体的运动情况：初态时，系统的总动量方向水平向右，两个物体开始均做匀减速运动， m 的速度先减至零，根据动量守恒定律求出此时 M 的速度。之后， m 向右做匀加速运动， M 继续向右做匀减速运动，最后两者一起向右匀速运动。根据动量守恒定律求出薄板的速度大小为 2.4m/s 时，物块的速度，并分析 m 的运动情况。

【解答】解：开始阶段， m 向右减速， M 向左减速，根据系统的动量守恒定律得：当 m 的速度为零时，设此时 M 的速度为 v_1 。规定向右为正方向，根据动量守恒定律得：

$$(M - m)v = Mv_1$$

代入解得： $v_1 = 2.67\text{m/s}$ 。

此后 m 将向右加速， M 继续向左减速；当两者速度达到相同时，设共同速度为 v_2 。规定向右为正方向，由动量守恒定律得：

$$(M - m)v = (M+m)v_2,$$

代入解得： $v_2=2\text{m/s}$ 。

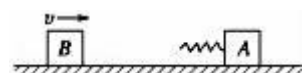
两者相对静止后，一起向右做匀速直线运动。

由此可知当 M 的速度为 2.4m/s 时，m 处于向右加速过程中。故 A 正确，BCD 错误；

故选：A。

【点评】本题考查应用系统的动量守恒定律分析物体运动情况的能力，这是分析物体运动情况的一种方法，用得较少，但要学会，比牛顿定律分析物体运动情况简单。

8. 如图所示，物体 A 静止在光滑的水平面上，A 的左边固定有轻质弹簧，与 A 质量相等的物体 B 以速度 v 向 A 运动并与弹簧发生碰撞，A、B 始终沿同一直线运动，则 A、B 组成的系统动能损失最大的时刻是（ ）



- A. 开始运动时 B. A 的速度等于 v 时
C. 弹簧压缩至最短时 D. B 的速度最小时

【分析】两球不受外力，故两球及弹簧组成的系统动量守恒，根据两物体速度的变化可知系统动能损失最大的时刻。

【解答】解：A、B、D、在压缩弹簧的过程中，没有机械能的损失，减少的动能转化为弹簧的弹性势能。在压缩过程中水平方向不受外力，动量守恒。则有当 A 开始运动时，B 的速度等于 v ，所以没有损失动能。当 A 的速度 v 时，根据动量守恒定律有 B 的速度等于零，所以系统动能又等于初动能；所以 A、B、D 全错误；

C、在 AB 速度相等时，此时弹簧压缩至最短，故弹簧的弹性势能最大，故动能应最小，故 C 正确；

故选：C。

【点评】本题中 B 的动能转化为 AB 的动能及弹簧的弹性势能，而机械能守恒，故当弹性势能最大时，系统损失的动能最多。

9. 如下的说法中，正确的是（ ）

- A. ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ 是轻核聚变反应
B. β 衰变说明了原子核中有电子
C. 光电效应说明了光具有粒子性
D. γ 射线可用来消除静电

【分析】 ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ 是轻核聚变反应； β 衰变是中子转变成质子而放出的电子；光电效应说明了光具有粒子性。

【解答】解：A、 ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ 是轻核聚变反应，太阳辐射能量来自于轻核的聚变。故 A 正确；

B、 β 衰变是中子转变成质子而放出的电子。故 B 错误；

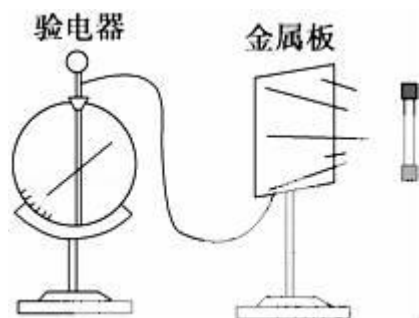
C、光电效应说明了光具有粒子性。故 C 正确；

D、 γ 射线是高能光子，即高能电磁波，它是不带电的，所以 γ 射线的电离作用很弱，故 D 错误。

故选：AC

【点评】考查 β 衰变的原理，注意电子跃迁的动能与电势能及能量如何变化是考点中重点，理解 α 粒子散射实验的现象，区别裂变与聚变的不同。

10. 如图所示，用 a、b 两种不同频率的光分别照射同一金属板，发现当 a 光照射时验电器的指针偏转，b 光照射时指针未偏转，以下说法正确的是（ ）



- A. 增大 b 光的强度，验电器的指针偏角一定偏转
- B. 增大 b 光的照射时间，验电器的指针偏角一定偏转
- C. a 光的频率大于 b 光的频率
- D. a 光的频率大于金属板的极限频率

【分析】发生光电效应的条件是入射光的频率大于金属的极限频率，根据光电效应的条件比较出 a、b 两光的频率大小，从而比较波长的大小。能级间跃迁辐射的光子能量等于两能级间的能级差。

【解答】解：A、B、用 a、b 两种不同频率的光分别照射同一金属板，发现 b 光照射时指针未偏转，根据发生光电效应的条件是入射光的频率大于金属的极限频率可知 b 的频率小于该金属的极限频率，增大 b 光的强度，或增大 b 光的照射时间都不能使金属发生光电效应，验电器的指针偏角一定不偏转。故 A 错误，B 错误。

C、因为 a 光照射时验电器的指针偏转，b 光照射时指针未偏转，知 a 光照射发生光电效应，b 光照射未发生光电效应，则 a 光的频率大于 b 光的频率。故 C 正确。

D、根据发生光电效应的条件是入射光的频率大于金属的极限频率，可知 a 的频率大于该金属的极限频率。故 D 正确。

故选：CD。

【点评】解决本题的关键掌握光电效应条件，以及知道能级间跃迁所满足的规律。

11. 质量为 m 的小球 A，沿光滑水平面以速度 v_0 与质量为 2m 的静止小球 B 发生正碰，碰撞后，A 球的动能变为原来的 $\frac{1}{9}$ ，那么小球 B 的速度可能是（ ）

- A. $\frac{1}{3} v_0$
- B. $\frac{2}{3} v_0$
- C. $\frac{4}{9} v_0$
- D. $\frac{5}{9} v_0$

【分析】碰后 A 球的动能恰好变为原来的 $\frac{1}{9}$ ，速度大小变为原来的 $\frac{1}{3}$ ，但速度方向可能跟原来相同，也可能相反，再根据碰撞过程中动量守恒即可解题。

【解答】解：根据碰后 A 球的动能恰好变为原来的 $\frac{1}{9}$ 得： $\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{9} \cdot \frac{1}{2} m v_0^2$

$$v = \pm \frac{1}{3}v_0$$

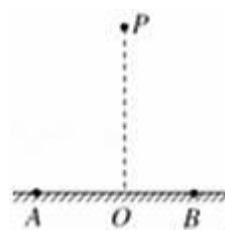
碰撞过程中 AB 动量守恒，则有： $mv_0 = mv + 2mv_B$

$$\text{解得： } v_B = \frac{1}{3}v_0 \text{ 或 } v_B = \frac{2}{3}v_0$$

故选：AB.

【点评】本题考查的是动量定律得直接应用，注意动能是标量，速度是矢量，难度适中，属于中档题.

12. 如图所示，水平面上 O 点的正上方有一个静止物体 P，炸成两块 a、b 水平飞出，分别落在 A 点和 B 点，且 $OA > OB$. 若爆炸时间极短，空气阻力不计，则 ()



- A. 落地时 a 的速度大于 b 的速度
- B. 落地时 a 的速度小于 b 的速度
- C. 爆炸过程中 a 增加的动能大于 b 增加的动能
- D. 爆炸过程中 a 增加的动能小于 b 增加的动能

【分析】物体 P 中炸成 a、b 两块的过程，系统水平方向不受外力，动量守恒；爆炸后，a、b 都做平抛运动，根据水平分位移大小判断水平分速度大小，根据动量守恒定律分析爆炸过

程中两者动量关系，分析出质量关系，由 $E_k = \frac{P^2}{2m}$ 判断动能的大小.

【解答】解：AB、爆炸后 a、b 都做平抛运动，下落的高度相同，落地时间相等. 由 $x = v_0t$ 知， $OA > OB$ ，则爆炸后瞬间，a 的速度大于 b 的速度. 落地时速度表达式

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + 2gh}, \text{ 故落地时 a 的速率大于 b 的速率，故 A 正确，B 错误.}$$

CD、爆炸过程中系统水平方向不受外力，系统的动量守恒，取水平向左为正方向，根据动量守恒定律，有：

$$m_a v_a - m_b v_b = 0$$

由于 $v_a > v_b$ ，故 $m_a < m_b$ ；

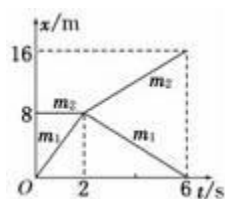
根据 $E_k = \frac{P^2}{2m}$ ，知 P 相等， $m_a < m_b$ ，所以爆炸过程中 a 增加的动能大于 b 增加的动能，故 C 正确，D 错误；

故选：AC

【点评】本题关键明确物体系统爆炸过程动量守恒，同时明确爆炸后 a、b 水平方向分运动是匀速运动，竖直方向是自由落体运动.

二、填空题（本题每空 4 分，共 12 分。）

13. 质量为 $m_1=1.0\text{kg}$ 和 m_2 （未知）的两个物体在光滑的水平面上正碰，碰撞时间不计，其 $x-t$ （位移 - 时间）图象如图所示，则 m_2 的质量为 3 kg，质量为 m_1 的物体在碰撞过程中的动量变化量为 -6 kgm/s.



【分析】根据 $x-t$ 图象的斜率求出碰撞前后两球的速度，根据碰撞过程中动量守恒即可求解 m_2 ；结合动量变化量的定义求质量为 m_1 的物体在碰撞过程中的动量变化量。

【解答】解：根据 $x-t$ 图象的斜率等于速度，可知，碰撞前 m_2 是静止的， m_1 的速度为：

$$v_1 = \frac{x_1}{t_1} = \frac{8}{2} \text{ m/s} = 4 \text{ m/s}$$

$$\text{碰后 } m_1 \text{ 的速度为: } v'_1 = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = \frac{0-8}{4} \text{ m/s} = -2 \text{ m/s}$$

$$m_2 \text{ 的速度为: } v'_2 = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} = \frac{16-8}{4} \text{ m/s} = 2 \text{ m/s}$$

根据动量守恒定律有： $m_1 v_1 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$

代入得： $1 \times 4 = 1 \times (-2) + m_2 \times 2$

解得： $m_2 = 3 \text{ kg}$

质量为 m_1 的物体在碰撞过程中的动量变化量为：

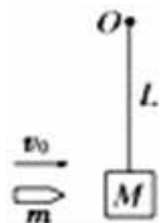
$$\Delta P = m_1 v'_1 - m_1 v_1 = 1 \times (-2 - 4) = -6 \text{ kgm/s}$$

故答案为：3， -6.

【点评】解决本题的关键要掌握碰撞的基本规律：动量守恒定律，要知道 $x-t$ 图象的斜率等于速度。

14. 如图所示，一子弹击中一块用长为 L 的细绳拴接的木块，并与木块一起运动，问要使

木块能在竖直平面内做完整的圆周运动，子弹的速度至少为 $\frac{M+m}{m} \sqrt{2gL}$.（设子弹质量为 m ，木块质量为 M ，重力加速度为 g ）



【分析】根据最高点的临界情况，求出木块通过最高点的最小速度，根据动能定理求出最低点的最小速度，再根据子弹击中木块过程系统的动量守恒求子弹的最小速度。

【解答】解：木块恰能在竖直平面内做完整的圆周运动时，在最高点，由重力充当向心力，则有：

$$(M+m)g = (M+m) \frac{v_1^2}{L}$$

木块从最低点到最高点的过程，由机械能守恒定律得知重力势能的增加等于动能的减少，即有：

$$(M+m)g2L = \frac{1}{2}(M+m)v_2^2 - \frac{1}{2}(M+m)v_1^2$$

子弹击中木块的过程，取子弹原来的速度方向为正方向，由动量守恒定律得：

$$mv_0 = (M+m)v_2;$$

$$\text{联立解得：} v_0 = \frac{M+m}{m} \sqrt{2gL}$$

$$\text{故答案为：} \frac{M+m}{m} \sqrt{2gL}.$$

【点评】解决本题的关键知道木块做圆周运动时最高点应满足的临界条件：重力等于向心力，要知道子弹击中木块的过程，遵守动量守恒。

三、计算题（本题共 3 个小题，15 题各 10 分，16、17 题各 15 分，共 40 分。）

15. 质量为 10g 的子弹，以 300m/s 的速度射入质量是 24g 静止在水平桌面上的木块，并留在木块中。子弹留在木块中以后，木块运动的速度是多大？如果子弹把木块打穿，子弹穿过后的速度为 100m/s，这时木块的速度又是多大？

【分析】子弹射击木块的过程中系统的动量守恒，由动量守恒定律可以求出木块的速度。

【解答】解：（1）以子弹、木块组成的系统为研究对象，以子弹的初速度方向为正方向，

$$\text{由动量守恒定律得：} mv = (m+M)v_1, \text{解得：} v_1 = \frac{mv}{m+M} = \frac{10 \times 300}{10+24} = 88.2 \text{ m/s};$$

（2）以子弹、木块组成的系统为研究对象，以子弹的初速度方向为正方向，

子弹打穿木块，由动量守恒定律得： $mv = mv' + Mv_2$ ，解得：

$$v_2 = \frac{m(v-v')}{M} = \frac{10 \times (300-100)}{24} = 83.3 \text{ m/s};$$

答：（1）如果子弹留在木块中未射出，木块运动的速度是 88.2m/s；

（2）如果子弹把木块打穿，子弹穿过后的速度为 100m/s，木块的速度又是 83.3m/s。

【点评】该题通过子弹 - 木块模型考查动量守恒定律，在应用动量守恒定律解题时，要注意正方向的选取，要明确物体变化的过程。

16. 小球 A 和 B 的质量分别为 m_A 和 m_B ，且 $m_A > m_B$ 。在某高度处将 A 和 B 先后从静止释放。小球 A 与水平地面碰撞后向上弹回，在释放处的下方与释放处距离为 H 的地方恰好与正在下落的小球 B 发生正碰。设所有碰撞都是弹性的，碰撞时间极短。求小球 A、B 碰撞后 B 上升的最大高度。

【分析】由于 AB 是从同一高度释放的，并且碰撞过程中没有能量的损失，根据机械能守恒可以求得碰撞时的速度的大小，再根据 A、B 碰撞过程中动量守恒，可以求得碰后的速度大小，进而求得 A、B 碰撞后 B 上升的最大高度。

【解答】解：小球 A 与地面的碰撞是弹性的，而且 AB 都是从同一高度释放的，所以 AB 碰撞前的速度大小相等设为 v_0 ，

根据机械能守恒有 $m_A gH = \frac{1}{2} m_A v_0^2$

化简得 $v_0 = \sqrt{2gH}$ ①

设 A、B 碰撞后的速度分别为 v_A 和 v_B ，以竖直向上为速度的正方向，根据 A、B 组成的系统动量守恒和动能守恒得

$$m_A v_0 - m_B v_0 = m_A v_A + m_B v_B \quad ②$$

$$\frac{1}{2} m_A v_0^2 + \frac{1}{2} m_B v_0^2 = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2 \quad ③$$

$$v_B = \frac{3m_A - m_B}{m_A + m_B} v_0 \quad ④$$

连立②③化简得

设小球 B 能够上升的最大高度为 h ，

$$h = \frac{v_B^2}{2g} \quad ⑤$$

由运动学公式得

$$h = \left(\frac{3m_A - m_B}{m_A + m_B} \right)^2 H \quad ⑥$$

连立①④⑤化简得

$$\text{答：B 上升的最大高度是 } \left(\frac{3m_A - m_B}{m_A + m_B} \right)^2 H$$

【点评】本题考查的是机械能守恒的应用，同时在碰撞的过程中物体的动量守恒，在利用机械能守恒和动量守恒的时候一定注意各自的使用条件，将二者结合起来应用即可求得本题。

17. 如图所示，一轻质弹簧两端连着物体 A 和 B，放在光滑的水平面上，物体 A 被水平速

度为 v_0 的子弹击中并嵌在其中，已知物体 A 的质量是物体 B 的质量的 $\frac{v_0}{8}$ ，子弹的质量是物体 B 的质量的 $\frac{1}{4}$ ，求弹簧压缩到最短时 B 的速度。



【分析】以子弹、滑块 A、B 和弹簧组成的系统为研究对象，当三者速度相等时，弹簧被压缩到最短，根据动量守恒定律可正确解答。

【解答】解：本题所研究的过程可划分成两个物理过程。取向右为正方向，子弹击中物块 A 的过程，由动量守恒定律，有：

$$mv_0 = (m + m_A) v_1$$

则子弹和 A 获得的速度为： $v_1 = \frac{mv_0}{m + m_A} = \frac{v_0}{4}$

当系统的速度相同时，弹簧被压缩到最短，由动量守恒定律，得：

$$(m + m_A) v_1 = (m + m_A + m_B) v_2$$

解得： $v_2 = \frac{v_0}{8}$

答：弹簧压缩到最短时 B 的速度是 $\frac{v_0}{8}$ 。

【点评】解答这类问题的关键是弄清运动过程，正确选择状态，然后根据动量守恒列方程求解。本题也可以直接根据全过程（包括第一、第二两个过程）动量守恒求 v_2 ，即 $mv_0 =$

$$(m + m_A + m_B) v_2, \text{ 得 } v_2 = \frac{v_0}{8}.$$