

1. C

【详解】

A. 红外测温枪接收到的是人体辐射出的红外线，通过波长、强度与温度的关系，就可以得到人体的温度，并不是直接接收人体的热量信号，故 A 错误；

B. 温越高，测温枪接受到最强辐射频率越高，故 B 错误；

C. 体温越高，测温枪接受到最强辐射波长越短，故 C 正确；

D. 红外线属于电磁波，根据电磁波谱的排列顺序可知，红外线的波长大于紫外线的波长，故 D 错误。

故选 C。

2. A

【详解】

AB. 小圆环起振时刻与波的振动形式从振源传到小圆环的时间有关，由 $t = \frac{s}{v}$ 可知，小圆环起振时刻与波速和距离有关，而波速取决于介质，由此可知，小圆环起振时刻与波的频率无关，故 A 正确，B 错误；

CD. 机械波传播过程中，质点只会在平衡位置附近振动，不会“随波逐流”，所以小圆环不会随波前进，即小圆环不会到达墙壁，故 CD 错误。

故选 A。

3. B

【详解】

ABC. 正电粒子从直径上方掠过金属圆环表面时，等效电流方向从左往右，环中净磁通量为垂直直面向里，且净磁通量先增后减，环中产生感应电流，金属环先有收缩后有扩张趋势，故 AC 错误，B 正确，

D. 环中产生感应电流后周围会有磁场，且在环内磁场方向垂直于环所在的平面，正电荷从左往右运动时会受到洛伦兹力，所以粒子与金属环有相互作用，故 D 错误。

故选 B。

4. B

【详解】

A. 一天可以看到 16 次日出，则空间站的运行周期为

$$T' = \frac{T}{16}$$

故 A 错误;

B. 以空间站为研究对象, 根据牛顿第二定律有

$$G \frac{Mm}{(R+h)^2} = ma$$

则空间站的加速度为

$$a = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

故 B 正确;

C. 根据第一宇宙速度的定义有

$$G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v_1^2}{R}$$

解得

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

故 C 错误;

D. 依题意空间站和地球之间的万有引力为

$$F = G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m \left(\frac{2\pi}{T'} \right)^2 (R+h) = m \frac{1024\pi^2}{T'^2} (R+h)$$

故 D 错误。

故选 B。

5. C

【详解】

A. 两运动员“接棒”过程中的所受到的合力为运动员之间的相互作用力, 大小相等, 但两运动员的质量未知, 由牛顿第二定律可知无法确定两运动员的加速度大小关系, 故 A 错误;

B. 两运动员“接棒”过程中的所受到的合力为运动员之间的相互作用力, 且作用时间相等, 由动量定理可知两运动员动量变化量大小相等, 但方向相反, 故 B 错误;

C. 两运动员之间相互作用力大小相等, 方向相反, 作用时间相等, 所以总冲量等于零, 故 C 正确;

D. 两运动员相互作用时, 相对地面的位移不一定相同, 因此相互作用力做的总功不一定等于零, 故 D 错误。

故选 C。

6. C

【详解】

- A. 核反应中质量数和电荷数守恒，则方程中的 X 电荷数为 0，质量数为 1，应该为中子，即 ${}_0^1\text{n}$ ，故 A 错误；
- B. 该反应由轻核向重核方向进行，是核聚变，故 B 错误；
- C. 该反应是核聚变反应并释放出大量的能量，则由比结合能小的向比结合能大的方向进行， ${}_1^3\text{H}$ 的比结合能小于 ${}_2^4\text{He}$ 的比结合能，故 C 正确；
- D. 该反应是核聚变反应并释放出大量的能量，则有质量亏损，则反应前 ${}_1^3\text{H}$ 和 ${}_1^2\text{H}$ 的质量之和大于反应后 ${}_2^4\text{He}$ 和 X 的质量之和，故 D 错误。

故选 C。

7. D

【详解】

- A. 电子的实物波是德布罗意波，不是电磁波，故 A 错误；
- B. 根据 $\lambda = \frac{h}{p}$ 可知电子的德布罗意波长与其动量成反比，故 B 错误；
- C. 冷冻电镜的分辨率与电子加速电压有关，加速电压越高，电子速度越大，动量越大，德布罗意波长越小，分辨率越高，从而使冷冻电镜的分辨率越高，故 C 错误；
- D. 实物粒子的德布罗意波长与动能的关系为

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$$

因为质子的质量比电子的质量大，所以在动能相同的情况下，质子的德布罗意波长比电子的德布罗意波长更小，分辨率越高，若用相同动能的质子代替电子，理论上也能“拍摄”到新冠病毒的 3D 清晰影像，故 D 正确。

故选 D。

8. C

【详解】

- AB. 由到达 C 点的电子动能变化最大可知，电场方向沿 OC 直线，由电子初速度方向垂直于 OC 且能到达 C 点，可知电场方向由 C 指向 O，C 点电势最高，故 AB 错误；
- CD. 电子做类平抛运动，在 OC 方向做初速度为零的匀加速直线运动，且加速度大小相等。沿电场方向的位移为 x，垂直于电场方向的位移为 y，由几何可得

$$x_{AC} = \frac{3}{2}R, \quad y_{AC} = \frac{\sqrt{3}}{2}R, \quad x_{AB} = R, \quad y_{AB} = \sqrt{3}R$$

由 $x = \frac{1}{2}at^2$ 得

$$t_{AC} : t_{AB} = \sqrt{x_{AC}} : \sqrt{x_{AB}} = \sqrt{3} : \sqrt{2}$$

又由 $v_0 = \frac{y}{t}$ 得

$$\frac{v_C}{v_B} = \frac{y_{AC}}{y_{AB}} \times \frac{t_{AB}}{t_{AC}} = \frac{\sqrt{2}}{2\sqrt{3}} < 1$$

所以电子能经过 C 点的初速度小于能经过 B 点的初速度，故 C 正确， D 错误。

故选 C 。

9. D

【详解】

AB . 在上升过程中，开始弹力大于重力，弹力逐渐减小，弹力等于重力，之后弹力小于重力，所以小球先向上做加速度减小的加速运动，后做加速度增大的减速运动，故 AB 错误。

C . 根据动能定理有

$$\Delta E_k = F_{\text{合}} \Delta h$$

可知 $E_k - h$ 图线的斜率表示合外力，因小球向上运动过程中合外力先向上越来越小，然后等于零，最后向下越来越大，故 C 错误；

D . 对小球除重力之外的其它力做功改变它的机械能，即弹簧的弹力做功改变小球的机械能，根据功能关系，则有

$$\Delta E = F_{\text{弹}} \Delta h$$

可知 $E - h$ 图线的斜率弹力的大小，因小球向上运动过程中弹簧力一直减小到零，之后机械能守恒，故 D 正确。

故选 D 。

10. D

【详解】

A . 以 b 球为研究对象，静止时受力分析如图 1 所示

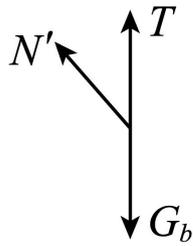


图1

因为静止，所以杆对小球 b 没有作用力，可得绳子的拉力等于 b 球的重力，即

$$N' = 0$$

$$T = m_b g$$

以 a 球为研究对象，静止时受力分析，如图 2 所示，设杆对小球 a 的支持力为 N ，细绳的拉力为 T ，由题意可得， N 、 T 与竖直方向的夹角为 30° ，则有

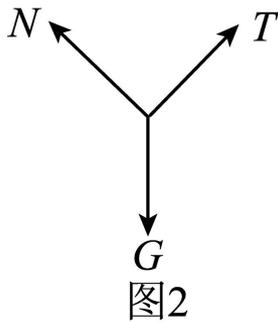


图2

$$N \sin 30^\circ = T \sin 30^\circ$$

$$N \cos 30^\circ + T \cos 30^\circ = m_a g$$

$$T = m_b g$$

解得

$$m_a = \sqrt{3} m_b$$

故 A 错误；

B. 当 a 、 b 小球运动中速度与绳的夹角分别为 β 和 α ，如图 3 所示

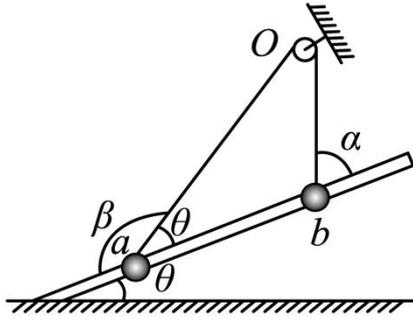


图3

设 a 、 b 两球的速度分别为 v_a 、 v_b ，绳子拉力为 T ，则绳拉力对球做功的功率分别为

$$P_a = T v_a \cos \beta$$

$$P_b = T v_b \cos \alpha$$

因为绳子不可伸长则有

$$v_a \cos(\pi - \beta) = v_b \cos \alpha$$

可以得到绳拉力对球做功的功率在数值上相等，故 B 错误；

C. b 球返回至初位置时， a 球也返回到初位置，则两球的重力势能变化均为零，故 C 错误；

D. 依题意有当 b 球返回至初位置时，速度为最大，假定此时 a 、 b 两球的速度分别为 v_a 、 v_b ，则有

$$v_a \cos 30^\circ = v_b \cos 60^\circ$$

$$E_{ka} = \frac{1}{2} m_a v_a^2$$

$$E_{kb} = \frac{1}{2} m_b v_b^2$$

$$m_a = \sqrt{3} m_b$$

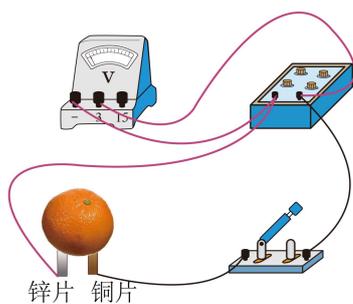
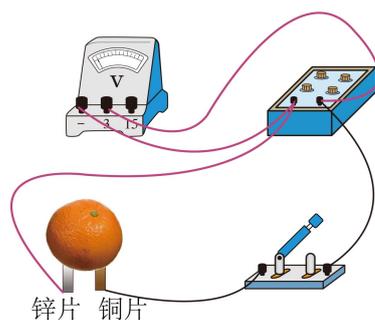
则有

$$E_{kb} = \sqrt{3} E_{ka}$$

故 D 正确。

故选 D。

11. 见详解

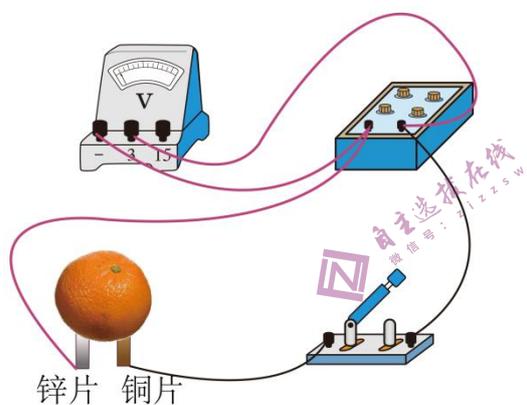


1.0V $2.2 \times 10^3 \Omega$ B

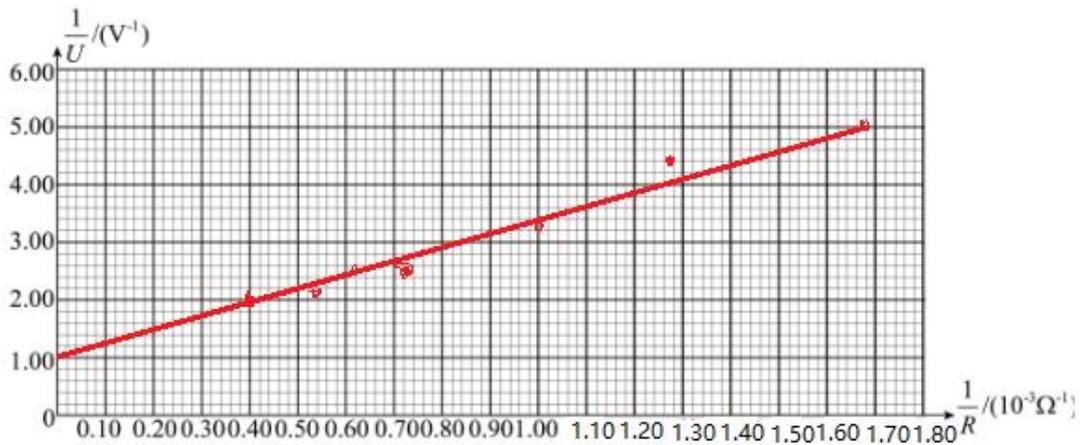
【详解】

(1) [1] “橙子”电池内阻太大，所以在滑动变阻器的时候，电流表和电压表示数变化不明显，故用甲图无法完成实验。

(2) [2]



(3) [3]根据描点法得出图象如图



(4) [4][5]图线的数学关系

$$\frac{1}{U} = \frac{r}{ER} + \frac{1}{E}$$

则

$$\frac{1}{E} = 1.00, \quad \frac{r}{E} = 2222$$

所以

$$E = 1.00\text{V}, \quad r = 2.2 \times 10^3 \Omega$$

(5) [6]最后 2 组数据明显往上偏离图线，斜率陡增，可知电动势明显变小，故 AC 错误，B 正确。

12. (1) $\frac{1}{4} p_0$; (2) $\frac{3\mu p_0 S}{4g} - m$

【详解】

(1) 对吸盘内封闭的气体，由玻意耳定律可知

$$0.5 p_0 \times V_0 = p \times 2V_0$$

解得

$$p = \frac{1}{4} p_0$$

(2) 由平衡可知

$$(M+m)g = \mu(p_0 - p)S$$

解得

$$M = \frac{3\mu p_0 S}{4g} - m$$

13. (1) $\lambda = \frac{ad}{2L}$; (2) $\frac{ad}{4nL}$

【详解】

(1) 由图乙可知，相邻两个波峰之间的距离为 $\frac{a}{2}$ ，即相邻两条亮条纹中心的距离

$$\Delta x = \frac{a}{2}$$

根据双缝干涉条纹的间距公式

$$\Delta x = \frac{L}{d} \lambda$$

可得被测蓝光的波长

$$\lambda = \frac{ad}{2L}$$

(2) 当蓝光在膜中的光程差恰好等于光在薄膜中的波长时，即

$$\Delta s = 2d' = \lambda'$$

则出现明条纹，此时镜片表面所镀“增反膜”的厚度最小，为该蓝光在膜中波长的一半，即

$$d' = \frac{\lambda'}{2}$$

又因为

$$\lambda' = \frac{\lambda}{n}$$

联立可得，镜片表面所镀“增反膜”的最小厚度为

$$d' = \frac{ad}{4nL}$$

14. (1) $\frac{1}{2R} \sqrt{\frac{2mU_0}{q}}$; (2) $4(\sqrt{2}-1)R$; (3) $\Delta U < \frac{U_0}{3}$

【详解】

(1) 由题意可知当质子恰好能击中照相底片的正中间位置时，其运动半径为

$$r = R + R = 2R$$

设质子经过加速后获得的速度大小为 v ，根据动能定理有

$$qU_0 = \frac{1}{2}mv^2$$

根据牛顿第二定律有

$$qvB = m \frac{v^2}{r}$$

联立解得

$$B = \frac{1}{2R} \sqrt{\frac{2mU_0}{q}}$$

(2) 由于 ${}^2_1\text{H}$ 粒子的质量数是 ${}^1_1\text{H}$ 粒子的两倍, 则 ${}^2_1\text{H}$ 粒子的比荷为 $\frac{q}{2m}$, 设 ${}^1_1\text{H}$ 粒子和 ${}^2_1\text{H}$ 粒子经过加速后获得的速度大小分别为 v_1 、 v_2 , 根据动能定理有

$$qU_0 = \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$qU_0 = \frac{1}{2} \times 2mv_2^2$$

根据牛顿第二定律有

$$qv_1B = m \frac{v_1^2}{r_1}$$

$$qv_2B = 2m \frac{v_2^2}{r_2}$$

联立解得

$$r_1 = 2R, \quad r_2 = 2\sqrt{2}R$$

则照相底片上 ${}^1_1\text{H}$ 和 ${}^2_1\text{H}$ 所击中位置间的距离

$$\Delta x = 2r_2 - 2r_1 = 4(\sqrt{2} - 1)R$$

(3) 由(2)问可知在相同的电压下 ${}^2_1\text{H}$ 粒子的偏转半径大于 ${}^1_1\text{H}$ 粒子的偏转半径, 若要 ${}^1_1\text{H}$ 和 ${}^2_1\text{H}$ 在底片上没有重叠区域, 则只需 ${}^2_1\text{H}$ 粒子的最小偏转距离大于 ${}^1_1\text{H}$ 粒子的最大偏转距离即可, 则对于 ${}^2_1\text{H}$ 粒子有

$$q(U_0 - \Delta U) = \frac{1}{2}2mv_{2\min}^2$$

$$qv_{2\min}B = 2m \frac{v_{2\min}^2}{r_{2\min}}$$

整理有

$$r_{2\min} = 2\sqrt{2}R\sqrt{\frac{U_0 - \Delta U}{U_0}}$$

对于 ${}^1_1\text{H}$ 粒子有

$$q(U_0 + \Delta U) = \frac{1}{2}mv_{1\max}^2$$

$$qv_{1\max}B = m\frac{v_{1\max}^2}{r_{1\max}}$$

整理有

$$r_{1\max} = 2R\sqrt{\frac{U_0 + \Delta U}{U_0}}$$

则需要

$$2r_{1\max} < 2r_{2\min}$$

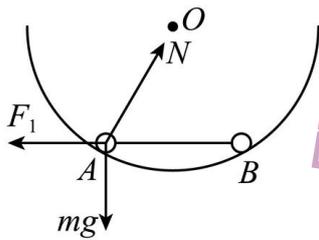
整理有

$$\Delta U < \frac{U_0}{3}$$

15. (1) $F_1 = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$; (2) $F_2 = \frac{7\sqrt{3}}{6}mg$ (3) $x = R\theta \sin \sqrt{\frac{2g}{\sqrt{3}R}}t$

【详解】

(1) 两球静止时杆对 A 球受力分析如图所示



由平衡条件

$$F_1 = mg \tan 30^\circ$$

解得

$$F_1 = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$$

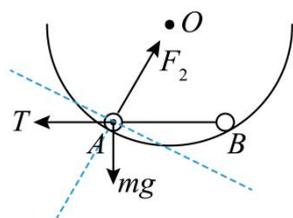
(2) A、B 两小球和轻质硬杆组成的系统机械能守恒，从释放到杆水平，两小球速度最大，设两小球的_{最大速度为} v ，由机械能守恒定律得

$$mgR \cos 30^\circ = \frac{1}{2}2mv^2$$

解得

$$v = \sqrt{\frac{\sqrt{3}}{2} gR}$$

小球运动到杆水平的位置时，设杆对 A 球的弹力为 T ，球壳对 A 球的作用力为 F_2 ，受力分析如图所示



切向方向加速度为零，由牛顿第二定律

$$T \cos 30^\circ = mg \sin 30^\circ$$

解得

$$T = \frac{\sqrt{3}}{3} mg$$

径向，由牛顿第二定律得

$$F_2 - mg \cos 30^\circ - T \sin 30^\circ = m \frac{v^2}{R}$$

解得

$$F_2 = \frac{7\sqrt{3}}{6} mg$$

(3) 当两球静止时，在杆的中点处给装置一垂直纸面向里的冲量，系统在球壳内做类单摆运动，等效摆长

$$L = R \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} R$$

摆动周期

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

小球的位移时间的关系式

$$x = R\theta \sin \frac{2\pi}{T} t$$

解得

$$x = R\theta \sin \sqrt{\frac{2g}{\sqrt{3}R}} t$$

