

## 试题解析

1. C

- A. 该反应为 $\beta$ 衰变, 选项 A 错误;
- B. 该反应为 $\alpha$ 衰变, 选项 B 错误;
- C. 该反应是轻核聚变, 选项 C 正确;
- D. 该反应是重核裂变, 选项 D 错误。

2. B

A. “神舟十三号”与“天和”核心舱绕地球做匀速圆周运动, 具有向心加速度, 所以二者均不是平衡状态, 故 A 错误;

B. 在地球表面绕地球做匀速圆周运动的物体, 根据万有引力提供向心力有

$$G \frac{Mm}{R^2} = mg$$

而对“神舟十二号”与“天和”核心舱有

$$G \frac{Mm}{r^2} = ma$$

由于

$$r > R$$

所以

$$a < g = 9.8 \text{m/s}^2$$

故 B 正确;

C. 地球同步卫星的周期为 24h, 根据开普勒第三定律有

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{r_{\text{同}}^3}{T_{\text{同}}^2}$$

由于  $r < r_{\text{同}}$ , 所以运行周期均小于 24h, 故 C 错误;

D. 神舟十三号要与空间站对接, 需要在低轨道加速, 做离心运动, 不能在同一轨道加速, 故 D 错误。

3. D

由图知, 圆环的劣弧 MGN 和圆环的其余部分是并联关系, 两部分的长度之比为 1:3, 电阻之比是 1:3, 通过电流之比为 3:1, 两部分在磁场中的等效长度相同, 等效电流方向相同, 则两部分所受安培力大小之比为 3:1, 方向相同, 所以整个圆环所受的安培力大小为  $\frac{4}{3}F$ , 故 D 项正确, ABC 三项错误。

4. D



A. 衍射是波特有的现象，绳波也可以衍射，故 A 错误；

B. 绳波是横波，波上的质点并不会沿波的传播方向发生位移，只能在与传播方向垂直的方向来回振动，故 B 错误；

C. 质点 P 刚开始振动时振动方向即为此刻 Q 的振动方向，波向左传播，右边质点带动左边质点，Q 此刻右边质点位置比它高，说明 Q 此刻振动方向向上，所以质点 P 刚开始振动时振动方向也是向上的，故 C 错误；

D. 故选。波遇到障碍物，也会发生反射，反射波频率不变，与前进波相遇会发生干涉现象，故 D 正确。

5. D

A. 根据分子动理论，分子间距离增大时分子间作用力先减小再增大再减小，此时分子势能分子间作用力先减小再增大，故 A 错误；

B. 某物体温度升高，则该物体分子平均动能增大，不是每个分子热运动的动能增大，故 B 错误；

C. 布朗运动是固体小颗粒的无规则运动，故 C 错误；

D. 根据 1 滴油酸酒精溶液中油酸的体积  $V$  和油膜面积  $S$  就可以算出油膜的厚度

$$d = \frac{V}{S}$$

即油酸分子的大小，故 D 正确。

6. B

A. 纵波质点振动方向与传播方向在一条直线上，方向并不一定相同，故 A 项不合题意。

B. 质点的振动方向与波的传播方向垂直的波是横波；故 B 项符合题意。

C. 机械波的质点只是在其平衡位置附近做简谐运动，并不随波迁移，无论横波和纵波都是这样，故 C 项不合题意。

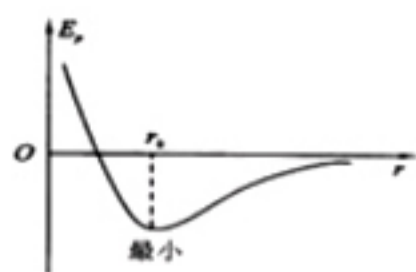
D. 横波只能在固体中传播，纵波可在固体、液体和气体中传播，故 D 选项不合题意。

7. A

由题意可知，A、B 两弧在圆心 O 处产生的场强大小分别为  $E_0$ ，两场强的方向夹角为  $90^\circ$ ，根据平行四边形定则知，两场强的合场强为  $\sqrt{2}E_0$ ，C 弧在 O 点产生的场强与 A 弧在 O 点产生的场强相同，D 弧在 O 点产生的场强与 B 弧在 O 点产生的场强相同，则 C、D 两弧在 O 点产生的合场强为  $\sqrt{2}E_0$ ，所以最终的场强为  $2\sqrt{2}E_0$ ，故 A 正确，BCD 错误。

8. B





A. 由图知，当分子间距离小于  $r_0$  时，分子势能随分子间距离的减小而增大，所以 A 错误；

B. 由分子热运动理论知，温度越高，物体中分子无规则运动越剧烈，所以 B 正确；

C. 物体热运动速率大的分子数占总分子数比例与温度有关，故 C 错误；

D. 非晶体是各向同性的，故 D 错误。

9. D

A. 设空间站绕地球做圆周运动的轨道半径为  $r$ ，由几何关系

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{R}{r}$$

空间站距地球表面的高度

$$h = r - R$$

解得

$$h = \frac{R}{\sin \frac{\alpha}{2}} - R$$

故 A 错误；

B. 空间站绕地球做圆周运动，由万有引力提供向心力有

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 r$$

故空间站运行周期

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM \sin^3 \frac{\alpha}{2}}}$$

故 B 错误；

C. 同理有

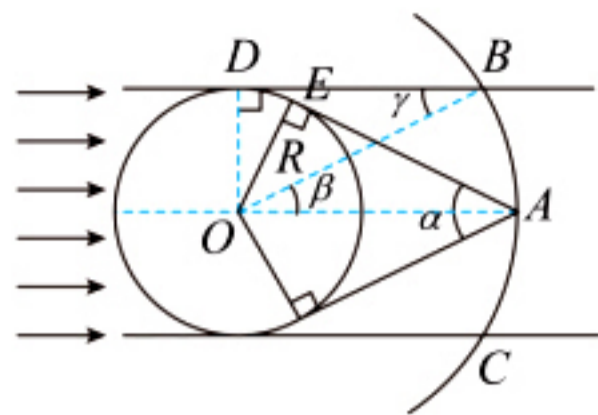
$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

空间站运行的线速度

$$v = \sqrt{\frac{GM \sin \frac{\alpha}{2}}{R}}$$

故 C 错误；

D. 如图



每次“日全食”过程的时间为绕行 BAC 时间，由  $\triangle ODB \cong \triangle OEA$  知

$$\gamma = \frac{\alpha}{2}$$

又

$$\beta = \gamma$$

则

$$\beta = \frac{\alpha}{2}$$

综合圆周运动规律

$$2\beta = \omega t$$

$$2\pi = \omega T$$

解得

$$t = \alpha \sqrt{\frac{R^3}{GM \sin^3 \frac{\alpha}{2}}}$$

故 D 正确。

10. B

以棱台为参考系，以释放点为原点建立坐标系。

水平方向的加速度

$$a_x = g \sin \theta \cos \theta$$

竖直加速度

$$a_y = g \sin \theta \sin \theta$$

相对于棱台

水平位移

$$x = \frac{1}{2} g \sin \theta \cos \theta t^2$$

竖直位移

$$y = \frac{1}{2} g \sin \theta \sin \theta t^2$$

四个小球的竖直位移  $y$  均相同，故所用时间相同，即



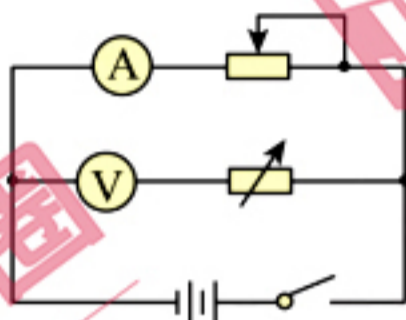
$$T_a = T_b = T_c = T_d$$

根据功的定义可知，重力对四个小球做功相等，因 a 受支持力与运动方向成锐角，做正功，而 c 受支持力与运动方向成钝角，做负功，b、d 受到的支持力与运动方向垂直，不做功；故前者水平速度大，故落地时的机械能关系为

$$E_a > E_b = E_d > E_c$$

故 B 正确，ACD 错误。

11. 串联 1000 4.0 4.0



(1) [1]根据串联分压原理可知，若电压表扩大量程，则需要将电压表与电阻箱串联；

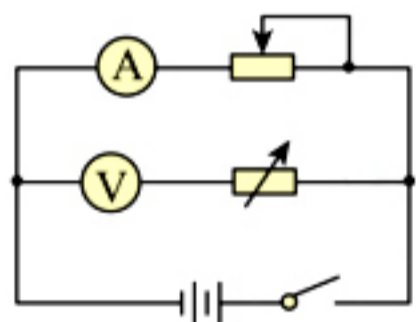
[2]量程 2V 的电压表量程扩展为 4V，则串联电阻为

$$\frac{U_V}{R_V} \cdot (R + R_V) = U_{\text{扩}}$$

解得

$$R = 1000\Omega$$

(2) [3]电源电动势约为 4V，为了电压表的安全与调节数值的范围广泛一些，实验前先要扩大电压表量程，由于电源内阻  $r$  约  $4\Omega$ ，电流表内阻  $R_A$  约  $5\Omega$ ，而改装的电压表内阻为  $2000\Omega$ ，电压表内阻远远大于电源与电流表的内阻，即电压表分流影响小，因此测量电池组电动势和内阻的电路图如图所示



(3) [4][5]根据上述电路图有

$$\frac{U}{R_V} \cdot (R + R_V) = E - Ir$$

根据上述数值有

$$U = \frac{1}{2}E - \frac{r}{2}I$$

结合图像有

$$\frac{1}{2}E = 2.0\text{V}, \quad \frac{r}{2} = \frac{2.0 - 1.0}{0.5}\Omega$$

解得



$$E = 4.0\text{V}, \quad r = 4.0\Omega$$

12. (1)  $2.4\text{rad/s} < \omega < 3.16\text{rad/s}$ ; (2)  $T_{BC} = 1.09\text{N}$ ,  $T_{AC} = 0.27\text{N}$

(1) 当 AC 绳拉直但没有力时, 即  $F_{T1}$  恰为零时, 由重力和绳 BC 的拉力  $F_{T2}$  的合力提供向心力, 根据牛顿第二定律, 有

$$mg \tan 45^\circ = m\omega_{\max}^2 r$$
$$r = L \sin 30^\circ$$

解得

$$\omega_{\max} = 3.16\text{rad/s}$$

同理, 当  $F_{T2}$  恰为零时, 根据牛顿第二定律, 有

$$mg \tan 30^\circ = m\omega_{\min}^2 r$$

解得

$$\omega_{\min} = 2.4\text{rad/s}$$

所以当

$$2.4\text{rad/s} \leq \omega \leq 3.16\text{rad/s}$$

时两绳均张紧。

(2) 当  $\omega = 3\text{rad/s}$  时, 两绳均处于张紧状态, 此时小球受  $T_{AC}$ 、 $T_{BC}$ 、 $mg$  三力作用, 正交分解后可得, 水平方向与竖直方向分别有

$$T_{AC} \sin 30^\circ + T_{BC} \sin 45^\circ = ml \sin 30^\circ \omega^2$$

$$T_{AC} \cos 30^\circ + T_{BC} \cos 45^\circ = mg$$

代入数据后解得

$$T_{AC} = 0.27\text{N}$$

$$T_{BC} = 1.09\text{N}$$

13. (1) 6 种, 最短波长为  $9.75 \times 10^{-8}\text{m}$ ; (2)  $8.21\text{V}$

(1) 由题意, 由于

$$12.79\text{eV} + (-13.6\text{eV}) = -0.81\text{eV}$$

可知氢原子能跃迁到  $n=4$  能级, 从  $n=4$  能级向低能级跃迁, 总共能产生的不同频率的光子种数为

$$C_4^2 = 6$$

由  $n=4$  能级向  $n=1$  能级跃迁时辐射的光子的波长最短, 辐射的光子能量为

$$E = E_4 - E_1 = 12.75\text{eV}$$

根据

$$E = \varepsilon = h \frac{c}{\lambda}$$

得最短波长为



$$\lambda_{\min} = 9.75 \times 10^{-8} \text{ m}$$

(2) 根据光电效应方程可得光电子的最大初动能

$$E_{km} = \varepsilon - W_0 = 8.21 \text{ eV}$$

根据动能定理

$$-eU_c = 0 - E_{km}$$

解得遏止电压

$$U_c = 8.21 \text{ V}$$

14. (1) 0.2m; (2)  $0.02\pi\text{m}^2 (\approx 6.28 \times 10^{-2} \text{ m}^2)$ ; (3)  $E < 6.67 \text{ N/C}$  或  $E > 10 \text{ N/C}$

(1) 设带电粒子在磁场中偏转, 轨迹半径为  $r$ . 由

$$qBv = \frac{mv^2}{r}$$

得

$$r = \frac{mv}{Bq}$$

代入解得

$$r = \frac{mv_0}{Bq} = 0.2 \text{ m}$$

(2) 由几何关系得圆形磁场的最小半径  $R$  对应

$$2R = \sqrt{2}r$$

则圆形磁场区域的最小面积

$$S = \pi R^2 = 0.02\pi \text{ m}^2$$

(3) 粒子进电场后做类平抛运动, 出电场时位移为  $L$ , 有

$$L \cos \theta = v_0 t$$

$$L \sin \theta = \frac{1}{2} a t^2$$

$$qE = ma$$

代入解得

$$E = \frac{2\sqrt{2}mv_0^2}{qL}$$

若出电场时不打在挡板上, 则

$$L < 0.32 \text{ m} \text{ 或 } L > 0.48 \text{ m}$$

代入解得

$$E > 10 \text{ N/C} \text{ 或 } E < 6.67 \text{ N/C}$$

15. (1) 0.4 (2) 4kg, 0.1 (3) 8.125m

(1) 由乙图知,  $m$ 、 $M$  一起运动的最大外力  $F_m = 25 \text{ N}$ ,

当  $F > 25 \text{ N}$  时,  $m$  与  $M$  相对滑动, 对  $m$  由牛顿第二定律有:

$$\mu_1 mg = ma_1$$

由乙图知

$$a_1 = 4 \text{ m/s}^2$$

解得

$$\mu_1 = 0.4$$

(2) 对 M 由牛顿第二定律有

$$F - \mu_1 mg - \mu_2 (M + m)g = Ma_2$$

即

$$a_2 = \frac{F - \mu_1 mg - \mu_2 (M + m)g}{M} = \frac{-\mu_1 mg - \mu_2 (M + m)g}{M} + \frac{F}{M}$$

乙图知

$$\frac{1}{M} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{-\mu_1 mg - \mu_2 (M + m)g}{M} = -\frac{9}{4}$$

解得

$$M = 4 \text{ kg}$$

$$\mu_2 = 0.1$$

(3) 给 m 一水平向右的初速度  $v_0 = 4 \text{ m/s}$  时, m 运动的加速度大小为  $a_1 = 4 \text{ m/s}^2$ , 方向水平向左,

设 m 运动  $t_1$  时间速度减为零, 则

$$t_1 = \frac{v_0}{a_1} = 1 \text{ s}$$

位移

$$x_1 = v_0 t_1 - \frac{1}{2} a_1 t_1^2 = 2 \text{ m}$$

M 的加速度大小

$$a_2 = \frac{F - \mu_1 mg - \mu_2 (M + m)g}{M} = 5 \text{ m/s}^2$$

方向向左,

M 的位移大小

$$x_2 = \frac{1}{2} a_2 t_1^2 = 2.5 \text{ m}$$

此时 M 的速度

$$v_2 = a_2 t_1 = 5 \text{ m/s}$$

由于  $x_1 + x_2 = L$ , 即此时 m 运动到 M 的右端, 当 M 继续运动时, m 从 M 的右端竖直掉落,

设 m 从 M 上掉下来后 M 的加速度大小为  $a_3$ , 对 M 由牛顿第二定律

$$F - \mu_2 Mg = Ma_3$$



可得

$$a_3 = \frac{25}{4} \text{ m/s}^2$$

在  $t=2\text{s}$  时  $m$  与  $M$  右端的距离

$$x_3 = v_2(t-t_1) + \frac{1}{2}a_3(t-t_1)^2 = 8.125\text{m} .$$

