

题号	14	15	16	17	18	19	20	21
答案	A	D	B	C	C	AD	BD	BD

14. A 【详解】无线充电利用的是电磁感应现象，选 A

15. D 【详解】A. 根据牛顿第二定律，万有引力提供行星表面重力加速度，得  $G\frac{mm_0}{R^2} = m_0g$ 。故行星表面重力加速度为  $g = \frac{Gm}{R^2}$ ，行星 B 与行星 C 的质量关系未知，故无法判断两行星表面的重力加速度的大小，AB 均错；

C. 由万有引力提供向心力，行星绕恒星的运动有越高越慢的特点，C 星比 B 星运行周期长，故 C 星离恒星表面高，角速度小，C 错误，D 正确；

16. B 【详解】 $\Delta m = 2m_H - m_{He} - m_n = 0.0035u$ ，根据质能方程： $\Delta E = \Delta mc^2 \approx 3.3MeV$ 。因为 1kg 氘中含有氘核的个数  $n = (\frac{m}{m_{氘}} \times N_A) = 3 \times 10^{26}$ ，所以 1kg 氘完全结合成氦核时可以释放出的能量约为  $E = \frac{n}{2} \Delta mc^2 \approx 4.95 \times 10^{26} MeV$ ，

故选 B

17. C 【详解】根据电场叠加和对称性可知 M、N 两点电场强度大小相等，方向不同，所以 A 错误；从  $O_1$  到  $O_2$  电势先增大后减小，B 错误。根据电势的叠加原理可知，F、N 两点电势相等，F、N 两点电势差为零，F 到 N 电场力做总功为零，C 正确；根据牛顿第二定律可知，从  $O_1$  到  $O_3$  电子加速度先增大后减小，再增大，再减小，D 错误

18. C 【详解】A. 外力 F 做功，系统机械能不守恒，故 A 错误；

B. 缓慢推动，认为 AB 动能不变，A、B、弹簧、斜面组成的系统能量守恒。弹簧增加的弹性势能等于系统减少的重力势能与 F 做功消耗的其他形式能量之和。故 B 错误。

C. 撤去 F 瞬间，把 AB 作为一个整体受力分析有  $F_{合} = kx_0 - 2mg \sin \theta$ ， $a = \frac{F_{合}}{2m}$ ，解得  $a = \frac{kx_0}{2m} - g \sin \theta$

对 B，由牛顿第二定律有  $F_{AB} - mg \sin \theta = ma$ ，得  $F_{AB} = \frac{kx_0}{2}$ ，故 C 正确；

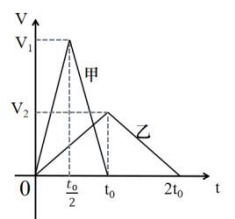
D. 分离问题要抓住两点：①分离时两物体间无弹力，②分离时两物体的加速度相同；运用这两个结论就可快速判断出 A、B 两物体会在弹簧达到原长时分离，而  $\frac{2mg \sin \theta}{k}$  为初始时弹簧的压缩量，故 D 错误。

故选 C。

19. AD 【详解】AB. 运动图像如图所示，由两车位移相等  $\frac{1}{2} v_1 t_0 = \frac{1}{2} v_2 \cdot 2t_0$ ，得  $v_1 : v_2 = 2 : 1$ ，

A 正确。

甲的加速度  $a_1 = \frac{2v_1}{t_0}$ ，乙的加速度  $a_2 = \frac{v_2}{t_0}$ ，结合 A 选项，可得  $a_1 : a_2 = 4 : 1$ ，B 错误。

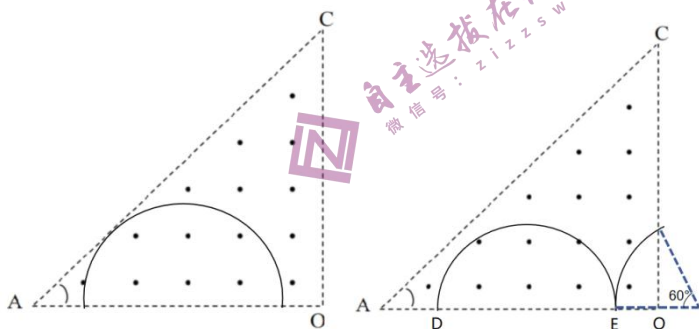


CD. 速度相等时相距最远，设甲达到最大速度后，再经过  $\Delta t$  时间，相距最远。速度相等

$v_1 - a_1 \Delta t = a_2 (\frac{t_0}{2} + \Delta t)$ , 对甲车  $v_1 = a_1 \frac{t_0}{2}$ , 再联立  $a_1:a_2=4:1$  得甲车运动了  $\frac{4}{5}t_0$  时, 两车相距最远。C 错误, D 正确。

20. BD

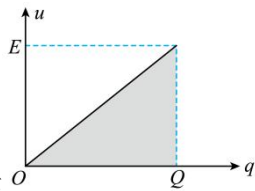
【详解】根据  $Bqv = m \frac{v^2}{r}$ , 得  $r = \frac{mv}{Bq} = d$ , 所以 A 错误; 粒子刚好不出磁场区域的运动轨迹如图所示, 恰好与 AC 相切, 根据几何关系可求, 此时入射点到 A 的距离为  $(\sqrt{2}-1)d$ , 即入射点到 A 点距离大于  $(\sqrt{2}-1)d$  的粒子都不能出磁场, 运动轨迹为半圆, 时间  $t = \frac{T}{2} = \frac{\pi m}{qB}$ , 所以 B 正确, C 错误。D 处入射的粒子在磁场中的运动轨迹为一个半圆, 在磁场中运动的时间为  $\frac{\pi m}{qB}$ , 在 E 点入射的粒子运动轨迹的圆心角为  $60^\circ$ , 在磁场中运动的时间为  $\frac{\pi m}{3qB}$  故 D 正确。



21. BD

【详解】A. 开始运动的一段时间内, 由于电容器放电, 导体棒在安培力作用下向右加速, 导体棒切割磁感线产生的感应电动势  $E_{棒}$  变大。回路的总电动势变小, 电流变小, 安培力变小, 导体棒的加速度变小。当  $E_{棒}$  与电容器的电压  $U$  相等时, 整个电路电流为零, 导体棒匀速, 导体棒达到稳定状态, A 错误。

B. 电容器充电完毕时其电压等于电动势  $E$ , 电容器所带的电荷量  $Q=CE$ , 根据  $u = \frac{q}{C}$ , 画出  $u-q$  图象如



图所示  $u = \frac{q}{C}$ , 图线与横轴所围面积表示电容器储存的能量, 有  $E_0 = EQ$ , 联立可得充满电后电容器存储的电能  $E_0 = \frac{1}{2}CE^2$ , B 选项正确。

D. 设金属导体棒获得最大速度  $v_m$  时, 放电电流为零, 此时  $U = E_{棒} = BLv_m$ 。设此过程电容器放电的电荷量为  $\Delta Q$ , 则  $\Delta Q = CE - CU$

设此过程中的平均电流为  $\bar{I}$ ，时间为  $t$ ，根据动量定理有  $B\bar{I}Lt = mv_m - 0$

其中  $\bar{I}t = \Delta Q$  ④，有  $v_m = \frac{BLCE}{m + B^2L^2C}$ ，导体棒获得最大速度  $v_m$  时，电容器储存的能量为  $E_1 = \frac{1}{2}CU^2$

导体棒由静止到获得最大速度的过程中，根据能量守恒定律有  $E_0 = E_1 + \frac{1}{2}mv_m^2 + \Delta E_{\text{损}}$

联立可得  $\Delta E_{\text{损}} = \frac{mCE^2}{2m + 2B^2L^2C}$  故 D 正确。

22. (1) ① 成正比 (1分) ② B (2分) ③  $\frac{1}{(\Delta t)^2} = \frac{2x}{Md^2}F$  (2分)

【详解】(1) 由牛顿第二定律  $F=ma$  知质量一定，加速度与合外力成正比

(2) A. 由于可从测力计直接读出拉力数值，故不需要钩码的质量需远小于小车质量. A 错误

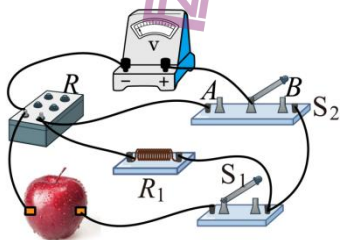
B. 平衡摩擦才能让拉力等于合外力，故 B 正确

C. 机械能守恒的条件是只有重力做功，小车有拉力做功故不能验证机械能守恒，C 错误

(3) 小车到光电门的速度为  $v = \frac{d}{\Delta t}$ ，由运动学公式  $2ax = v^2$  结合牛顿第二定律  $F=ma$  有  $\frac{F}{M} = \frac{d^2}{2x} \left(\frac{1}{\Delta t}\right)^2$ ，

故得  $\frac{1}{(\Delta t)^2} = \frac{2x}{Md^2}F$

23. (1) (2分)



(2) 80 (2分) 偏小 (2分) (3)  $\frac{R_V}{U_0 R_V - k}$  (2分)  $\frac{kR_V}{U_0 R_V - k}$  (2分)

【详解】(1) 略

(2) 由串联电路的分压规律得： $\frac{U_1}{R} = \frac{U_2 - U_1}{R_1}$ ，代入数据得  $R_1 = 80\Omega$ ；开关由 A 打向 B，电路总电阻减小，电压表示数比实际电压小，测量结果偏小

(3) 由闭合电路欧姆定律得： $E = U + \left(\frac{U}{R + R_1} + \frac{U}{R_V}\right)r$ ，整理后得  $\frac{1}{U} = \frac{1}{E} + \frac{r}{ER_V} + \frac{r}{E} \cdot \frac{1}{R + R_1}$ ，由题

意得： $U_0 = \frac{1}{E} + \frac{r}{ER_V}$ ， $k = \frac{r}{E}$ ，解得  $E = \frac{R_V}{U_0 R_V - k}$ ， $r = \frac{kR_V}{U_0 R_V - k}$

24. (1)  $E = \frac{mg}{q}$ , 粒子带负电 (2)  $H = \frac{3v_0^2}{16g}$  (3)  $B = \frac{4mg}{qv_0}$

【详解】

(1) 带电小球在第四象限做匀速圆周运动, 须有重力与电场力等值反向, 即

$$mg = qE \quad ①$$

$$\text{则: } E = \frac{mg}{q} \quad ②$$

$$\text{小球带负电} \quad ③$$

(2) 带电小球在第二象限做类斜上抛运动, 由牛顿第二定律:  $qE + mg = ma$  ④

$$\text{得: } a = 2g$$

将初速度分解到水平和竖直方向, 有:

$$v_x = v_0 \cos \theta,$$

$$v_y = v_0 \sin \theta \quad ⑤$$

带电小球在竖直方向做匀减速运动, 有:  $-v_y^2 = -2aH$  ⑥

$$\text{联立得: } H = \frac{3v_0^2}{16g} \quad ⑦$$

(3) 小球在第二象限从 A 到 O 运动, 设上升阶段运动时间为  $t$ , 有:  $0 = v_0 \sin \theta - at$  ⑧

$$\text{得: } t = \frac{\sqrt{3}v_0}{4g}$$

水平方向设 AO 长度为  $L$ :  $L = 2v_0 \cos \theta \cdot t$  ⑨

$$\text{得: } L = \frac{\sqrt{3}v_0^2}{4g}$$

小球到 O 点时的速度大小为  $v_0$ , 在第四象限做匀速圆周运动, 由洛伦兹力提供向心力, 有  $qv_0B = m \frac{v_0^2}{r}$  ⑩

由几何关系有:  $L = 2r \sin 60^\circ$  ⑪

$$\text{联立得 } B = \frac{4mg}{qv_0} \quad ⑫$$

评分标准: 每式 1 分, 共 12 分。

25. (1)  $T = \frac{55}{2} N$  (2)  $e = 0.5$  (3)  $S = \frac{7}{32} m$ ,  $Q = \frac{77}{80} J$

【详解】(1) 对小球，由 A 到 B，

$$v_{B0}^2 = 2g \frac{L}{2} \quad \text{①}$$

绷直后速度，

$$v_B = v_{B0} \cos \alpha \quad \text{②}$$

由几何关系，

$$\sin \alpha = \frac{0.5L}{L}$$

$$\text{即 } \alpha = \frac{\pi}{6}$$

由 B 到 C，由动能定理得：

$$m_1 g(L - L \sin \alpha) = \frac{1}{2} m_1 v_C^2 - \frac{1}{2} m_1 v_B^2 \quad \text{③}$$

对小球，碰前，在 C 点，

$$T - m_1 g = \frac{m_1 v_C^2}{L} \quad \text{④}$$

联立各式可得，

$$T = \frac{55}{2} N \quad \text{⑤}$$

(2) 小球与木板碰，

$$m_1 v_C = m_2 v_2 \quad \text{⑥}$$

$$e = \frac{v_2}{v_C} \quad \text{⑦}$$

联立得，

$$e = 0.5 \quad \text{⑧}$$

(3) 对木板及小物块，从相对运动到共速，

$$v_3 = v_2 - a_{\text{板}1} t_1 \quad \text{⑨}$$

$$v_3 = a_{\text{物}1} t_1 \quad \text{⑩}$$

$$\mu_2 m_3 g + \mu_1 (m_2 + m_3) g = m_2 a_{\text{板}1} \quad \text{⑪}$$

$$\mu_2 m_3 g = m_3 a_{\text{物}1} \quad \text{⑫}$$

共速后，假设两者继续相对滑动，对木板及小物块，

$$\mu_2 m_3 g = m_3 a_{\text{物}2} \quad \text{⑬}$$

$$\mu_1 (m_2 + m_3) g - \mu_2 m_3 g = m_2 a_{\text{板}2} \quad \text{⑭}$$

$$a_{\text{物}2} = 2\text{m/s}^2 < a_{\text{板}2} = 4\text{m/s}^2, \text{ 假设成立。}$$

对木板及小物块，由共速到停下，

$$v_3 = a_{\text{板}2} t_2 \quad \text{⑬}$$

$$v_3 = a_{\text{物}2} t_3 \quad \text{⑭}$$

木板长度  $S$ ,

$$S = \frac{1}{2}(v_2 + v_3)t_1 - \frac{1}{2}v_3 t_1 \quad \text{⑮}$$

木板与小物块间摩擦生热  $Q$ ,

$$Q = \mu_2 m_3 g \left( S + \frac{1}{2}v_3 t_3 - \frac{1}{2}v_3 t_2 \right) \quad \text{⑯}$$

联立可得，

$$S = \frac{7}{32}\text{m}, \quad Q = \frac{77}{80}\text{J} \quad \text{⑰}$$

评分标准：每式 1 分，共 20 分。

33. (1) ACD

【详解】

$$(2) \text{ I. } P_1 = 60\text{cmHg} \quad \text{II. } \Delta h = 9\text{cm}$$

【详解】

I. 设左侧 A 部分气体压强为  $P_1$ ，软管内气体压强为  $P_2$ ，由图中液面的高度

关系可知，

$$P_0 = P_2 + \rho g h_2 \quad \text{①}$$

$$P_2 = P_1 + \rho g h_1 \quad \text{②}$$

$$\text{联立解得： } P_1 = 60\text{cmHg} \quad \text{③}$$

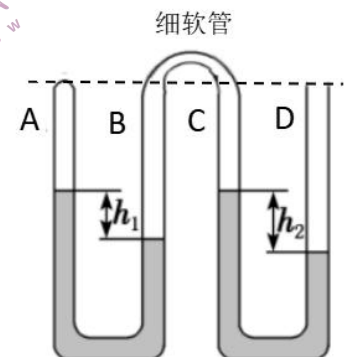
II.A 气体温度不变，体积变化，由玻意耳定律，有：

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \text{④}$$

$$\text{即： } P_1 S h_A = P_2 S h'_A$$

解得

$$P'_A = 72\text{cmHg} \quad \text{⑤}$$



由于 A 空气柱长度减少 3cm，则 A、B 玻璃管水银柱向左侧移动 3cm，因此左侧 U 形管液面高度差为

$$h_1' = h_1 + 3\text{cm} + 3\text{cm} = 12\text{cm} \quad \text{⑥}$$

设软管连接部分气体的压强为  $P_3$ ，对左边 U 形玻璃管，有：

$$P_3 = P_A' + P_{h_1'} = 84\text{cmHg} \quad \text{⑦}$$

$$\text{由于 } P_3 = 84\text{cmHg} > 76\text{cmHg}$$

对右边 U 形玻璃管，C 部分水银高度低于 D 部分水银高度，有：

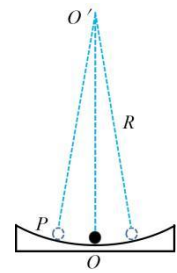
$$P_3 = P_0 + P_{h_2'} \quad \text{⑧}$$

$$\text{即： } P_{h_2'} = P_3 - P_0 = 8\text{cmHg}$$

则右侧 U 形管液面高度差  $h_2' = 8\text{cm}$  ⑨

右侧 U 形管 D 管液面升高  $\Delta h = \frac{1}{2}(h_2 + h_2') = 9\text{cm}$  ⑩

评分标准：每式 1 分，共 10 分。



34. (1)  $\frac{2t}{n-1}$  (2分)  $\frac{gt^2}{\pi^2(n-1)^2}$  (3分)

【详解】小球做往复运动的周期为  $T = \frac{2t}{n-1}$

根据单摆的周期公式  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$

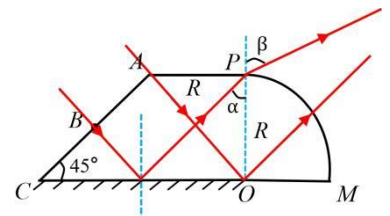
$$\text{解得 } R = \frac{gt^2}{\pi^2(n-1)^2}$$

(2) I. 当两种频率的细激光束从 A 点垂直于 AB 面入射时，激光沿直线传播到 O 点，经反射沿半径方向直线传播出去。(不画光路图扣 2 分)

保持光的入射方向不变，入射点从 A 向 B 移动过程中，光线传播到 PM 面的入射角逐渐增大。当入射点为 B 点时，光线传播到 PM 面的 P 点，此时光线在 PM 面上的入射角最大，设为  $\alpha$ ，由几何关系得

$$\alpha = 45^\circ \quad (1 \text{分})$$

根据全反射临界角公式得  $\sin C_a = \frac{1}{n_a} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ ，  $C_a = 45^\circ = \alpha$



则 a 光恰好在 P 点发生全反射 (1 分)

$$\sin C_a = \frac{1}{n_a} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} > \frac{\sqrt{2}}{2}, \text{ 则 b 光没有发生全反射, 可以从 P 点出射 (1 分)}$$

由于  $C_a = 45^\circ < C_b$  (1 分)

故在入射光从 A 向 B 移动过程中, a 光首先消失。(1 分)

II. 由 (I) 可知 a 光在 P 点恰好发生全反射时 b 光折射, 设折射角为  $\beta$ ,

$$\text{由折射定律: } n_b = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\beta = 60^\circ \quad (1 \text{ 分})$$

则 b 光经该光学器件的偏向角  $\theta = 90^\circ - (\beta - \alpha)$  (1 分)

$$\theta = 75^\circ \quad (1 \text{ 分})$$

