

## 参考答案

|    |   |   |   |   |   |   |   |    |     |    |
|----|---|---|---|---|---|---|---|----|-----|----|
| 题号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8  | 9   | 10 |
| 答案 | C | B | D | B | A | C | D | BC | ABD | BC |

一、选择题:本题共 7 小题,每小题 4 分,共 28 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的。

1. 【答案】C

【解析】每只手掌受到桌面的支持力竖直向上,竖直方向上根据平衡条件  $G=2F_N$ ,可得支持力  $F_N=\frac{G}{2}$ ,即支持力不变,A 错误;该同学始终处于平衡状态,合力为零保持不变,B 错误;对桌子受力分析,手掌与桌子之间的摩擦力大小  $f$ ,由受力分析知  $f=\frac{F_N}{\tan\theta}=\frac{G}{2\tan\theta}$ ,当  $\theta$  增大, $f$  变小,每只手掌所受桌面的摩擦力变小, $f$  与地面对每张桌子的摩擦力大小相等,C 正确,D 错误。

2. 【答案】B

【解析】若线圈绕着虚线匀速转动,则线圈中产生的感应电流方向会周期性变化,A 错误,B 正确;若要使线圈中产生逆时针方向的电流,只需要穿过线圈的磁通量向里增加,不一定是导线保持静止,矩形线圈往左平移,也不一定是矩形线圈保持静止,导线往右平移,也可能是使导线中电流增加,CD 错误。

3. 【答案】D

【解析】若小球均落在同一台阶或地面上,小球在空中飞行的时间相等,A 错误;小球落在第二级台阶上时,下降的高度为  $L$ ,落在第一级台阶上,下降的高度为  $2L$ ,根据  $h=\frac{1}{2}gt^2$  可知小球在空中飞行时间之比为  $1:\sqrt{2}$ ,B 错误;小球恰好能落在地面上有  $2L=vt, 2L=\frac{1}{2}gt^2$ ,解得临界速度  $v=\sqrt{gL}$ ,C 错误;小球以  $v=\sqrt{gL}$  的速度落地时,由  $3L=\frac{1}{2}gt'^2, x=vt'$ ,落点到 P 的距离  $d=x-2L$ ,解得  $d=(\sqrt{6}-2)L<L$ ,D 正确。

4. 【答案】B

【解析】设地球半径为  $R$ ,卫星的轨道高度为  $h$ ,由万有引力提供向心力有  $\frac{GMm}{(R+h)^2}=m\frac{v^2}{R+h}$ ,又  $M=\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3$ ,联立得  $\frac{1}{v^2}=\frac{3}{4\pi GR^3\rho}h+\frac{3}{4\pi GR^2\rho}$ ,所以  $k=\frac{3}{4\pi GR^3\rho}, b=\frac{3}{4\pi GR^2\rho}$ ,联立解得  $\rho=\frac{3k^2}{4\pi Gb^3}$ ,B 正确。

5. 【答案】A

【解析】设  $AB=l$ ,A 点、B 点处的点电荷在 C 点处产生的电场强度大小分别为  $E_A=\frac{kq_A}{(l\sin 37^\circ)^2}, E_B=\frac{kq_B}{(l\cos 37^\circ)^2}$ ,若 C 点的电场强度方向平行于 AB,则  $\tan 37^\circ=\frac{E_A}{E_B}$ ,解得  $\frac{q_A}{q_B}=\frac{27}{64}$ ,A 正确,B 错误;若 C 点的电场强度方向垂直于 AB,则  $\tan 37^\circ=\frac{E_B}{E_A}$ ,解得  $\frac{q_A}{q_B}=\frac{3}{4}$ ,CD 错误。

6. 【答案】C

【解析】B 相对 A 的位移由图乙面积可以求得,即  $\Delta x=0.5\text{ m}$ ,则长木板 A 的最小长度为  $0.5\text{ m}$ ,A 错误;达到共速的过程中 B 的位移大小是 A 的位移大小的 4 倍,则该过程中 B 的平均速度是 A 的 4 倍,可得  $\frac{v_0+v}{2}=4\times\frac{v}{2}$ ,即共同速度  $v=\frac{v_0}{3}=\frac{1}{3}\text{ m/s}$ ,可知 B 的加速度  $a_B=\frac{v_0-v}{t}=\frac{2}{3}\text{ m/s}^2$ ,又  $a_B=\mu g$ ,所以 A、B 间的动摩擦因数为  $\frac{1}{15}$ ,B 错误;A 的加速度  $a_A=\frac{v}{t}=\frac{1}{3}\text{ m/s}^2$ ,又  $a_A=\frac{\mu mg}{m_A}$ ,解得  $m_A=4\text{ kg}$ ,达到共速的过程中 A 的动能增加  $\Delta E_k=\frac{1}{2}m_A v^2=\frac{2}{9}\text{ J}$ ,C 正确;当 B 的速度足够大时,在达到共速前 B 就滑出木板 A,此时再增加滑块 B 的初速度,根据能量守恒可知,系统机械能的减少量等于系统在该过程产生的内能,整个过程系统产生的内能等于  $fL$ ,故整个过程系统机械能的减少量不变,D 错误。

7. 【答案】D

【解析】由  $P=Fv$  可知  $F=P\frac{1}{v}$ ,结合图乙可知拉力的功率恒为  $4\text{ W}$ ,A 错误;杆匀速时,根据  $F=BIL, I=\frac{E}{R+r}, E=BLv_m, P=Fv_m$ ,联立解得  $v_m=4\text{ m/s}$ ,B 错误;当速度为  $3\text{ m/s}$  时,由牛顿第二定律有  $F-F_{安}=ma$ ,结合  $P=Fv, F_{安}=$

$BI_1L, I_1 = \frac{E_1}{R+r}, E = BLv_1$ , 解得  $a = \frac{35}{12} \text{ m/s}^2$ , C 错误; 由能量关系  $Pt - W_{安} = \frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2}mv_0^2, 2Q_R = W_{安}$ , 解得  $Q_R = 3.25 \text{ J}$ , D 正确.

二、选择题: 本题共 3 小题, 每小题 6 分, 共 18 分. 在每小题给出的四个选项中, 有多项符合题目要求. 全部选对的得 6 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分.

8. 【答案】BC

【解析】开关接 1 时, 电容器处于充电状态, 则有  $U = E - Ir$ , 开关接 2 时, 电容器处于放电状态, 则有  $U = IR$ , 故开关接 1 时的图线应为  $b$ , A 错误; 结合图线  $b$  可知, 电源电动势为  $1.5 \text{ V}$ , B 正确; 电源内阻  $r = \frac{1.5 - 0.5}{0.5} \Omega = 2.0 \Omega$ , C 正确; 根据图线  $a$  可知, 定值电阻的阻值  $R = \frac{1.5}{0.45} \Omega = \frac{10}{3} \Omega$ , D 错误.

9. 【答案】ABD

【解析】A、C 碰撞动量守恒得  $m_C v_0 = (m_A + m_C) v_{AC}$ , 解得  $v_{AC} = \frac{v_0}{2}$ , 第一次 ABC 共速时弹簧压缩量最大, A、B、C 组成系统为研究对象, 则  $(m_A + m_C) v_{AC} = (m_A + m_B + m_C) v_1$ ,  $E_{p1} = \frac{1}{2}(m_A + m_C) v_{AC}^2 - \frac{1}{2}(m_A + m_B + m_C) v_1^2$ , 解得  $E_{p1} = \frac{3mv_0^2}{20}$ , A 正确; A 与 C 碰后至弹簧第一次恢复原长为研究过程, A、B、C 组成系统为研究对象, 系统动量守恒, 有  $(m_A + m_C) v_{AC} = (m_A + m_C) v_2 + m_B v_3$ , 系统机械能守恒, 有  $\frac{1}{2}(m_A + m_C) v_{AC}^2 = \frac{1}{2}(m_A + m_C) v_2^2 + \frac{1}{2}m_B v_3^2$ , 可得  $v_2 = -\frac{v_0}{10}, v_3 = \frac{2v_0}{5}$ , B 正确, C 错误; 弹簧第一次恢复原长时 A、C 正在向右运动, 此后 C 将一直向右匀速运动, A 先向右减速到 0, 再向左加速至与 B 共速时弹簧的伸长量最大, 该过程 A、B 组成的系统动量守恒、机械能守恒, 所以有  $m_A v_2 + m_B v_3 = (m_A + m_B) v_4$ ,  $E_{p2} = \frac{1}{2}m_A v_2^2 + \frac{1}{2}m_B v_3^2 - \frac{1}{2}(m_A + m_B) v_4^2$ , 联立解得  $E_{p2} = \frac{3}{32}mv_0^2$ , D 正确.

10. 【答案】BC

【解析】当开关 S 断开时, 设电流表示数为  $I_0$ 、副线圈的电阻为  $R_0$ , 对原线圈分析有, 根据闭合电路的欧姆定律有  $U_0 = U_1 + I_0 R_1$ , 根据电流与匝数的关系有  $\frac{I_0}{I_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{2}$ , 解得  $I_2 = 2I_0$ , 则副线圈的电压  $U_2 = I_2 R_0 = 2I_0 R_0$ , 根据电压与匝数的关系有  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{2}{1}$ , 解得  $U_1 = 2U_2 = 4I_0 R_0$ , 联立可得  $U_0 = 4I_0 R_0 + I_0 R_1$ ; 当开关 S 闭合时, 电流表的示数为  $I = \frac{3I_0}{2}$ , 副线圈的电阻为  $\frac{R_0}{2}$ , 对原线圈分析有, 根据闭合电路的欧姆定律有  $U_0 = U_1' + \frac{3I_0}{2} R_1$ , 根据电流与匝数的关系有  $\frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{2}$ , 解得  $I_2' = 3I_0$ , 则副线圈的电压  $U_2' = I_2' \cdot \frac{R_0}{2} = \frac{3}{2} I_0 R_0$ , 根据电压与匝数的关系有  $\frac{U_1'}{U_2'} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{2}{1}$ , 解得  $U_1' = 2U_2' = 3I_0 R_0$ , 联立可得  $U_0 = 3I_0 R_0 + \frac{3I_0}{2} R_1$ , 即有  $U_0 = 4I_0 R_0 + I_0 R_1 = 3I_0 R_0 + \frac{3I_0}{2} R_1$ , 解得  $R_1 = 2R_0 = 20 \Omega$ , A 错误; 根据  $U_0 = 3I_0 R_0 + \frac{3I_0}{2} R_1$ , 可得  $U_0 = 6I_0 R_0 = 120 \text{ V}$ , B 正确; 开关 S 断开时, 副线圈的电流为  $I_2 = 2I_0$ , 则定值电阻  $R_2$  消耗的电功率为  $P = I_2^2 R_0 = 4I_0^2 R_0 = 160 \text{ W}$ , C 正确; 开关 S 闭合时, 电流为  $\frac{3I_0}{2}, U_0 = 6I_0 R_0$ , 则正弦交流电源  $U$  的输出功率为  $P = U_0 \cdot \frac{3I_0}{2} = 9I_0^2 R_0 = 360 \text{ W}$ , D 错误.

三、非选择题: 本题共 5 小题, 共 54 分.

11. 【答案】(8 分)

(1) AC (2 分, 选对 1 个得 1 分, 有错选不得分)

(2) 0.51 (2 分)

(3) 大 (2 分)

(4) B (2 分)

【解析】(1) 为了使小车受到的合力为细绳的拉力, 应平衡摩擦力, 因此实验前需要将带滑轮的长木板右端垫高, 以补偿阻力, A 正确; 由题图可知, 细绳上的拉力大小由弹簧测力计读出, 若槽码质量标数不清, 不需要用天平测出槽码的质量, B 错误; 为了充分利用纸带, 获取更多的数据, 实验时小车应靠近打点计时器, 应先接通电源, 待打点计时器打点稳定后再释放小车, C 正确; 细绳上的拉力大小由弹簧测力计读出, 因此实验中不需要保证槽码的质量远小于小车的质量, D 错误.

(2) 相邻两计数点的时间间隔为  $T = 5 \times \frac{1}{f} = 5 \times \frac{1}{50} \text{ s} = 0.1 \text{ s}$ , 根据逐差法求出小车的加速度大小为  $a = \frac{x_{CE} - x_{AC}}{(2T)^2} = 0.51 \text{ m/s}^2$ .

(3) 如果打点频率变小, 则打点周期变大, 时间的测量值比真实的时间小, 导致加速度的测量值偏大.

(4) 根据牛顿第二定律  $F = Ma$ , 得  $M = 1 \text{ kg}$ . 只有 B 正确.

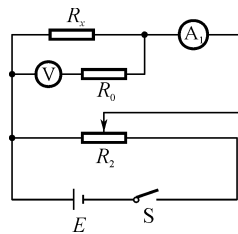
12. 【答案】(8 分)

(1)  $\times 10$  60 (每空 1 分)

(2) ①  $R_2$  (2 分) ② 如图所示 (2 分) ③ 50.0 (2 分)

【解析】(1) 当用“ $\times 100$ ”挡时指针偏转角度过大, 所测电阻阻值较小, 选择的挡位太大, 应该换用“ $\times 10$ ”挡位; 指针静止时位于“②”位置, 其读数为  $6.0 \times 10 \Omega = 60 \Omega$ .

(2) ① 实验中欲多测几组数据, 滑动变阻器  $R$  应选  $R_1$  或  $R_2$  且为分压接法, 又由于要保证通过滑动变阻器的电流不超过  $0.50 \text{ A}$ , 由  $I_m = \frac{E}{R_1 + r} > 0.5 \text{ A}$ , 故选  $R_2$ .



② 由于电源电动势是  $3 \text{ V}$ , 电压表量程是  $1.0 \text{ V}$ , 所以用电压表与  $R_0$  串联, 改装成量程为  $U_{\text{量}} = \frac{R_V + R_0}{R_V} U = 3 \text{ V}$  的电压表, 通过电阻的最大电流  $I = \frac{3}{60} \text{ A} = 0.05 \text{ A}$ , 所以电流表选用  $\text{A}_1$ , 改装后的电压表内阻已知, 电流表采用外接法, 电路图如图所示.

③ 电压表示数  $U = 0.80 \text{ V}$ , 则改装后的电压表的电压  $U_0 = 3U = 2.4 \text{ V}$ , 通过  $R_x$  的电流  $I_0 = I - \frac{U}{R_V} = 0.0480 \text{ A}$ , 所以  $R_x$  的真实值  $R_x = \frac{U_0}{I_0} = 50.0 \Omega$ .

13. 【答案】(8 分) (1)  $\frac{mg}{2}$  (2)  $F = \frac{3 + 2\sqrt{3}}{6} mg$

【解析】(1) 物块受重力  $2mg$ , 弹性绳的弹力  $F_{\text{弹}}$  和地面的支持力  $N$ , 根据平衡条件有  $N + F_{\text{弹}} = 2mg$  (1 分)

设弹性绳的形变量为  $\Delta L$ , 劲度系数为  $k$ , 弹性绳与竖直方向的夹角为  $\theta$ , 由几何关系可得  $F_{\text{弹}} \cos \theta = k \Delta L \cos \theta$  (1 分)

当质量为  $m$  的小物块静止时, 绳子竖直, 物块恰好与地面没有挤压作用, 可知  $kh = mg$

又  $\Delta L \cos \theta = h$

联立解得  $N = mg$  (1 分)

物块沿水平方向缓慢向右运动过程中与地面间的摩擦力  $f = \mu N$  (1 分)

解得  $f = \frac{mg}{2}$  (1 分)

(2) 水平方向, 根据平衡条件可得  $F = F_{\text{弹}} \sin \theta + f$

联立解得  $F = mg \tan \theta + f$  (1 分)

物块的位移大小刚好等于弹性绳的伸长量的一半时,  $\theta = 30^\circ$  (1 分)

则  $F = \frac{\sqrt{3}}{3} mg + \frac{1}{2} mg = \frac{3 + 2\sqrt{3}}{6} mg$  (1 分)

14. 【答案】(14 分) (1)  $v_{A1} = \frac{4}{9} \text{ m/s}$   $v_{B1} = \frac{16}{9} \text{ m/s}$  (2) 0 (3)  $\frac{32}{45} \left(1 - \frac{1}{9^n}\right) \text{ m}$

【解析】(1) 对物块 A 有  $\mu_A = \tan \theta$ , 因此沿斜面向下做匀速直线运动

A 与 B 发生第一次弹性碰撞, 有  $m_A v_0 = m_A v_{A1} + m_B v_{B1}$  (1 分)

$\frac{1}{2} m_A v_0^2 = \frac{1}{2} m_A v_{A1}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{B1}^2$  (1 分)

得  $v_{A1} = \frac{4}{9} \text{ m/s}$  (1 分)

$v_{B1} = \frac{16}{9} \text{ m/s}$  (1 分)

(2) 对物块 B 分析, 撞后沿斜面匀减速下滑的加速度  $a = \mu g \cos \theta - g \sin \theta = 2.5 \text{ m/s}^2$  (1 分)

减速至停止的位移为  $x_1 = \frac{v_{B1}^2}{2a} = \frac{16^2}{5 \times 9^2} \text{ m}$ , 所用时间  $t = \frac{v_B}{a} = \frac{32}{45} \text{ s}$  (1 分)

由于  $x_A = v_{A1} t = \frac{128}{5 \times 9^2} < x_1$ , 所以 A 将在 B 停止后与其发生下一次碰撞, 即 A、B 发生第二次碰撞前瞬间 B 的速度大小

为 0 (2 分)

(3) A 与 B 发生第二次弹性碰撞有  $m_A v_{A1} = m_A v_{A2} + m_B v_{B2}$

$$\frac{1}{2} m_A v_{A1}^2 = \frac{1}{2} m_A v_{A2}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{B2}^2$$

$$\text{得 } v_{A2} = \frac{4}{3^3} \text{ m/s}, v_{B2} = \frac{16}{3^3} \text{ m/s} \quad (2 \text{ 分})$$

依次分析可得, A 与 B 发生第  $n$  次弹性碰撞  $v_{An} = \frac{4}{3^{n+1}} \text{ m/s}, v_{Bn} = \frac{16}{3^{n+1}} \text{ m/s}$  (1 分)

对物块 B 分析得, 撞后沿斜面匀减速下滑至停止的位移为  $x_n = \frac{v_{Bn}^2}{2a} = \frac{16^2}{5 \times 9^{n+1}} \text{ m}$  (1 分)

A、B 从第一次碰撞后到第  $(n+1)$  次碰撞前 ( $n > 1$  且  $n$  非无穷大), B 的位移大小  $x = x_1 + x_2 + \dots + x_n$

$$\text{解得 } x = \frac{32}{45} \left(1 - \frac{1}{9^n}\right) \text{ m} \quad (2 \text{ 分})$$

15. 【答案】(16 分) (1)  $\frac{5v_0}{2kE}$  (2)  $\frac{\sqrt{13}}{2}v_0$  (3)  $\frac{16E}{15v_0}$  (4)  $\frac{15n(n-1)v_0^2}{8kE}$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ )

【解析】(1) 作出粒子运动轨迹如图所示

在电场中, 粒子在  $y$  轴方向上做匀变速直线运动, 则有

$$-Eq \sin 53^\circ = ma_y, 0 = v_0 t + \frac{1}{2} a_y t^2, v_y = v_0 + a_y t \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得 } t = \frac{5v_0}{2kE} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 在电场中, 粒子在  $x$  轴方向上做匀加速直线运动, 则有

$$Eq \cos 53^\circ = ma_x, v_x = a_x t \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{粒子在 A 点速度 } v_1 = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_1 = \frac{\sqrt{13}}{2} v_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$(3) OA \text{ 间距离 } x_1 = \frac{1}{2} a_x t^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{令 A 点速度与 } x \text{ 轴正方向夹角为 } \theta, \text{ 则有 } \tan \theta = \frac{v_y}{v_x} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{令粒子在磁场中运动的半径为 } r_1, \text{ 由几何关系有 } \sin \theta = \frac{x_1}{r_1} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{根据牛顿第二定律有 } qv_1 B = m \frac{v_1^2}{r_1} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } B = \frac{16E}{15v_0} \quad (1 \text{ 分})$$

(4) 根据圆周运动的对称性, 粒子每次进入电场时的竖直速度均为  $v_0$ , 每次在电场中的运动时间均为  $t$ , 粒子下一次进入电场时  $x$  轴方向上的速度等于上一次离开电场时  $x$  轴方向上的速度, 所以, 粒子在电场中的运动可看作一段连续的匀变速直线运动, 则有  $x_{\text{电}} = \frac{1}{2} a_x (nt)^2$  (1 分)

粒子每次进入磁场时  $y$  轴方向的速度为  $-v_0$ , 设合速度与  $-v_0$  的夹角为  $\alpha$ , 则合速度大小  $v = \frac{v_0}{\cos \alpha}$

$$\text{粒子在磁场中运动, 根据牛顿第二定律有 } qvB = m \frac{v^2}{r} \quad (1 \text{ 分})$$

由几何关系得粒子在磁场中运动沿  $x$  轴的位移为  $x_{\text{磁}} = 2r \cos \alpha$  (1 分)

粒子第  $n$  次从磁场进入电场时的坐标  $x = x_{\text{电}} - n x_{\text{磁}}$  (1 分)

$$\text{联立解得 } x = \frac{15n(n-1)v_0^2}{8kE} \quad (n=1, 2, 3, \dots) \quad (2 \text{ 分})$$

