

物理参考答案

一、选择题(本题共 6 小题,每小题 4 分,共 24 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)

题号	1	2	3	4	5	6
答案	B	D	C	C	C	D

1. B 【解析】A. 比结合能的大小反映原子核的稳定程度,比结合能越大的原子核越稳定,故 A 错误;B. 发生 α 衰变时,电荷数少 2,则质子数少 2,质量数少 4,则中子数少 2,故 B 正确;C. 卢瑟福通过分析 α 粒子散射实验结果,建立了原子的核式结构模型,并没有提出中子的存在,故 C 错误;D. 根据一次 α 衰变,质量数减小 4,质子数减小 2,而一次 β 衰变,质量数不变,质子数增加 1,因此铀核 ${}_{92}^{238}\text{U}$ 衰变为铅核 ${}_{82}^{208}\text{Pb}$ 的过程中,质量数减少 32,因此要经过 8 次 α 衰变,而质子数只减少 10,所以发生 6 次 β 衰变,故 D 错误。故选 B。

2. D 【解析】对比题图 2 和题图 3 可知,改变实验条件后,条纹间距变小,根据条纹间距公式 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 可知,可能是减小了双缝到光屏的距离,可能是换用了波长更短(频率更高)的光,紫光波长更短,也可能是增大了双缝之间的距离。故选 D。

3. C 【解析】A. 根据左手定则,可知负电荷向上偏,故 M 点电势低于 N 点电势,故 A 错误;

B. 由题可得,血液流量 $Q = Sv = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 v$,解得 $v = \frac{4Q}{\pi d^2}$,故 B 错误;

C. 稳定时,粒子所受洛伦兹力等于所受的电场力,则有 $qBv = qE = q\frac{U}{d}$,解得 $U = \frac{4BQ}{\pi d}$,故 C 正确;

D. 根据 $U = \frac{4BQ}{\pi d}$,可知 M、N 两点间的电势差 U 与血液中粒子的浓度无关,故 D 错误。故选 C。

4. C 【解析】A. 若调节滑片使光电流为零,需要施加反向电压,即电源左侧应该为正极,故 A 错误;

B. 这些氢原子跃迁时最多发出 $C_4^2 = 6$ 种频率的光,故 B 错误;

C. 由题图甲可知光子的能量为

$$E = E_4 - E_1 = -0.85 \text{ eV} - (-13.6 \text{ eV}) = 12.75 \text{ eV}$$

由题图丙可知遏止电压为 7 V,所以光电子的初动能为

$$E_k = eU_c = 7 \text{ eV}$$

根据爱因斯坦光电效应,所以金属材料的逸出功为

$$W_0 = E - E_k = 5.75 \text{ eV}$$

故 C 正确;

D. 氢原子从 $n=4$ 能级跃迁到 $n=2$ 能级时,氢原子能量减小,库仑力做正功,核外电子动能增加,故 D 错误。

故选 C。

5. C 【解析】CD. 设物块离开木板时的速度为 v_1 ,此时木板的速度为 v_2 ,由题可知

$$v_1 > v_2$$

设物块的对地位移为 x_1 ,木板的对地位移为 x_2 ,根据能量守恒有

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 + fL$$

解得

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}Mv_2^2 - fL < \frac{1}{2}mv_0^2 - fL$$

故 C 正确, D 错误;

AB. 因摩擦产生的热量为

$$Q = fL = f(x_1 - x_2)$$

根据运动学公式

$$x_1 = \frac{v_0 + v_1}{2}t$$

$$x_2 = \frac{v_2}{2}t$$

由于 $v_0 > v_1 > v_2$

所以 $x_1 > 2x_2$

故 $x_1 - x_2 = L > x_2$

故 $W = fx_2 < fL$

故 AB 错误。故选 C。

6. D 【解析】A. 小球与小车组成的系统在水平方向所受合外力为零, 系统在水平方向上动量守恒, 小球与小车组成的系统在竖直方向所受合外力不为零, 系统在竖直方向上动量不守恒, 故 A 错误;

B. 小球与小车组成的系统水平方向动量守恒, 系统水平方向动量为零, 小球离开小车时两者在水平方向速度相等, 则小球离开小车时小球与小车水平方向速度均为零, 小球离开小车后做竖直上抛运动, 故 B 错误;

C. 当小球向右运动时, 设任一时刻小球速度的水平分量大小为 v , 小车的速度大小为 v' , 以向右为正方向, 根据系统水平方向动量守恒, 得

$$mv - 2mv' = 0$$

$$\text{即 } v = 2v'$$

则小球在水平方向的位移大小 x 等于小车在水平方向的位移大小 x' 的 2 倍, 即

$$x = 2x'$$

$$\text{又 } x + x' = 2R$$

解得小车向左运动的最大距离

$$x' = \frac{2}{3}R$$

故 C 错误;

D. 小球第一次在车中运动过程中, 设小球克服摩擦力做的功为 W_1 , 由功能关系得

$$W_1 = mg\left(h_0 - \frac{3}{4}h_0\right) = \frac{1}{4}mgh_0$$

小球第二次在车中运动过程中, 对应位置处速度变小, 小车对小球的弹力变小, 小球克服摩擦做的功

$$W_2 < W_1$$

设小球第二次能上升的最大高度为 h , 根据功能关系可得

$$mg\left(\frac{3}{4}h_0 - h\right) < \frac{1}{4}mgh_0$$

解得

$$\frac{1}{2}h_0 < h$$

由于要克服摩擦力做功, 因此即小球第二次能上升的最大高度肯定小于第一次上升的最大高度, 故第二次能上升的最大高度 h 满足

$$\frac{1}{2}h_0 < h < \frac{3}{4}h_0$$

故 D 正确。故选 D。

二、选择题(本题共4小题,每小题5分,共20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5分,选对但不全的得3分,有选错的得0分)

题号	7	8	9	10
答案	AD	BC	BC	AB

7. AD 【解析】A. 由图甲可知, $0 \sim t_1$ 时间内, A、B、C 三物体做直线运动的位移相同, 则三物体的平均速度均为

$$v = \frac{s_1}{t_1}, 0 \sim t_1 \text{ 时间内三物体的平均速度相等, 故 A 正确;}$$

B. 根据 $v^2 - v_0^2 = 2ax$

可知 $v^2 - x$ 图像的斜率的绝对值等于 $2a$, 所以乙图中 $x_1 \sim 2x_1$ 物体的加速度大小为

$$a = \frac{|k|}{2} = \frac{v_0^2}{2x_1}$$

故 B 错误;

C. 根据 $\Delta v = at$

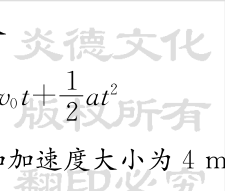
知阴影面积表示 $t_1 \sim t_2$ 时间内物体的速度变化量的大小, 故 C 错误;

D. 根据丁图可知

$$\frac{x}{t} = 2t + 2$$

整理得

$$x = 2t^2 + 2t$$

结合 

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

可知加速度大小为 4 m/s^2 , 故 D 正确。故选 AD。

8. BC 【解析】A. 由于在从 $t=0$ 到 $t=0.1 \text{ s}$ 的时间内, 平衡位置在 $x=7 \text{ m}$ 处的质点通过的路程为 35 cm , 说明 $t=0$ 时刻该质点正沿 y 轴正向运动, 根据波动与振动的关系可知, 波沿 x 轴负方向传播, 故 A 错误;

B. 由题意知 $\frac{7}{4} T = 0.1 \text{ s}$

解得周期 $T = \frac{2}{35} \text{ s}$

由图像知波长 $\lambda = 8 \text{ m}$, 波传播的速度 $v = \frac{\lambda}{T} = 140 \text{ m/s}$

故 B 正确;

C. $t=0$ 时刻, 由同侧法可知平衡位置在 $x=0$ 处质点正沿 y 轴正向运动, 加速度指向平衡位置, 故 C 正确;

D. 平衡位置相距波长整数倍的两个质点相位相同, 由题意知平衡位置在 $x=8 \text{ m}$ 和平衡位置在 $x=10 \text{ m}$ 的两质点距离为 $\frac{1}{4} \lambda$, 故两个质点相位不相同, 故 D 错误。故选 BC。

9. BC 【解析】A. 从 c 到 d 为绝热膨胀, 有 $Q=0$, 外界对气体做功 $\Delta W < 0$, 根据热力学第一定律, 可知 $\Delta U < 0$, 即内能减少, 温度降低, 状态 c 的温度高于状态 d 的温度; 从 d 到 a , 体积不变, 由查理定律

$$C = \frac{p}{T}$$

可知压强减小, 则温度降低, 则状态 d 的温度高于状态 a 的温度, 可得状态 c 的温度高于状态 a 的温度, A 错误;

B. 在 $a \rightarrow b$ 过程中为绝热压缩, 外界对气体做功 $\Delta W > 0$, $Q=0$, 根据热力学第一定律, 可知

$$\Delta U = \Delta W$$

即外界对其做的功全部用于增加内能, 而 $p-V$ 图线与坐标轴所围面积表示外界对气体做功, 所以在 $a \rightarrow b$ 过程中增加的内能在数值上等于 $abefa$ 所围的“面积”, B 正确;

CD. 从 $b \rightarrow c$ 过程系统从外界吸收热量, 从 $c \rightarrow d$ 系统对外做功, 从 $d \rightarrow a$ 系统放出热量, 从 $a \rightarrow b$ 外界对系统做功, 根据 $p-V$ 图像“面积”即为气体做功大小, 可知 c 到 d 过程气体对外界做功, 图像中 $b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$ 围成的图形的面积为气体对外界做的功, 整个过程气体内能变化为零, 则

$$Q_{\text{吸}} - Q_{\text{放}} > 0$$

即在一次循环过程中吸收的热量大于放出的热量, 则 $b \rightarrow c$ 过程中增加的内能大于 $d \rightarrow a$ 过程中减少的内能, C 正确、D 错误。故选 BC。

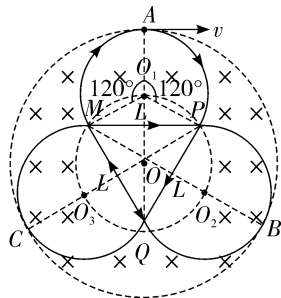
10. AB 【解析】根据洛伦兹力提供向心力, 有

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

可得电子的运动半径为

$$r = R$$

依题意, 可作出粒子的运动轨迹如图所示



A. 带电粒子从 A 点出发第一次到达小圆边界上时, 由几何知识可得此时粒子在磁场中运动轨迹所对圆心角为 120° , 则粒子运动的路程为

$$s = \frac{1}{3} \times 2\pi R = \frac{2}{3} \pi R$$

故 A 正确;

B. 粒子第 1 次回到 A 点, 由几何知识可得粒子在磁场运动的总时间为

$$t_1 = 3 \times \frac{2}{3} T = 2T = \frac{4\pi m}{qB}$$

在无磁场区域运动的总时间为

$$t_2 = 3 \times \frac{L}{v} = 3 \times \frac{2R \cos 30^\circ}{v} = \frac{3\sqrt{3}m}{qB}$$

则粒子第 1 次回到 A 点运动的时间为

$$t = t_1 + t_2 = \frac{(4\pi + 3\sqrt{3})m}{qB}$$

故 B 正确;

C. 由几何知识, 可得粒子第一次回到 A 点运动路程

$$s_0 = 3 \times \frac{2}{3} \times 2\pi R + 3L = (4\pi + 3\sqrt{3})R$$

则粒子第 5 次回到 A 点时, 运动的总路程为

$$s = 5s_0 = (20\pi + 15\sqrt{3})R$$

故 C 错误;

D. 由以上选项分析可知, 粒子能回到 A 点, 故 D 错误。故选 AB。

三、非选择题(本题共 5 小题, 共 56 分)

11. (每空 2 分, 共 6 分)

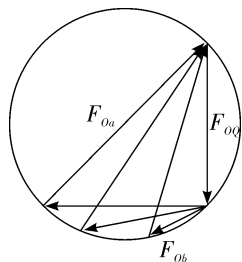
(1)A (2)5.80 (3)A

【解析】(1)验证力的平行四边形定则的实验采用等效替代法。

故选 A。

(2) 弹簧测力计 a 的示数为 5.80 N 。

(3) 整个转动的过程中, 重物 Q 对 O 点的拉力 F_{OQ} 与 Q 重力相等, 保持不变, 三个力的矢量三角形如图所示



由图可知 F_{Oa} 和 F_{Ob} 都逐渐减小。

故选 A。

12. (每空 2 分, 共 10 分)

(1) R_6 R_3 R_1 (2) 6.10 (6.1 也给分) (3) 1.05 ($1.02 \sim 1.08$ 均可)

【解析】(1) 电压表串联定值电阻 R_5 时, 由电压表的改装原理可知, 改装后电表的量程为

$$U_1 = \frac{U_g}{R_V} (R_V + R_5)$$

解得

$$U_1 = 10\text{ V}$$

同理, 电压表串联定值电阻 R_6 时, 改装后电压表量程为

$$U_2 = 15\text{ V}$$

分析可知 R_{r1} 应选择 R_6 ;

电流表与定值电阻 R_3 并联时, 由电流表的改装原理可知, 改装后电流表的量程为

$$I_1 = I_g + \frac{I_g R_A}{R_3}$$

解得

$$I_1 = 0.6\text{ A}$$

同理, 电流表并联定值电阻 R_4 时, 改装后电流表量程为

$$I_2 = 330\text{ mA}$$

分析可知 R_{r2} 应选择 R_3 ;

描绘电学元件的伏安特性曲线时, 电流和电压应从零开始调节, 滑动变阻器采用分压接法, 为了方便调节, 滑动变阻器应选择 R_1 。

(2) 由(1)中分析可知, 当电流表的示数为 100 mA 时, 流过电学元件 L 的电流为

$$I_L = 0.2\text{ A}$$

电压表的读数为 0.44 V 时, 电学元件 L 两端的电压为

$$U_L = (0.44 \times 3 - 0.1 \times 1)\text{ V} = 1.22\text{ V}$$

电学元件 L 的阻值为

$$R_L = \frac{U_L}{I_L} = \frac{1.22}{0.2}\ \Omega = 6.10\ \Omega$$

(3) 设并联部分电路两端的电压为 U , 流过一个元件的电流为 I , 有

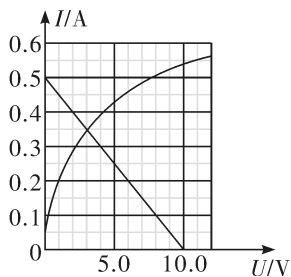
$$U = E_0 - 2I(R_0 + r)$$

代入数据得

$$I = 0.5 - \frac{U}{20}\text{ (A)}$$

在图乙中画出此图线如图所示, 可得 L_1 的功率

$$P = 3.0 \times 0.35\text{ W} = 1.05\text{ W}$$



13. (10分)【解析】(1)弹簧刚好处于原长,对活塞,由平衡条件得

$$p_0 S + mg = p_1 S \quad \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

代入数据解得

$$p_1 = 1.2 \times 10^5 \text{ Pa} \quad \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

(2)打开阀门 K 活塞稳定时汽缸内气体的压强

$$p_2 = p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

设弹簧的伸长量为 x ,对活塞,由平衡条件得

$$mg = kx \quad \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

代入数据解得

$$x = 0.2 \text{ m}$$

缸内气体初状态的压强

$$p_1 = 1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

体积

$$V_1 = hS = 0.30 \times 0.005 \text{ m}^3 = 1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

气体温度不变,由玻意耳定律得

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

代入数据解得,气体的体积

$$V_2 = 1.8 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

当活塞稳定时

$$\frac{m_{\text{剩}}}{m_{\text{原}}} = \frac{(h-x)S}{V_2} = \frac{(0.30-0.2) \times 0.005}{1.8 \times 10^{-3}} = \frac{5}{18} \quad \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

14. (14分)【解析】(1)设绳断后小球飞行时间为 t_1 ,小球做平抛运动,竖直方向

$$\frac{1}{4}d = \frac{1}{2}gt_1^2$$

水平方向

$$d = v_1 t_1$$

解得

$$v_1 = \sqrt{2gd} \quad \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

小球落地时在竖直方向的分速度为 v_y ,则

$$v_y^2 = 2g \cdot \frac{d}{4} \quad \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

小球落地速度

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + v_y^2}$$

所以

$$v_2 = \sqrt{\frac{5}{2}gd} \quad \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

(2) 小球在最低点, 根据牛顿第二定律

$$T - mg = m \frac{v_1^2}{R}, R = \frac{3d}{4} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

解得轻绳对小球拉力大小

$$T = \frac{11}{3} mg \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

据牛顿第三定律得, 轻绳能承受的最大拉力

$$T_m = \frac{11}{3} mg$$

(3) 小球在最低点, 根据牛顿第二定律

$$T_m - mg = m \frac{v_0^2}{L} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

绳断后做平抛运动, 竖直方向

$$d - L = \frac{1}{2} g t_2^2 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

水平方向

$$x = v_0 t_2$$

解得

$$x = \sqrt{\frac{16L(d-L)}{3}} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

由数学关系得, 当 $L = \frac{d}{2}$ 时

$$x_m = \sqrt{\frac{4}{3}} d = \frac{2\sqrt{3}}{3} d \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

15. (16分) 【解析】(1) 若单刀双掷开关接定值电阻 R , 由牛顿第二定律

$$BI_0 L + mg \sin 37^\circ = ma_0 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$I_0 = \frac{E_0}{2R} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$E_0 = BLv_0 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

联立解得导体棒的初始加速度大小

$$a_0 = 11 \text{ m/s}^2 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

(2) 若单刀双掷开关接定值电阻 R , 则上升到最高点时由动量定理

$$-B \overline{I_1} L t_1 - mg \sin \theta \cdot t_1 = 0 - mv_0 \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

其中

$$\overline{I_1} t_1 = \frac{BLs}{2R}$$

由最高点下落到初始位置时由动量定理

$$mg \sin \theta \cdot t_2 - B \overline{I_2} L t_2 = mv_1 \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

其中

$$\overline{I_2} t_2 = \frac{BLs}{2R}$$

$$\text{又 } t_1 + t_2 = 1.1 \text{ s}$$

联立解得

$$v_1 = 2.6 \text{ m/s} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

(3) 初始时刻回路产生的动生电动势

$$E_0 = 0.4 \text{ V} < E$$

导体棒中的电流方向为从 M 到 N , 电流为

$$I = \frac{E - E_0}{R + r} = \frac{2}{3} \text{ A}$$

此时安培力小于重力的分量, 导体棒做加速度减小的减速运动, 当导体棒的速度达到最小值 v_{\min} 时, 加速度为零, 则

$$mg \sin \theta = \frac{E - BLv_{\min}}{R + r} \cdot BL$$

解得

$$v_{\min} = 2.4 \text{ m/s} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

导体棒从出发至速度减小到最小值的过程中由动量定理

$$mv_{\min} - mv_0 = \sum IBL\Delta t - mgt \sin \theta$$

即

$$mv_{\min} - mv_0 = BLq - mgt \sin \theta$$

解得

$$q = 2.08 \text{ C} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

由于

$$q = \sum \frac{E - BLv}{R + r} \Delta t = \frac{Et}{R + r} - \frac{BLx'}{R + r}$$

解得

$$x' = 5.76 \text{ m} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

电源非静电力做功

$$W_{\text{非}} = Eq$$

导体棒动能变化

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_{\min}^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

导体棒重力势能的变化

$$\Delta E_p = mgx' \sin \theta$$

导体棒与内阻上产生的焦耳热 $Q_{\text{总}}$, 电源 E 非静电力做功等于其他能量的总变化量, 则有

$$W_{\text{非}} = \Delta E_k + \Delta E_p + Q_{\text{总}}$$

导体棒上产生的焦耳热

$$Q = \frac{R}{R + r} \cdot Q_{\text{总}} = 0.44 \text{ J} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$