

物理(五)参考答案

1. B 钍核 ${}_{90}^{232}\text{Th}$ 有90个质子, $232-90=142$ 个中子, A 错误; 钍 233 到铀 233 的过程会释放能量, 故钍 233 的比结合能小于铀 233 的比结合能, B 正确; β 衰变不改变质量数, ${}_{90}^{232}\text{Th}$ 变成 ${}_{82}^{208}\text{Pb}$ 的 α 衰变次数为 $\frac{232-208}{4}=6$, 则 β 衰变次数为 $82-90+2\times 6=4$, C 错误; β 衰变的实质在于核内的中子转化成了一个质子和一个电子, 故 D 错误.
2. C 设 O 点到三个点电荷的距离为 r , 顶点 A, B 分别固定有电荷量相等的正点电荷 $+q, +q$, 两个点电荷在 O 处产生的场强大小均 $E_0 = \frac{kq}{r^2}$, 且夹角为 120° , 则 $E_1 = \frac{kq}{r^2}$; 若在顶点 C 处再固定一个等量的负点电荷 $-q$, 三个点电荷在 O 处产生的场强大小均 $E_0 = \frac{kq}{r^2}$, 根据对称性和几何知识得, 两个 $+q$ 在 O 处产生的合场强为 $E_1 = \frac{kq}{r^2}$, 再与 $-q$ 在 O 处产生的场强合成, 得到 O 点的合场强为 $E_2 = E_0 + E_1 = \frac{2kq}{r^2}$, 则 $\frac{E_1}{E_2} = \frac{1}{2}$, C 正确.
3. D 将光屏稍向左平移后, 光屏上 O 点到两个光源的距离相等, 仍然为中央亮纹中心, 故 A 错误; 将光屏稍向左平移后, 根据 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$, 屏向左平移, L 减小, 可知相邻干涉条纹间距离减小, 原来屏上 P_1 位置是第 6 级亮纹的中心, 所以平移后不可能成为第 5 级亮纹的中心, B 错误; 改用波长 480 nm 的蓝光照射双缝, O 点仍然是亮纹中心, C 错误; 双缝干涉亮纹条件是光程差 $\Delta x = n\lambda$, 设 P_1 处为蓝光的第 k 级亮纹, 有 $6\lambda_1 = k\lambda_2$, 解得 $k=8$, 即改用波长 480 nm 的蓝光照射双缝, P_1 为第 8 级亮纹的中心, D 正确.
4. A 对环受力分析可知, 在拉力到达竖直方向前, 与竖直方向的夹角越来越小, 拉力 F 增大, 经过竖直方向后, 夹角又逐渐变大, 拉力 F 继续增大, 在 A 点求得拉力 F 的最小值 $F_{\min} = \frac{mg}{2\cos\theta} = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$, A 正确.
5. C 由图像可知, 汽车以 2 m/s^2 的加速度匀加速启动, 匀加速运动结束时的速度为 20 m/s , 最终以 30 m/s 做匀速运动, 汽车匀加速所需时间为 $t_1 = \frac{v_1}{a} = \frac{20}{2}\text{ s} = 10\text{ s}$, 无法求出变加速的时间, A 错误; 匀加速运动时, 根据牛顿第二定律可得 $F - f = ma$, 匀加速运动结束时, 有 $P_{\text{额}} = Fv_1$, 汽车做匀速运动时, 有 $P_{\text{额}} = f v_m$, 联立解得 $f = 8 \times 10^3\text{ N}$, $P_{\text{额}} = 2.4 \times 10^5\text{ W}$, B 错误, C 正确; 当汽车加速度为 1 m/s^2 时, 根据牛顿第二定律可得 $F' - f = ma'$, 解得此时牵引力为 $F' = 1 \times 10^4\text{ N}$, 则此时速度为 $v' = \frac{P_{\text{额}}}{F'} = 24\text{ m/s}$, D 错误.
6. D 出现两次引力最大值, 即卫星运动一周, 故卫星的周期为 t , 则卫星从 A 到 B 的时间小于 $\frac{1}{4}t$, A 错误; 卫星在近地点 B 时有 $\frac{GMm}{r_1^2} = 9F$, 卫星在远地点时有 $\frac{GMm}{r_2^2} = F$, 联立解得 $\frac{r_2}{r_1} = \frac{3}{1}$, B 错误; 根据开普勒第二定律, 卫星在近地点 B 与远地点 D 时有 $v_1 \times \Delta t \times r_1 = v_2 \times \Delta t \times r_2$, 联立解得卫星在近地点 B 与远地点 D 的速度之比为 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{3}{1}$, C 错误; 由已知条件知近地点 B 到地心的距离为 $r_1 = 2R$, 卫星的周期为 $T = t$, 该卫星的半长轴为 $4R$, 结合开普勒第三定律 $\frac{GMm}{(4R)^2} = m \cdot 4R \cdot \frac{4\pi^2}{T^2}$, 解得 $M = \frac{256\pi^2 R^3}{Gt^2}$, 由万有引力等于重力, 有 $\frac{GMm}{R^2} = mg$, 解得 $g = \frac{GM}{R^2} = \frac{256\pi^2 R}{t^2}$, 地球的第一宇宙速度为 $v_1 = \sqrt{gR} = \frac{16\pi R}{t}$, D 正确.
7. D 根据楞次定律可知, $0 \sim L$ 的过程中, 磁通量增加, 线框中感应电流为逆时针方向, 在 $L \sim 2L$ 的过程中, 磁通量先减小到 0 后增加, 因磁场方向反向了, 故线框中感应电流为顺时针方向, A 错误; 设当线框在磁场中的位移为 L 时速度为 v_1 , 由动量定理得 $-BL \bar{I}_1 \Delta t_1 = mv_1 - mv_0$, 在 $L \sim 2L$ 的过程中, 有 $-2BL \bar{I}_2 \Delta t_2 = 0 - mv_1$, 其中 $q_1 = \bar{I}_1 \Delta t_1 = \frac{BL^2}{R}$, $q_2 = \bar{I}_2 \Delta t_2 = \frac{2BL^2}{R}$, 联立解得 $v_1 = \frac{4}{5}v_0$, B 错误; 根据能量守恒定律可知线框穿过 $0 \sim L$ 的磁场产生的热量 $Q_1 = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$,

线框穿过 $L \sim 2L$ 的磁场产生的热量 $Q_2 = \frac{1}{2}mv_1^2$, 解得 $Q_1 : Q_2 = 9 : 16$, C 错误; 线框在 $0 \sim L$ 的过程中动量的减少量为

$$\Delta p_1 = BL \bar{I}_1 \Delta t_1 = BL \cdot \frac{BL^2}{R} = mv_0 - mv_1 = mv_0 - m \cdot \frac{4}{5}v_0 = \frac{1}{5}mv_0, \text{ 在 } L \sim 2L \text{ 的过程中动量的减少量为 } \Delta p_2 =$$

$$2BL \bar{I}_2 \Delta t_2 = 2BL \cdot \frac{2BL^2}{R} = mv_1 - 0 = \frac{4}{5}mv_0, \text{ 若线框的初速度为 } 2v_0, \text{ 设线框在磁场中的位移为 } 2L \text{ 时速度为 } v_2, \text{ 则有}$$

$\Delta p_1 + \Delta p_2 = m \cdot 2v_0 - mv_2$, 联立解得 $v_2 = v_0$, D 正确.

8. BC $t = 1.5 \text{ s}$ 时, P 点开始振动, 可知波速 $v = \frac{PS_1}{t} = \frac{3}{1.5} \text{ m/s} = 2 \text{ m/s}$, 周期为 $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0.5 \text{ s}$, 则波长 $\lambda = vT = 1 \text{ m}$, 波源

S_2 传播到 P 点的时间 $t' = \frac{PS_2}{v} = \frac{5}{2} \text{ s} = 2.5 \text{ s}$, 则波源 S_2 传播到 P 点之前 P 点振幅为 10 cm , 振动了 $\Delta t = t' - t = 1 \text{ s} =$

$2T$, 所以波源 S_2 传播到 P 点之前 P 点的路程为 $s_1 = 8A = 80 \text{ cm}$, 两波源到 P 点的波程差 $\Delta x = 5 \text{ m} - 3 \text{ m} = 2 \text{ m}$, 所以波源

S_2 传播到 P 点后 P 点为振动加强点, 振幅为 $A' = 2A = 20 \text{ cm}$, 波源 S_2 传播到 P 点后 P 点又振动了 $\Delta t' = 3 \text{ s} - t' =$

$0.5 \text{ s} = 1T$, 波源 S_2 传播到 P 点后 P 点的路程为 $s_2 = 4A' = 80 \text{ cm}$, 则 $0 \sim 3 \text{ s}$ 内, P 点运动的路程为 $s = s_1 + s_2 = 160 \text{ cm}$,

故 A 错误, B 正确; 设振动减弱点距离 S_1 的距离为 $x \text{ m}$, 则距离 S_2 的距离为 $\sqrt{x^2 + 16} \text{ m}$, 则应满足 $|\sqrt{x^2 + 16} - x| =$

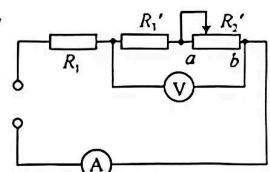
$$(2n+1)\frac{\lambda}{2} = \frac{2n+1}{2} \text{ m} (n=0, 1, 2, \dots), \text{ 可求得 } x = \frac{39}{20} \text{ m}, \frac{15}{28} \text{ m}, \text{ 即两列波叠加后 } S_1 \text{ 与 P 的连线之间(不含 } S_1, \text{ P 两点) 共有 } 2$$

个振动减弱点, 1 个振动加强点故 C 正确, D 错误.

9. CD 题图的电路图可以等效为如图所示电路, 设原线圈两端电压为 U_1 , 副线圈两端电压为

$$U_2, \text{ 又因为理想变压器原、副线圈的功率相等, 有 } \frac{U_1^2}{R_3 + R_2} = \frac{U_2^2}{R_3 + R_2}, \frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}, \text{ 整理有 } R_3 +$$

$$R_2 = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 (R_3 + R_2), \text{ 电源的电压有效值为 } 30 \text{ V}, \text{ 电流表的示数为 } I = \frac{U_{\text{并}}}{R_1 + R_3 + R_2} =$$



1.0 A, 原线圈两端电压的有效值为 $U_{1\text{并}} = U_{\text{并}} - IR_1$, 电压表测量的是副线圈两端的电压, 即 $\frac{U_{1\text{并}}}{U_{2\text{并}}} = \frac{n_1}{n_2}$, 整理有 $U_{2\text{并}} =$

10 V , 故 A、B 错误; 当滑片 P 从 a 向 b 缓慢滑动过程中, 其电阻的阻值减小, 根据电流规律可知, 其总电阻减小, 电流将

增加, 即流过电阻 R_1 的电流变大, 根据 $P = I^2 R$ 可知, 电阻 R_1 不变, 电流变大, 所以功率变大, C 正确; 当滑片在 a 端时,

其等效电阻为 $R_3 + R_2 = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 (R_3 + R_2) = 20 \Omega$, 当滑片在 b 端时, 其等效电阻为 $R_3 = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 R_3 = 4 \Omega$, 可以将电阻

R_1 与电源放在一起, 等效成新电源, 其副线圈输出功率变为新电源的输出功率, 由电源的输出功率的规律可知, 当等效

电阻等于新电源的内阻时, 即等效电阻为 10Ω 时, 其输出功率最大, 所以在滑片从 a 向 b 缓慢滑动的过程中, 其副线圈

的输出功率先增大后减小, 故 D 正确.

10. AD F 未作用时, 设压缩量为 x_0 , 对 A、B 由平衡条件有 $kx_0 = 2mg \sin \alpha$, 由图乙可知 F 作用瞬间, A、B 加速度大小为 a

$$= \frac{3}{16}g, \text{ 此时对 A、B 有 } F - 2mg \sin \alpha + kx_0 = 2ma, \text{ 联立解得 } F = \frac{3}{8}mg, \text{ A 正确; A、B 分离瞬间, A、B 间弹力为 } 0, \text{ 且二者}$$

加速度相等, 对 A 有 $mg \sin \alpha - F = ma_0$, 对 B 有 $mg \sin \alpha - k(x_0 - l) = ma_0$, 联立解得 $k = \frac{5mg}{8l}, a_0 = \frac{1}{8}g$, 故 B 错误, C 错

误; 从 F 作用到 A、B 分离过程, 结合 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 可知图乙“面积”表示“ $\frac{1}{2}v^2$ ”的改变量, 则有 $\frac{a - a_0}{2} \times l = \frac{1}{2}v^2$, 解得

A、B 分离时的速度 v 满足 $v^2 = \frac{gl}{16}$, A、B 分离后, 对 A 有 $mg \sin \alpha - F = ma'$, 解得 $a' = \frac{1}{8}g$, A 还能继续沿斜面向上运动

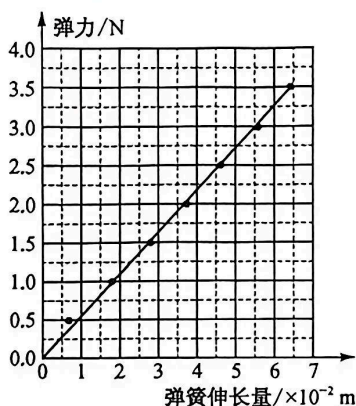
$$x = \frac{v^2}{2a'} = \frac{l}{4}, \text{ 故 D 正确.}$$

11. (1)B(1分) (2)14.60(1分) (3)图见解析(2分) 53/54/55(2分) (4)不变(1分)

解析: (1)实验过程中测量弹簧原长应该使弹簧处于自由下垂状态时测量, A 错误; 实验中要记录弹簧的伸长及所挂钩码的质量, 方便研究弹力与弹簧形变量的关系, B 正确; 每次增加的钩码数量不必相等, 故 C 错误; 通过实验可知, 在弹性限度内, 弹力与弹簧的伸长量成正比, 故 D 错误.

(2)根据刻度尺的读数规则可知, 该读数为 $x = 14.60 \text{ cm}$.

(3)描点作图如图所示:



由胡克定律可知 $k = \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{3.5}{6.5 \times 10^{-2}} \text{ N/m} = 54 \text{ N/m}$.

(4)用完全相同的弹簧做上述实验时,误将弹簧的长度记为 x ,得到的 $F-x$ 图像,根据 $F=k(x-x_0)$,则图像的斜率不变.

12. (1)5.020(1分) 4.700(1分) (2)CAD(1分) (3)5(或5.0)(1分) (4)①A(1分) C(1分) E(1分)
②甲(1分) 小(1分)

解析:(1)由图可知,导电材料的长度为 $L=50 \text{ mm}+4 \times \frac{1}{20} \text{ mm}=50.20 \text{ mm}=5.020 \text{ cm}$;根据螺旋测微器的读数可知,导电材料的直径为 $D=4.5 \text{ mm}+20.0 \times 0.01 \text{ mm}=4.700 \text{ mm}$.

(2)选用“ $\times 10$ ”倍率的电阻挡进行测量,发现多用电表指针偏转过大,说明倍率挡选择的过高,应该换用“ $\times 1$ ”挡,然后将红黑表笔短接,进行欧姆调零,则在重新测量前,按操作顺序依次选择必要的步骤序号为 CAD.

(3)表盘的示数为 $5 \times 1 \Omega = 5 \Omega$.

(4)①依题电源电动势 $E=3.0 \text{ V}$,故电压表选 A,由此估算电路中电流最大值约为 $I_{\max} = \frac{E}{R} = \frac{3.0}{5} \text{ A} = 0.6 \text{ A}$,故电流表选 C;为减小误差,方便操作,故应选阻值较小的滑动变阻器 E.

②为了使导电材料两端电压调节范围更大,滑动变阻器采用分压式接法,因为选取的电压表内阻阻值远大于待测电阻阻值,故电流表采用外接法,故选甲.因为选用的是电流表外接法,由于电压表的分流,使得电流表的示数大于通过导电材料的电流,则电阻测量值偏小,根据 $R = \rho \frac{L}{S}$ 可知,电阻率测量值偏小.

13. 解:(1)初态时封闭气体的压强 $p_1 = p_0 + \frac{mg}{S}$ (1分)

汽缸旋转 180° 后,封闭气体的压强 $p_2 = p_0 - \frac{mg}{S}$ (1分)

这个过程中封闭气体做等温变化,由玻意耳定律有 $L_0 S p_1 = L S p_2$ (2分)

结合 $\frac{mg}{p_0 S} = \frac{1}{2}$ (1分)

解得 $L = 3L_0$ (1分)

(2)汽缸旋转后以 $\frac{1}{4}g$ 的加速度向上做加速运动达到稳定时,设此时汽缸内气体的压强为 p_3 ,对活塞受力分析有

$p_0 S - mg - p_3 S = m \frac{g}{4}$ (1分)

这个过程中封闭气体做等温变化,由玻意耳定律有 $L_0 S p_1 = L' S p_3$ (1分)

结合 $\frac{mg}{p_0 S} = \frac{1}{2}$ (1分)

解得 $L' = 4L_0$ (1分)

14. 解: (1) 乙与丙碰撞前, 以乙为研究对象, 有 $\mu mg = ma_1$ (1分)

乙与丙碰撞后, 乙、甲相对静止, 以乙和甲为研究对象, 则 $\mu mg = 2ma_2$ (1分)

则乙与丙碰撞前后, 乙的加速度大小之比为 $a_1 : a_2 = 2 : 1$ (1分)

(2) 由题意可知乙与丙碰撞前丙、甲相对静止, 乙与丙碰撞后乙、甲相对静止, 丙、甲碰撞后乙、丙相对静止, 乙恰好未从甲上滑下, 则最终三者共速, 设速度为 v , 对全过程

由动量守恒定律 $mv_0 = 3mv$ (2分)

解得 $v = \frac{1}{3}v_0$ (1分)

对全过程, 由功能关系有 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2} \times 3mv^2 + 4\mu mgL$ (2分)

丙、甲碰撞前瞬间, 由动量守恒定律有 $mv_0 = mv_{丙} + 2mv_{甲乙}$ (2分)

从开始到丙、甲碰撞前瞬间, 由功能关系有 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2} \times 2mv_{甲乙}^2 + \frac{1}{2}mv_{丙}^2 + 2\mu mgL$ (2分)

解得 $v_{丙} = \frac{1+\sqrt{2}}{3}v_0$ (1分)

15. 解: (1) 根据题意, 画出粒子的运动轨迹如图所示. 设粒子在磁场中做圆周运动的半径为 R , 由几何关系有 $R = R\cos 60^\circ + l$ (1分)

解得 $R = 2l$ (1分)

由牛顿第二定律有 $qv_0B = m\frac{v_0^2}{R}$ (2分)

解得 $v_0 = \frac{2qBl}{m}$ (1分)

粒子在磁场中运动的周期 $T = \frac{2\pi R}{v_0}$ (1分)

粒子在磁场中运动的时间 $t_1 = \frac{T}{6}$ (1分)

解得 $t_1 = \frac{\pi m}{3qB}$ (1分)

(2) 正点电荷应在轨迹的圆心处, 由牛顿第二定律可知 $\frac{q}{3}v_0B + k \cdot \frac{qq_0}{3R^2} = m\frac{v_0^2}{R}$ (2分)

解得 $q_0 = \frac{16qB^2l^3}{mk}$ (1分)

(3) 由题意可知, 粒子从 N 点离开, 仅在点电荷 q_0 的作用下运动, 粒子所需要的向心力为 $m\frac{v_0^2}{R}$, 大于点电荷提供的库仑力, 因此粒子无法做匀速圆周运动, 即粒子从 N 点离开磁场后绕点电荷 q_0 做椭圆运动

设第一次出现速度方向与 N 点速度方向相反的位置距离圆周运动圆心的距离为 d , 椭圆运动的半长轴可表示为

$a = \frac{R+d}{2}$ (1分)

粒子从 N 点射出磁场, 到速度第一次出现方向与 N 点速度方向相反, 所用时间为椭圆运动的半个周期, 类比开普勒第三定律, 在库仑力作用下半长轴为 a 的椭圆运动与半径为 a 的圆周运动的周期相同, 由牛顿第二定律得

$k\frac{qq_0}{3a^2} = m\frac{4\pi^2}{(2t_2)^2}a$ (2分)

可得 $a = 4l, d = 6l$ (1分)

由能量守恒定律得 $\frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{q}{3} \cdot \frac{kq_0}{R} = \frac{1}{2}mv_{\min}^2 - \frac{q}{3} \cdot \frac{kq_0}{d}$ (2分)

解得 $v_{\min} = \frac{2qBl}{3m}$ (1分)

