

物理参考答案

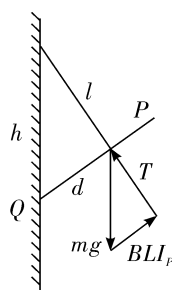
题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
答案	B	C	B	A	A	C	D	BC	CD	BCD	AB

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

1. B 【解析】图甲  $\alpha$  粒子散射实验中, 粒子与金原子中的原子核碰撞可能会发生大角度偏转, 故 A 错误; 图乙大量氢原子处于  $n=4$  的激发态, 跃迁过程中可能释放出光子的频率数为  $C_4^2=6$ , 故 B 正确; 图丙中随着温度的升高, 黑体辐射强度的极大值向波长较短即频率较高的方向移动, 故 C 错误; 图丁光电效应实验中滑动变阻器的触头向右移动, 正向电压增大, 若光电流已经达到饱和电流, 光电流则不会继续增加, D 错误。故选 B。

2. C 【解析】将子弹穿过木板的过程看作逆向的初速度为零的匀加速运动, 则  $9d = \frac{1}{2}at^2$ , 穿过后两块木板所用时间  $t_2$  满足  $2d = \frac{1}{2}at_2^2$ , 穿过后三块木板所用时间  $t_3$  满足  $3d = \frac{1}{2}at_3^2$ , 子弹穿过第 7 块木板所用的时间是  $\Delta t = t_3 - t_2 = \frac{\sqrt{3}-\sqrt{2}}{3}t \approx 0.106t$ 。

3. B 【解析】由题意可知, 两棒互相排斥, 安培力平行于两棒所在平面, A 错误; 如图所示, 根据相似三角形可知  $\frac{mg}{h} = \frac{T}{l} = \frac{B l I_P}{d}$ , 可知绳子拉力大小为定值, B 正确; 由  $B = k \frac{I_Q}{d}$ ,  $I_Q = \frac{E}{R}$ , 可得  $\frac{mg}{h} = \frac{T}{l} = \frac{k E l I_P}{R d^2}$ , 当滑片滑到正中间时, 电阻减半, 故两棒的间距将变为原来的  $\sqrt{2}$  倍, 则安培力将变为原来的  $\sqrt{2}$  倍, C、D 错误。故选 B。



4. A 【解析】电压表的示数为有效值, 可知, 令示数为  $U$ , 则有  $\frac{U^2}{R} T = \left(\frac{10\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\right)^2 \cdot \frac{T}{3} + \frac{10^2}{R} \cdot \frac{2T}{3}$ , 解得  $U = 10$  V, A 正确; 电流表的示数为有效值, 该电流表的示数为  $I = \frac{U}{R} = \frac{10}{10} = 1$  A, B 错误; 由于交流电的峰值为  $10\sqrt{2}$  V, 大于耐压值为 10 V, 因此, 若将电阻  $R$  换成一个耐压值为 10 V 的电容, 会被击穿, C 错误; 电阻  $R$  在任意三分之一周期内的电流有效值不一定是 1 A, 所以电阻  $R$  在任意三分之一周期内产生的热量不能用:  $Q = I^2 R T = 1^2 \times 10 \times 10^{-2} = 0.1$  J 计算, 所以 D 错误。故选 A。

5. A 【解析】设距地心无穷远处的引力势能为零, 地球的半径为  $R$ , 第二宇宙速度为  $v$ , 所谓第二宇宙速度, 就是卫星摆脱中心天体束缚的最小发射速度。则卫星由地球表面上升到离地球表面无穷远的过程, 根据机械能守恒定律得  $E_k + E_p = 0$ , 即  $\frac{1}{2}mv^2 - G\frac{Mm}{R} = 0$ , 解得  $v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ , 由题意知  $v > c$ , 即  $\sqrt{\frac{2GM}{R}} > c$ , 得  $R < \frac{2GM}{c^2} \approx 1.47 \times 10^3$  m, 则该黑洞可能的最大半径为  $1.47 \times 10^3$  m。

6. C 【解析】图示时刻两列波恰好传播到  $P, Q$  两点, 根据上下坡法可得  $P, Q$  两点起振方向竖直向上。因此两列波起振方向相同, A 错误; 两列波的频率不同, 不能产生干涉现象, B 错误; 两列波传播速度相同, 且均为  $v = \frac{x}{t} = 0.5$  m/s,

从图示时刻开始经  $t_1 = \frac{1.0 - 0.2}{2 \times 0.5} = 0.8$  s 两列波相遇, 质点  $A$  振动周期  $T = 2t = 0.8$  s, 开始至相遇共经历了 1.2 s,

故  $A$  的路程  $s = 6A = 30$  cm, C 正确; 经  $t_2 = \frac{0.55}{0.5} = 1.1$  s, 左侧波源振动传播到  $x = 0.55$  m,  $t' = 1.4$  s 时  $x = 0.55$  m 处的质点振动了 0.3 s。左侧波源引起质点振动方程:  $x = 5 \sin 2.5\pi(t - t_2)$  (cm), 代入时间可得左侧波源引起质点振动产生的位移:  $x_{左} = \frac{5}{2}\sqrt{2}$  cm, 经  $t_3 = \frac{1.2 - 0.55}{0.5} = 1.3$  s, 右侧波源振动传播到  $x = 0.55$  m 质点,  $t' = 1.4$  s 时质点振动了 0.1 s。右侧波源周期为 0.4 s, 故右侧波源引起质点振动位移刚好为:  $x_{右} = 5$  cm, 根据波的叠加原理可得位移为  $(5 + 2.5\sqrt{2})$  cm, D 错误。故选 C。

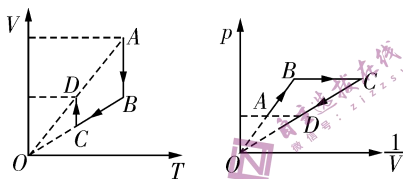
7. D 【解析】小球在  $B$  点受到的重力与支持力的合力提供向心力, 则有:  $N - mg = m \frac{v_B^2}{R}$ , 解得:  $v_B = 3$  m/s,  $A$  至  $B$  过程中, 由动能定理:  $mgR - W_f = \frac{1}{2}mv_B^2$ , 解得:  $W_f = 6.75$  J, 故机械能不守恒, A 错误; 当施加磁场后, 洛伦兹力不做功,

但是小球与轨道的挤压力会减小,克服摩擦力做功会减少,故B点速度增大,B错误;小球沿圆弧轨道缓慢拉到A点的过程,相对于从A下滑到B过程,速度小,向心力小,正压力小,克服摩擦力做功小于6.75 J,而克服重力做功9 J,则F做功小于15.75 J,C错误;B至C过程中,由动能定理: $-\text{km}gL_{BC} = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$ ,B至P的水平距离为: $L = L_{BC} + v_C \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ,当 $v_C = 1.6 \text{ m/s}$ 时P至B的水平距离最大,最大距离为: $L_m = 2.89 \text{ m}$ ,D正确。

**二、多项选择题:**本题共4小题,每小题5分,共20分。每小题有多个选项符合题目要求。全部选对的得5分,选对但不全的得3分,有选错的得0分。

8. BC **【解析】**S与1闭合后,棒受安培力作用做加速运动,棒切割磁感线产生感应电动势,棒的电流减小,受到的安培力减小,则棒的加速度减小,直到感应电动势等于电源电动势,棒最后匀速运动,A错误;据能量守恒可知,B正确;S与2闭合后,棒ab相当于电源给电容器充电,此过程棒受到的安培力水平向左,棒减速运动,则电动势减小,电容器两板间电压升高,棒ab中的电流不断减小,当棒ab产生的感应电动势与电容器两板间的电势差相等时,电路中的电流减小到零,随后棒做匀速直线运动,C正确、D错误。故选BC。

9. CD **【解析】**A到B的过程中,气体等温压缩,压强增大,体积减小;从B到C的过程中,气体等压降温,温度降低,体积减小;从C到D的过程中,等温膨胀,压强减小,体积增加,而且此时D状态的压强又恢复到最初A状态的压强,其V-T图像和 $p - \frac{1}{V}$ 图像如图所示



A、B错误;

根据热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$ ,由于气体温度降低,内能减小,因此气体向外放出的热量大于外界对气体做的功,C正确;由于状态A与状态D压强相等,而状态D温度更低,单个分子撞击容器壁力减小,因此单位时间内碰撞单位面积容器壁的分子数更多,D正确。故选CD。

10. BCD **【解析】**由题意可知,带电小球从开始下落到C的过程中,电场力做负功,重力做正功,由于二者做功的大小关系不确定,故小球有可能不能从B点离开轨道,选项A错误;若重力和电场力大小相等,则小球在AC部分可能做匀速圆周运动,选项B正确;若小球能沿圆弧返回从A点离开,全过程电场力做功为零,小球上升的高度一定等于H,选项C正确;若 $Eq \leq mg$ ,小球沿圆弧从A到C做加速或匀速率运动,故小球到达C点的速度不可能为零;若 $Eq > mg$ ,小球沿圆弧运动到C点的最小速度为 $v$ ,则 $qE - mg = \frac{mv^2}{R}$ ,故小球能到达C点的速度也不可能为零,选项D正确。

11. AB **【解析】**设两者相对静止时的速度为 $v$ ,由动量守恒定律得: $mv_0 = 2mv$ ,解得: $v = \frac{v_0}{2} = 2.5 \text{ m/s}$ ,故A正确;物块与凹槽间的滑动摩擦力 $f = \mu N = \mu mg$ ,设两者间相对静止前,相对运动的路程为 $s_1$ ,由动能定理得: $-fs_1 = \frac{1}{2}(m+m)v^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ,解得: $s_1 = 12.5 \text{ m}$ ,已知 $L = 1 \text{ m}$ ,可得物体与凹槽相对静止时物体在凹槽的左端,故B正确;设凹槽与物块碰前的速度分别为 $v_1, v_2$ ,碰后的速度分别为 $v_1', v_2'$ 。有: $mv_1 + mv_2 = mv_1' + mv_2'$ , $\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}mv_1'^2 + \frac{1}{2}mv_2'^2$ ,得 $v_1' = v_2, v_2' = v_1$ ,即每碰撞一次凹槽与物块发生一次速度交换,故可用匀变速直线运动规律求时间。则有: $v = v_0 + at, a = -\mu g$ ,解得: $t = 5 \text{ s}$ ,故C错误;设凹槽与物体的速度分别为 $v_A, v_B$ ,根据动量守恒定律得: $mv_0 = mv_A + mv_B$ ,即: $v_0 = v_A + v_B, v_A, v_B$ 的运动方向相同,结合上式可得两物体位移关系为: $v_0 t = s_A + s_B$ ,因为两者一直同方向运动,物块开始在凹槽的中央,相对静止时物块在凹槽的左端,所以两物体的位移关系为: $s_A - s_B = \frac{L}{2}$ ,解得: $s_B = 12.25 \text{ m}$ ,故D错误。

**三、填空题:**本题共2小题,共15分。

12. (6分,每空2分)(1)2.000 (2)4:9 (3)B

**【解析】**(1)单摆在一个周期内两次经过平衡位置,根据图线丙的变化规律可知,该单摆的周期为 $T = 2.369 \text{ s} - 0.369 \text{ s} = 2.000 \text{ s}$ 。

(2)由振动图线知,两单摆的周期之比 $\frac{T_a}{T_b}=\frac{2}{3}$ ,由公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ,可得两单摆摆长之比 $l_a:l_b=4:9$ 。

(3)由公式 $g=\frac{4\pi^2 l}{T^2}$ 可知,开始计时时,过早按下秒表,周期的测量值偏大,则重力加速度的测量值偏小,选项A错;如果振动次数多数了一次,即 $T$ 偏小, $g$ 偏大,选项B对;摆球的质量过大,不会影响单摆的周期与摆长,所以不影响重力加速度的测量,选项C错;计算摆长时漏加小球半径,则 $l$ 偏小,求得的 $g$ 偏小,选项D错。

13. (9分)(1)变小(1分) 变大(1分)  $\frac{U_1-U_0}{I_0}$ (1分)

(2)4.700(4.699或4.701也给分)(2分)

(3) $k$ (2分)

(4)不变(2分)

**【解析】**(1)断开开关 $S_2$ ,电路中总电阻增大,总电流减小,电流表的示数变小,等效内电压减小,电压表的示数变大。开关 $S_2$ 闭合时, $R_0=\frac{U_0}{I_0}$ ;开关 $S_2$ 断开时, $R_0+R_x=\frac{U_1}{I_0}$ ;联立得 $R_x=\frac{U_1-U_0}{I_0}$ 。

(2)螺旋测微器的读数为: $D=4.5\text{ mm}+20.0\times 0.01\text{ mm}=4.700\text{ mm}$ 。

(3)若不考虑电流表的内阻, $\frac{U}{I_0}=R_0+\frac{\rho L}{S}$ ,则图像斜率 $k=\rho$ 。

(4)若考虑电流表的内阻, $\frac{U}{I_0}=R_0+r_A+\frac{\rho L}{S}$ ,图线的斜率不变,故(2)中的电阻率的测量值不变。

**四、计算题:**本题共3小题,其中第14题9分,第15题12分,第16题16分,共37分。写出必要的推理过程,仅有结果不得分。

14. (9分)**【解析】**(1)取景窗中得到的是倒立的像 ..... (2分)

(“倒立”或“倒立的像”也算对)

(2)已知玻璃相对空气的折射率 $n=1.6$ ,设发生全反射的临界角为 $C$ ,

据 $\sin C=\frac{1}{n}$  ..... (2分)

解得 $C=38^\circ$ 。

由几何关系可知光线在 $F$ 点的入射角为 $30^\circ < 38^\circ$  ..... (1分)

所以,入射角小于临界角,不能发生全反射 ..... (1分)

(3)设调整后 $CD$ 面和 $AE$ 面与 $AB$ 面的夹角分别为 $\angle 1$ 和 $\angle 2$

由于光在 $CD$ 面上恰好发生全反射

由几何关系可知 $\angle 1=C=38^\circ$  ..... (1分)

由几何关系可知 $2C+2[90^\circ-(180^\circ-\angle 2)]=90^\circ$  ..... (1分)

解得: $\angle 2=97^\circ$  ..... (1分)

15. (12分)**【解析】**(1)丙向下摆动过程中机械能守恒 $MgL(1-\cos\theta)=\frac{1}{2}Mv_0^2$

解得 $v_0=4\text{ m/s}$  ..... (2分)

丙与甲碰撞过程,由动量守恒得 $Mv_0=Mv'+mv$  ..... (1分)

由机械能守恒得 $\frac{1}{2}Mv_0^2=\frac{1}{2}Mv'^2+\frac{1}{2}mv^2$  ..... (1分)

解得碰后瞬间,丙速度大小 $v'=2.4\text{ m/s}$  ..... (1分)

甲速度大小 $v=6.4\text{ m/s}$  ..... (1分)

(2)**【解法一】**假设乙能从 $C$ 点离开, $C$ 点甲、乙水平速度相同,设甲速度为 $v_{甲2}$ ,从丙与甲碰撞结束至乙从 $C$ 点离开甲过程,甲、乙水平方向动量守恒 $mv=2mv_{甲2}$  ..... (1分)

解得 $v_{甲2}=3.2\text{ m/s}$  ..... (1分)

设乙从 $C$ 点离开时乙竖直方向速度大小为 $v_y$ ,从丙与甲碰撞结束至乙从 $C$ 点离开甲过程中,由机械能守恒得 $\frac{1}{2}mv^2$

$=\frac{1}{2}mv_{甲2}^2+\frac{1}{2}mv_{乙1}^2+mgR$  ..... (1分)

又因为 $v_{乙1}^2=v_{甲2}^2+v_y^2$  ..... (1分)

解得 $v_y=2\text{ m/s}>0$  ..... (1分)

所以乙能从 $C$ 离开圆弧轨道 ..... (1分)

**【解法二】**设乙滑到 $C$ 点时刚好与甲共速,设共同速度为 $v_{共}$ ,从丙与甲碰撞结束至乙滑到 $C$ 点的过程,甲、乙水平方

向动量守恒  $mv = 2mv_{\text{共}}$  ..... (1分)

解得  $v_{\text{共}} = 3.2 \text{ m/s}$  ..... (1分)

此过程系统减少的动能为:  $E_{\text{k减}} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2} \times 2mv_{\text{共}}^2$  ..... (1分)

此过程乙增加的重力势能为:  $E_{\text{p增}} = mgR$  ..... (1分)

代入数据可得:  $E_{\text{p增}} < E_{\text{k减}}$  ..... (1分)

所以乙能从 C 离开圆弧轨道 ..... (1分)

16. (16分)【解析】(1)由题可知,质子在磁场中运动周期为  $T$ ,且  $T = \frac{1}{f}$  ..... (1分)

质子在磁场中运动时  $qvB_0 = m \frac{v^2}{r}$  ① ..... (2分)

且  $T = \frac{2\pi r}{v}$  ② ..... (1分)

得  $m = \frac{qB_0}{2\pi f}$  ..... (1分)

(2)设质子离开加速器时速度大小为  $v$ ,由牛顿第二定律知:  $qvB_0 = m \frac{v^2}{R}$  ③ ..... (1分)

输出时质子束的等效电流为:  $It = Nq$  ④ ..... (1分)

设在  $t$  时间内离开加速器的质子数为  $N$ ,则质子束从回旋加速器输出时的平均功率  $Pt = N \frac{1}{2}mv^2$  ⑤ ..... (2分)

由上述各式,将质量代入,得  $I = \frac{P}{\pi B_0 R^2 f}$  ..... (1分)

(3)由②式可知,粒子出加速器的速度  $v = 2\pi Rf$

根据运动的分解,只考虑电场存在时,经过电场后,质子在  $x$  方向偏转的距离  $x_1 = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} \left(\frac{L}{v}\right)^2$

$\tan \theta = \frac{qEL}{mv^2}$

离开电场后,质子在  $x$  方向偏移的距离  $x_2 = L \tan \theta = \frac{qEL^2}{mv^2}$

$x = x_1 + x_2 = \frac{3qEL^2}{2mv^2} = \frac{L}{100}$  ..... (2分)

可得:  $E = \frac{\pi f B_0 R^2}{75L}$  ..... (1分)

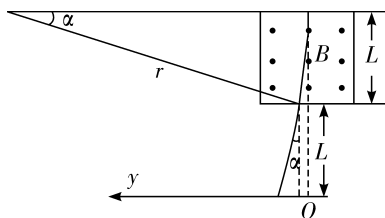
只考虑磁场存在时,质子进入磁场后做圆周运动半径  $r = \frac{mv}{qB}$

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

经过磁场后,质子在  $y$  方向偏转距离  $y_1 = r(1 - \cos \alpha) \approx \frac{L^2}{2r}$

离开磁场后,质子在  $y$  方向偏移距离  $y_2 = L \tan \alpha \approx \frac{L^2}{r}$

则  $y = y_1 + y_2 = \frac{3L^2}{2r} = \frac{L}{100}$  ..... (2分)



可得:  $B = \frac{B_0 R}{150L}$  ..... (1分)