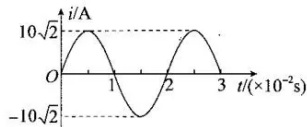
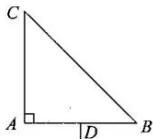


3. 某科技公司研发的新型家用光伏储能系统中,太阳能电池板输出的正弦式交变电流经转换器处理后,其电流随时间变化的图像如图所示。下列关于该交变电流“四值”的说法正确的是



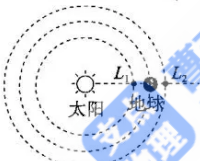
- A. 该交变电流的瞬时值表达式为 $i = 20\sin 100\pi t$ (A)
 B. 该交变电流的有效值为 $10\sqrt{2}$ A
 C. 该交变电流在 $\frac{1}{4}T \sim \frac{3}{4}T$ 时间内的平均值为 0
 D. 若将一个阻值为 $10\ \Omega$ 的定值电阻接入该电路,电阻在 1 分钟内产生的热量为 1.2×10^4 J

4. 为实现高精度环境监测,某团队研发了一款基于光的全反射原理的光纤传感模块,其核心部件为一等腰直角三棱镜 ABC ($\angle A = 90^\circ, AB = AC$),棱镜折射率 $n = \sqrt{3}$,光纤射出一束单色光从 AB 边的中点 D 平行于 AC 边射入棱镜,传播过程始终在棱镜截面内。已知光在真空中的速度为 c ,下列说法正确的是



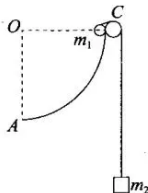
- A. 该棱镜对该单色光的临界角为 60°
 B. 该单色光在 BC 边会发生全反射
 C. 该单色光在棱镜中的传播速度为 $\sqrt{3}c$
 D. 若增大棱镜折射率,临界角会变大

5. 太阳和地球所在的连线上有如图所示的两个拉格朗日点 L_1, L_2, L_1 在地球轨道内侧, L_2 在地球轨道外侧。有一颗人造卫星处在 L_2 点,嫦娥五号轨道器在地面飞控人员精确控制下成功被日地拉格朗日 L_1 点捕获, L_2 处人造卫星和 L_1 处嫦娥五号会在太阳与地球引力的共同作用下,保持与地球同步绕太阳做匀速圆周运动。下列说法正确的是



- A. 嫦娥五号的线速度大于人造卫星的线速度
 B. 嫦娥五号的角速度大于地球公转的角速度
 C. 嫦娥五号绕太阳运动的向心加速度一定小于人造卫星的向心加速度
 D. 嫦娥五号绕太阳运动的向心力一定大于人造卫星的向心力

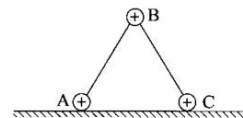
6. 如图所示,半径为 R 的四分之一圆弧支架竖直放置,与圆心 O 等高的圆弧边缘 C 点处有一小滑轮,一轻绳两端系着质量分别为 m_1 与 m_2 的小球和物块,挂在定滑轮两边,且 $m_1 = 4m_2$,开始时小球和物块均静止,且能视为质点,不计一切摩擦,重力加速度为 g 。小球从 C 点静止释放直到小球到达圆弧的 A 点的过程中,下列说法正确的是



- A. 小球的机械能守恒
 B. 到达 A 点时小球的速度大小为 $\frac{2}{3}\sqrt{(4-\sqrt{2})gR}$
 C. 轻绳对物块所做的功比轻绳对小球所做的功多
 D. 轻绳对物块做功为 $\sqrt{2}m_2gR$

7. 有三个完全相同的带正电的绝缘小球 A、B、C 处于同一竖直平面内,质量均为 m ,电荷量均为 $+q$,小球 A、C 在光滑绝缘水平面上,小球 A、B 之间与小球 B、C 之间各用一根长为 L 的轻杆连接,小球 A、C 用绝缘装置固定,小球 A、B、C 恰构成正三角形并锁定,如图所

示。现解除绝缘装置对小球 A、C 的锁定,小球 B 将向下运动落到地面。已知以无限远处为零电势点,距离电荷量为 Q 的点电荷 r 处的电势为 $k\frac{Q}{r}$,重力加速度为 g ,下列说法正确的是



- A. 初始时刻,小球 A、B、C 系统所具有的电势能为 $\frac{6kq^2}{L}$
 B. 解除小球 A、C 的锁定后,小球 A、B、C 组成的系统动量守恒
 C. 小球 A 速度最大时,小球 B 的加速度大小为 g
 D. 小球 B 刚落到地面时,速度大小为 $\sqrt{\frac{kq^2}{mL} + \sqrt{3}gL}$

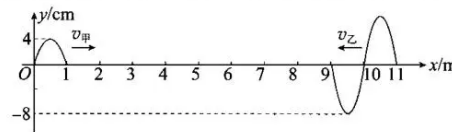
二、多项选择题:本题共 3 小题,每小题 6 分,共 18 分。在每小题给出的四个选项中,有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分。

8. 跳高是田径运动会一个传统项目,背越式跳高是比赛中最常用的技术,运动员下方要放一个厚厚的海绵垫,运动员落到海绵垫上的过程中,海绵垫的作用是



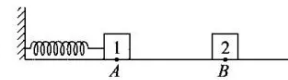
- A. 减小运动员动量的变化量
 B. 减小运动员动量的变化率
 C. 增大运动员所受合力的冲量
 D. 减小运动员所受海绵垫的弹力

9. 甲、乙两列机械波在同种介质中相向而行,甲波振源位于 O 点,乙波振源位于 $x = 11$ m 处,在 $t = 0$ 时刻所形成的波形与位置如图所示,已知 $v_{甲} = 0.5$ m/s,下列说法正确的是



- A. 两列波的振动周期都为 4 s
 B. 甲、乙两列机械波相遇后会形成稳定的干涉图样
 C. 甲的波谷经过 11 s 与乙的波峰第一次相遇
 D. $x = 5.0$ m 处是振动减弱点,振幅为 -4 cm

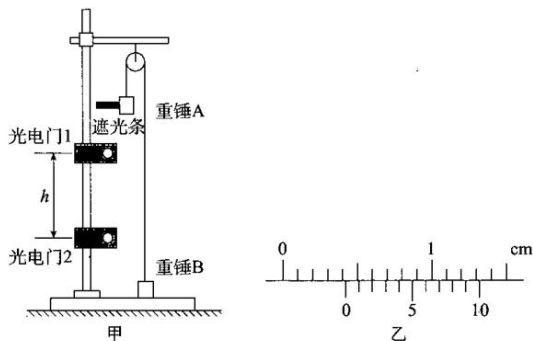
10. 质量为 m_1 的物块 1 左端拴接弹簧静止在光滑水平面上的 A 点,弹簧劲度系数 $k = 100$ N/m,固定在墙上如图所示,质量为 $m_2 = 2$ kg 的物块 2 静止在 A 点右侧 1 m 处的 B 点。现在物块 2 上施加一外力 F, F 的大小为物块 2 到 A 点距离的 800 倍,方向始终指向 A 点。弹簧振子的周期公式为 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 。下列说法正确的是



- A. 物块 2 与物块 1 碰撞前的速度大小为 20 m/s
 B. 若 $m_1 = 2$ kg,物块 1 与物块 2 之间的碰撞属于完全非弹性碰撞,则弹簧的最大压缩量为 2 m
 C. 若 $m_1 = 2$ kg,物块 1 与物块 2 之间的碰撞属于弹性碰撞,则第一次碰撞后经过 $\frac{(2\sqrt{2}+1)\pi}{20}$ s 的时间发生第三次碰撞
 D. 若 $m_1 = 1$ kg,物块 1 与物块 2 之间的碰撞属于弹性碰撞,则物块 1 与物块 2 第二次碰撞后物块 1 的速度大小为 $\frac{160}{9}$ m/s

三、非选择题:本题共5小题,共54分。

11. (8分)某实验小组利用如图甲所示的装置验证机械能守恒定律。跨过轻质定滑轮的轻绳两端悬挂着质量分别为 M 和 m ($M > m$) 的重锤 A 和 B。在重锤 A 上固定有宽度为 d 的遮光条,铁架台上固定有两个光电门 1 和 2,可测量遮光条通过两光电门的时间。测得两光电门中心间的竖直距离为 h 。当地重力加速度为 g 。



(1)实验前,该小组同学首先用游标卡尺测量遮光条的宽度,如图乙所示,则遮光条的宽度 $d =$ _____ cm。

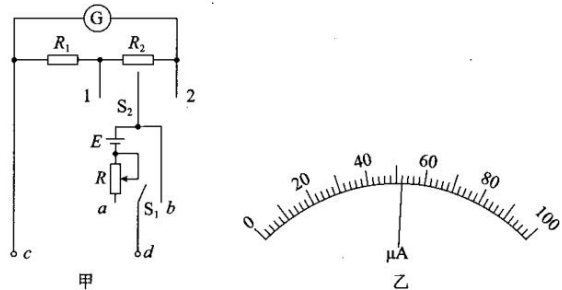
(2)是否需要满足 $M \gg m$, _____ (选填“需要”或“不需要”)。

(3)正确的实验操作顺序是 _____。

- A. 将重锤 A 移至合适位置,使遮光条靠近光电门 1,静止释放重锤 A
- B. 调节滑轮高度,使牵引物块的轻绳处于竖直状态
- C. 接通光电计时器的电源
- D. 记录遮光条通过光电门 1 的时间 Δt_1 和通过光电门 2 的时间 Δt_2

(4)若系统机械能守恒,应满足的关系式为 _____ (用题中所给物理量 $M, m, g, h, d, \Delta t_1, \Delta t_2$ 表示)。

12. (10分)某同学从实验室找到一些器材自己动手制作了一个多用电表,他设计的电表电路如图甲所示。该同学设计初衷是①单刀双掷开关 S_1 接 b 时, c, d 端接入回路中作为量程分别为 1 mA 和 10 mA 的电流表使用;②单刀双掷开关 S_1 接 a 时,可作为“ $\times 100$ ”和“ $\times 1$ k”双量程的欧姆表使用。已知电流表 G 满偏电流 $I_g = 100 \mu\text{A}$,内阻 $R_g = 720 \Omega$;电源电动势为 1.5 V,内阻为 1Ω 。



请帮助该同学解决以下问题。

(1)电路中定值电阻 $R_1 =$ _____ $\Omega, R_2 =$ _____ Ω 。

(2)某次测电流时,单刀双掷开关 S_1 接 b, S_2 接 1,表头示数如图乙所示,此时回路电流值 $I =$ _____。

(3)若想保证欧姆表正常使用,调零电阻 R 可选下面两个滑动变阻器中的 _____。

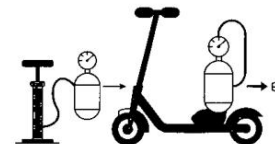
- A. 电阻范围 $0 \sim 200 \Omega$
- B. 电阻范围 $0 \sim 2000 \Omega$

(4)当单刀双掷开关 S_1 接 a ,再将开关 S_2 接 1 时,欧姆表的挡位为 _____ (选填“ $\times 100$ ”或“ $\times 1$ k”),某次测量欧姆调零后将待测电阻 R_x 接在 c, d 间,发现挡位不合适,断开电路将开关 S_2 接 2 欧姆调零后重新测量发现挡位合适,是因为开关 S_2 接 1 时电流表指针偏转角 _____ (选填“太大”或“太小”)。开关 S_2 接 2 后再次欧姆调零时滑动变阻器 R 接入回路的阻值为 _____。

13. (8分)小明的电动滑板车采用一种创新的“空气动力巡航”技术。其核心是一个导热良好的高压储气罐 ($V_0 = 1.5 \text{ L}$) 和一个微型气动马达。使用前,他先在车库 ($T_1 = 280 \text{ K}$) 用电动气泵给储气罐充气,气泵每次工作,会将 $V_p = 0.1 \text{ L}$ 、压强为 $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 的环境空气打入储气罐中,不考虑由于做功引起的气体温度的变化。

(1)打气 150 次后,压强表显示储气罐内压强为 $p_2 = 4.0 \times 10^6 \text{ Pa}$,求打气前,储气罐内气体压强;

(2)在完成 150 次打气后,将滑板车拿到户外 ($T_2 = 300 \text{ K}$) 使用,当储气罐压强降至 $p_3 = 1.5 \times 10^6 \text{ Pa}$ 时,气动马达提供的动力开始不足,求放出的气体与刚完成打气时罐中的气体质量的比值。

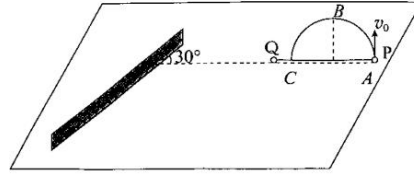


14. (12分)如图所示,光滑半圆环 ABC 竖直固定在水平光滑桌面上,一足够长的挡板垂直桌面平行固定放置,挡板与直径 AC 延长线的夹角为 30° 。一长度大于半圆环直径的轻杆两端通过铰链各连接一质量为 m 的弹性小球 P 和 Q,小球 Q 放在桌面上,小球 P 套在竖直半圆环上,初始时小球 P 静止在 A 点,杆沿直径 AC 方向。现给小球 P 一个竖直向上的初速度 v_0 ,当小球 P 运动到圆环最高点 B 时,连接小球 Q 的铰链断开,小球 Q 继续向左运动与挡板发生碰撞,小球 Q 受到挡板的平均摩擦力大小为 f ,与挡板接触的时间为 $t = \frac{\sqrt{3}mv_0}{16f}$,撞后垂直挡板方向上的分速度与沿挡板方向的分速度的比值为 $\frac{1}{3}$ 。

已知重力加速度为 g ,圆环半径为 $\frac{v_0^2}{4g}$,两小球均可视为质点。

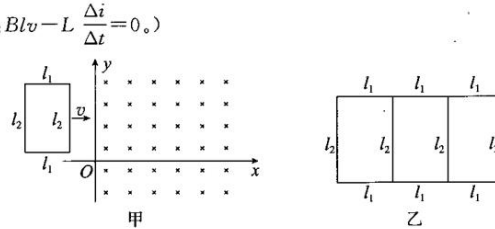
(1)求铰链断开时,小球 Q 的速度大小;

(2) 小球 Q 与挡板碰撞过程中, 求挡板对小球 Q 做的功。



15. (16 分) 电磁制动是通过电磁规律实现制动的技术, 具有响应速度快, 方便控制, 不易磨损等优点, 广泛用于现代各种机械设备中。某学习小组对矩形线圈进入磁场的制动特点进行研究。如图甲所示 xOy 是位于光滑水平桌面上的直角坐标系, 在 $x > 0$ 的一侧, 存在匀强磁场, 磁场方向垂直 xOy 平面向里, 磁感应强度的大小为 B 。在水平面 $x < 0$ 区域有矩形线框, 边长分别为 l_1 和 l_2 , 每个 l_1 边电阻为 0, 每个 l_2 边电阻为 r , 线框初速度沿 x 轴正方向。若矩形线框受力, 其形变可忽略不计。

- (1) 研究小组发现线框进入磁场区域速度会逐渐变小。实验中小组成员给线框施加外力, 使线框保持初速度 v_0 大小和方向不变, 匀速进入磁场区域, 求此线框进入磁场全过程中外力做的功;
- (2) 研究小组对线框进行改造, 3 个题干所述矩形线框, 其中 1 个线框保持不变, 其余 2 个线框各去掉一个 l_2 边, 如图乙所示焊接在一起。若要改造后大金属框能够整体进入题述磁场区域, 求初速度大小 v_{20} 的最小值。已知该大线框整体质量为 m_0 , 忽略自感效应;
- (3) 研究小组对线框制动的另一改造设想为降低环境温度, 使单个线框始终保持超导状态。若给线框初速度 v_{30} , 线框沿 x 轴正方向减速, l_1 边未全部进入磁场区域即减速为 0。已知单个线框质量为 m , 自感系数为 L 。求此线框 l_1 边进入磁场到减速为 0 所用时间。(提示: 超导状态线圈电阻为零, 自感电动势与动生电动势等大反向, 即整个回路有: $Blv - L \frac{\Delta i}{\Delta t} = 0$ 。)



高三年级 12 月检测训练

物理试题参考答案及多维细目表

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	A	D	C	B	C	B	D	BD	ABC	ACD

1. 【答案】A

【解析】由静电屏蔽效应可知,金属盒内部电场强度为零,即 $E_B=0$,A 点离带负电小球近,电场线更密集, $E_A>E_C$,故 $E_A>E_C>E_B$,B 项错误;金属盒左侧感应出正电荷,电场线从正电荷指向负电小球,负电小球在左侧,电场方向应为水平向左,C 项错误;处于静电平衡状态的立方体金属盒是等势体,表面是等势面,金属盒左、右侧面电势相同,D 项错误;以无限远处为零电势点,A 点靠近负电小球,电势最低,B 点在金属盒内部,是等势体的一部分,电势介于 A 点和 C 点之间,C 点远离负电小球,电势最高。因此,电势关系是 $\varphi_A<\varphi_B<\varphi_C$,A 项正确。

2. 【答案】D

【解析】由图甲可知,质点 A 在 $0\sim t_1$ 时间内为加速度增大的加速运动, $t_1\sim t_2$ 时间内为加速度减小的加速运动,A 项错误; $a-t$ 图线与坐标轴所围成的面积表示速度变化量,由图甲可知 t_1 时刻速度为 t_2 时刻速度的 $\frac{1}{2}$,C 项错误;由图乙 $v-t$ 图像斜率表示加速度,与坐标轴所围成的面积表示位移可知,质点 B 在 $0\sim t_1$ 和 $t_1\sim t_2$ 时间内,加速度大小相同,方向相反,B 项错误; $0\sim t_2$ 时间内的位移为 $0\sim t_1$ 时间内位移的 2 倍,D 项正确。

3. 【答案】C

【解析】正弦式交变电流瞬时值表达式为 $i=I_m \sin \omega t$,角频率 $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.02} = 100\pi \text{ rad/s}$,峰值 $I_m = 10\sqrt{2} \text{ A}$,故瞬时值表达式应为 $i = 10\sqrt{2} \sin 100\pi t (\text{A})$,A 项错误;正弦式交变电流

有效值 $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$,代入得 $I = 10 \text{ A}$,B 项错误;频率

$f = \frac{1}{T}$,代入 $T = 0.02 \text{ s}$,解得 $f = \frac{1}{0.02} = 50 \text{ Hz}$,

$i-t$ 图像中图线与横轴围成的面积表示电荷量,

该正弦式交变电流在 $\frac{1}{4}T \sim \frac{3}{4}T$ 时间内正负半

轴对称,通过某一横截面的净电荷量为 0,根据

平均值定义 $\bar{I} = \frac{q}{t}$,可知该交变电流在 $\frac{1}{4}T \sim$

$\frac{3}{4}T$ 时间内的平均值为 0,C 项正确;电阻在 1 分

钟内产生的热量用有效值计算, $Q = I^2 R t = 10^2$

$\times 10 \times 60 = 6 \times 10^4 \text{ J} \neq 1.2 \times 10^4 \text{ J}$,D 项错误。

4. 【答案】B

【解析】根据临界角公式 $\sin C = \frac{1}{n}$,代入 $n = \sqrt{3}$,

解得 $\sin C = \frac{1}{\sqrt{3}}$,因此临界角 C 并非 60° ,A 项错

误;该单色光平行于 AC 边射入 AB 边,因 AB

边与 AC 边垂直,该单色光垂直 AB 边入射,传

播方向不变,沿水平方向到达 BC 边。等腰直角

三棱镜中 $\angle B = 45^\circ$,该单色光到达 BC 边时的入

射角等于 45° (通过几何关系推导,入射光线与

BC 边的法线夹角为 45°)。由于 $\sin 45^\circ > \sin C$

(临界角),满足全反射条件(光从光密介质射向

光疏介质,且入射角 \geq 临界角),因此该单色光在

BC 边会发生全反射,B 项正确;光在介质中的传

播速度与真空中光速的关系 $n = \frac{c}{v}$,代入 $n =$

$\sqrt{3}$,得 $v = \frac{c}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}c}{3}$,C 项错误;由临界角公式

$\sin C = \frac{1}{n}$ 可知,折射率增大时, $\sin C$ 减小,临界

角 C 会变小,D 项错误。

5. 【答案】C

【解析】在拉格朗日点,人造卫星围绕太阳运行的周期与地球围绕太阳运行的周期相同,则角速度相同,根据 $v = \omega r$ 可知,嫦娥五号在 L_1 处绕太阳运动的线速度小于人造卫星在 L_2 处绕太阳运动的线速度,A、B 项错误;根据 $a = \omega^2 r$ 可知,嫦娥五号在 L_1 处绕太阳运动的向心加速度小于人造卫星在 L_2 处绕太阳运动的向心加速度,C 项正确;根据 $F_n = m\omega^2 r$ 可知,由于嫦娥五号与人造卫星质量关系未知,无法判断两者向心力大小关系,D 项错误。

6. 【答案】B

【解析】除重力以外的轻绳的拉力对小球做功,小球的机械能不守恒,但对小球和物块组成的系统,没有机械能与其他能的转化,故小球和物块组成的系统机械能守恒,A 项错误;以小球和物块做为研究对象,根据机械能守恒可得 $m_1 g R - m_2 g \sqrt{2} R = \frac{1}{2} m_1 v^2 + \frac{1}{2} m_2 \left(\frac{\sqrt{2}}{2} v\right)^2$,即到达 A 点时小球的速度大小为 $\frac{2}{3} \sqrt{(4 - \sqrt{2}) g R}$,B 项正确;由功能关系可知,轻绳对小球做的负功和对物块做的正功一样大,C 项错误;轻绳拉力不等于 $m_2 g$,故轻绳对物块做功不等于 $\sqrt{2} m_2 g R$,D 项错误。

7. 【答案】D

【解析】初始时刻,系统电势能是两两电荷间电势能之和,三个小球构成正三角形,两两间距均为 L ,共 3 个点电荷对(A-B、B-C、A-C),单个点电荷对的电势能为 $E_p = q\varphi = q \cdot \frac{kq}{L} = \frac{kq^2}{L}$,小球 A、B、C 系统的总电势能 $E_p = \frac{3kq^2}{L}$,A 项错误;解除锁定后,小球 B 受重力向下运动,系统在竖直方向合外力不为零(重力大于支持力),仅水平方向合外力为零。因此系统整体动量不守恒,仅水平方向动量守恒,B 项错误;当小球 A 速度最大时,水平方向受力平衡(水平方向合力为零),所以小球 A、B 之间杆对小球 A 的弹力大于小球 B 对小球 A 的库仑力,且弹力沿 AB 方向。

对于小球 B,小球 A、B 之间杆的弹力大于小球 A 对小球 B 的库仑力,同理可知,小球 C、B 之间杆的弹力大于小球 C 对小球 B 的库仑力,则小球 B 的加速度大于 g ,C 项错误;小球 B 下落过程中只有重力和库仑力做功,系统机械能与电势能之和不变。初始时小球 A、C 静止,小球 B 落地时由几何关系知小球 A、C 速度为零,设小球 B 速度为 v ,正三角形高 $h = \frac{\sqrt{3}L}{2}$,即小球 B 下落高度为 $h = \frac{\sqrt{3}L}{2}$,末态系统电势能为 $E_p' = q \cdot \frac{kq}{L} + q \cdot \frac{kq}{L} + q \cdot \frac{kq}{2L} = \frac{5kq^2}{2L}$,由能量守恒可知重力势能和电势能的减少量之和等于动能增加量,即 $E_p - E_p' + mgh = \frac{1}{2} m v^2$;联立解得 $v = \sqrt{\frac{kq^2}{mL} + \sqrt{3}gL}$,D 项正确。

8. 【答案】BD

【解析】动量的变化量是从接触海绵垫到速度减为 0 的动量变化,是固定不变的,A 项错误;根据动量定理合外力的冲量等于动量的变化量,合外力的冲量也是固定不变的,C 项错误;根据动量定理 $F \Delta t = \Delta p$,可得 $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ 可知海绵垫的作用是延长了运动员与地面的接触时间 Δt ,减小了运动员所受合外力 F ,又 $F = F_{\text{弹}} - mg$,从而减小运动员所受到的海绵垫的弹力,减小穿戴者动量的变化率 $\frac{\Delta p}{\Delta t}$,B、D 项正确。

9. 【答案】ABC

【解析】两列机械波在同种介质中传播,波速相同,即 $v_{\text{乙}} = v_{\text{甲}} = 0.5 \text{ m/s}$,因两列波波长都为 2 m,根据 $v = \frac{\lambda}{T}$ 可知两列波的振动周期均为 4 s,A 项正确;甲、乙两列机械波波长相同时,波速相同,频率相同,相位差恒定,是相干波,相遇后可形成稳定的干涉图样,B 项正确;设甲的第一个波谷与乙的第一个波峰第一次相遇的时间为

t , 可知 $t = \frac{10.5+0.5}{2 \times 0.5} \text{ s} = 11 \text{ s}$, C 项正确; 振动减弱点的振幅 $A = |A_{\text{甲}} - A_{\text{乙}}| = |4 \text{ cm} - 8 \text{ cm}| = 4 \text{ cm}$, $x = 5.0 \text{ m}$ 处是甲的波谷与乙的波峰第一次相遇的位置, 是振动的减弱点, 但振幅是 4 cm , 不是一 4 cm , D 项错误。

10. 【答案】ACD

【解析】由题意可知, 物块 2 受到外力 $F = 800x \text{ (N)}$, x 为物块 2 到 A 点的距离, 可类比弹簧力 $F = kx$, 故外力 F 做功 $W = \frac{800 \times 1 + 0}{2} \times 1 \text{ J} = 400 \text{ J}$, 根据动能定理可知 $W = \frac{1}{2} m_2 v^2$, 解得 $v = 20 \text{ m/s}$, A 项正确; 物块 1、2 发生完全非弹性碰撞之后粘在一起, 由动量守恒定律有 $m_2 v = (m_1 + m_2) v_{\text{共}}$, 向左运动得过程中力 F 依然作用, 把外力 F 的作用等效为一新的弹簧, 劲度系数为 $k_1 = 800 \text{ N/m}$, 则 $\frac{1}{2} (k + k_1) \Delta x^2 = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_{\text{共}}^2$, 解得最大压缩量 $\Delta x = \frac{2}{3} \text{ m}$, B 项错误; 若 $m_1 = 2 \text{ kg}$, 第一次弹性碰撞有 $m_2 v = m_1 v_1 + m_2 v_2$, $\frac{1}{2} m_2 v^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$, 联立解得 $v_1 = v = 20 \text{ m/s}$, $v_2 = 0$, 即碰撞后交换速度, 之后物块 1 简谐运动 $\frac{1}{2} T_1$ 后回到 A 点, 与物块 2 第 2 次碰撞交换速度后物块 2 简谐运动 $\frac{1}{2} T_2$ 回到 A 点, 与物块 1 第三次碰撞, 物块 1 简谐运动周期 $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{k}} = \frac{\sqrt{2}\pi}{5} \text{ s}$, 物块 2 做简谐运动周期 $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m_2}{k_1}} = \frac{\pi}{10} \text{ s}$, 第一次碰撞后到第三次碰撞所用时间为 $t = \frac{1}{2} T_1 + \frac{1}{2} T_2$, 解得 $t = \frac{(2\sqrt{2}+1)\pi}{20} \text{ s}$ 后发生第三次碰撞, C 项正确; 若 $m_1 = 1 \text{ kg}$, 第一次弹性碰撞有 $m_2 v = m_1 v_1' + m_2 v_2'$, $\frac{1}{2} m_2 v^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2$, 联立解得第一次弹性碰

撞后 $v_1' = \frac{80}{3} \text{ m/s}$, $v_2' = \frac{20}{3} \text{ m/s}$, 物块 1 做简谐运

动周期 $T_1' = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{k}} = \frac{\pi}{5} \text{ s}$, 物块 2 的周期仍为 $\frac{\pi}{10} \text{ s}$, 根据周期性可知再次碰撞依然在 A 点,

物块 1 的速度向右, 物块 2 的速度向左, 发生第二次弹性碰撞有 $m_1 (-v_1') + m_2 v_2' = m_1 v_1'' + m_2 v_2''$, $\frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1''^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2''^2$, 联立解得 $v_1'' = \frac{160}{9} \text{ m/s}$, D 项正确。

11. 【答案】(1) 0.42 (2 分) (2) 不需要 (2 分)

(3) BCAD (2 分) (4) $(M-m)gh = \frac{1}{2}(M+m) \cdot$

$\left(\frac{d}{\Delta t_2}\right)^2 - \frac{1}{2}(M+m) \left(\frac{d}{\Delta t_1}\right)^2$ (2 分) (形式合理均给分)

【解析】(1) 遮光条宽度测量 $d = 0.4 \text{ cm} + 0.02 \text{ cm} = 0.42 \text{ cm}$ 。

(2) 系统机械能守恒定律适用于整个系统 (重锤 A 和 B), 不需要满足 $M \gg m$ 的条件。

(3) 实验操作顺序: 首先调节滑轮高度, 使轻绳处于竖直状态, 然后接通光电计时器的电源, 将重锤 A 移至合适位置, 使遮光条靠近光电门 1, 静止释放, 最后记录遮光条通过两个光电门的时间, 正确顺序为 BCAD。

(4) 根据系统机械能守恒, 系统减少的重力势能等于系统增加的动能即 $(M-m)gh = \frac{1}{2}(M+m)$

$\left(\frac{d}{\Delta t_2}\right)^2 - \frac{1}{2}(M+m) \left(\frac{d}{\Delta t_1}\right)^2$ 。

12. 【答案】(1) 8 (1 分) 72 (1 分) (2) 5.2 mA

(5.20 mA 也正确) (2 分) (3) B (2 分)

(4) $\times 100$ (1 分) 太小 (1 分) 1 427 Ω (2 分)

【解析】(1) 由电路图可知, S_2 接 1 时为 10 mA 电流表, S_2 接 2 时为 1 mA 电流表, 于是可得 $10 \text{ mA} = I_g + \frac{I_g(R_g + R_2)}{R_1}$, $1 \text{ mA} = I_g + \frac{I_g R_g}{R_1 + R_2}$, 代入数据可得 $99R_1 - R_2 = 720 \Omega$, $R_1 + R_2 = 80 \Omega$, 解得 $R_1 = 8 \Omega$, $R_2 = 72 \Omega$ 。

(2) S_1 接 b , S_2 接 1 时, 多用电表为量程为 10 mA 的电流表, 由图乙可知, 每个小格为 0.2 mA, 所以读数为 5.2 mA。

(3) 欧姆表需要进行欧姆调零, 所以单刀双掷开关 S_1 接 a , S_2 接 1 时, 欧姆表的内阻 $R_{\text{内}1} = \frac{E}{I_{A1}} =$

$$\frac{1.5}{10 \times 10^{-3}} \Omega = 150 \Omega; \text{单刀双掷开关 } S_1 \text{ 接 } a, S_2$$

$$\text{接 } 2 \text{ 时, 欧姆表的内阻 } R_{\text{内}2} = \frac{E}{I_{A2}} = \frac{1.5}{1 \times 10^{-3}} \Omega$$

$= 1500 \Omega, R_{\text{内}} = R + R_A + r, R_A$ 为改装后电流表的内阻, 所以滑动变阻器选 B。

(4) 单刀双掷开关 S_2 接 1 时为大量程电流表, 所以 S_1 接 a , S_2 接 1 时即为小倍率欧姆表, 对应的档位是 $\times 100$ 。 S_2 接 2 为大倍率欧姆表, 因为需要调换档位说明现在测量的是一个大电阻, 此时量程太小, 所以出现的情况应该是指针偏角太小。 调整好倍率进行欧姆调零 $R_{\text{内}2} = 1500 \Omega$, 开关 S_2 接 2 时, 电流表内阻 $R_A = \frac{I_g R_g}{I_{A2}} = 72 \Omega$, 滑动变阻器的阻值 $R = 1500 \Omega - 72 \Omega - 1 \Omega = 1427 \Omega$ 。

13. 【答案】(1) $3 \times 10^6 \text{ Pa}$ (4 分) (2) $\frac{13}{20}$ (4 分)

【解析】(1) 假设打气前储气罐内气体压强是 p_1 , 由于温度保持不变,

由玻意耳定律可得

$$p_1 V_0 + n p_0 V_p = p_2 V_0 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } p_1 = 3 \times 10^6 \text{ Pa} \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 打气后拿到户外罐中气体在温度为 T_2 , 压强为 p_3 时体积为 V ,

$$\text{由理想气体状态方程可得 } \frac{p_2 V_0}{T_1} = \frac{p_3 V}{T_2} \quad (1 \text{ 分})$$

放出的气体与刚完成打气时的罐中的气体质量

$$\text{之比 } \frac{m_{\text{放}}}{m} = \frac{V_{\text{放}}}{V} = \frac{V - V_0}{V} \quad (1 \text{ 分})$$

代入数据得 $\frac{m_{\text{放}}}{m} = \frac{13}{20}$ (2 分) (其他方法合理均给分)

14. 【答案】(1) $\frac{v_0}{2}$ (5 分) (2) $-\frac{17mv_0^2}{256}$ (7 分)

【解析】(1) 小球 P 运动到最高点时, 设小球 Q 速度大小为 v , 小球 P 速度大小为 v_P , 两球速度与杆夹角大小相等, 设为 θ , 则有 $v_P \cos \theta = v \cos \theta$ (2 分)

小球 P 从 A 点运动到竖直环最高点的过程中, 两小球组成的系统机械能守恒,

$$\text{有 } \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} m v_P^2 + mgR \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v = \frac{v_0}{2} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 小球 Q 与挡板碰撞前沿板方向速度 $v_x = v \cos 30^\circ$

$$\text{垂直板方向速度 } v_y = v \sin 30^\circ \quad (1 \text{ 分})$$

小球与挡板碰撞过程, 沿挡板方向,

根据动量定理可得

$$-ft = m v_{x1} - m v_x \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{得 } v_{x1} = \frac{3\sqrt{3}v_0}{16},$$

$$\text{由题意可知, } \frac{v_{y1}}{v_x} = \frac{1}{3}, \text{ 即 } v_{y1} = \frac{\sqrt{3}v_0}{16} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{合速度 } v_1 = \sqrt{v_{x1}^2 + v_{y1}^2} = \frac{\sqrt{30}v_0}{16}$$

$$\text{则 } W = \frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} m v^2 = -\frac{17m v_0^2}{256} \quad (2 \text{ 分})$$

15. 【答案】(1) $\frac{B^2 l_2^2 l_1 v_{10}}{2r}$ (2 分) (2) $\frac{5B^2 l_2^2 l_1}{2m_0 r}$

$$(8 \text{ 分}) \quad (3) \frac{\pi \sqrt{mL}}{2Bl_2} \quad (6 \text{ 分})$$

【解析】(1) 线框进入磁场切割磁感线, 产生的电动势大小为 $E = Bl_2 v_{10}$

$$\text{线圈中的电流大小 } I = \frac{E}{2r} \quad (1 \text{ 分})$$

外力所做功转化为焦耳热

$$\text{即 } W_F = I^2 2r \cdot \frac{l_1}{v_{10}} = \frac{B^2 l_2^2 l_1 v_{10}}{2r} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 在第一个 l_2 边进入磁场的过程中, 设第一个线框完全进入后的速度大小为 v_1

$$-Bl_2 q_1 = m_0 v_1 - m_0 v_{20}$$

$$q_1 = \frac{\Delta \Phi_1}{R_1} = \frac{Bl_1 l_2}{R_1}$$

$$R_1 = r + \frac{r}{3} = \frac{4}{3}r \quad (2 \text{分})$$

在第二个 l_2 边进入磁场的过程中, 设第二个线框完全进入后的速度大小为 v_2

$$-Bl_2q_2 = m_0v_2 - m_0v_1$$

$$q_2 = \frac{\Delta\Phi_2}{R_2} = \frac{Bl_1l_2}{R_2}$$

$$\text{此时回路中的总电阻 } R_2 = \frac{r}{2} + \frac{r}{2} = r \quad (2 \text{分})$$

在第三个 l_2 边进入磁场的过程中, 设第三个线框完全进入后的速度大小为 v_3 , 当 v_{20} 取最小值时 $v_3 = 0$

$$-Bl_2q_3 = m_0v_3 - m_0v_2$$

$$q_3 = \frac{\Delta\Phi_3}{R_3} = \frac{Bl_1l_2}{R_3} \quad (2 \text{分})$$

$$\text{此时回路中的总电阻 } R_3 = \frac{r}{3} + r = \frac{4}{3}r$$

由上述分析可知

$$B^2l_2^2l_1 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) = m_0v_{20}$$

$$B^2l_2^2l_1 \left(\frac{3}{4r} + \frac{4}{4r} + \frac{3}{4r} \right) = m_0v_{20}$$

$$\frac{10B^2l_2^2l_1}{4r} = m_0v_{20}$$

$$\text{解得 } v_{20} = \frac{5B^2l_2^2l_1}{2m_0r} \quad (2 \text{分})$$

(3) 由自感电动势与动生电动势等大反应可知

$$L \frac{\Delta i}{\Delta t} = Bl_2v$$

在 Δt 时间内

$$L \frac{\Delta i}{\Delta t} = Bl_2 \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$L \Delta i = Bl_2 \Delta x \quad (2 \text{分})$$

$$Li = Bl_2x$$

线框所受安培力为

$$F_{\text{安}} = Bl_2i = Bl_2 \frac{Bl_2x}{L} = \frac{B^2l_2^2x}{L} \quad (2 \text{分})$$

故线框所受合外力与位移 x 成正比, 且方向与位移方向相反, 则线框做简谐运动

由简谐运动周期公式可得

$$t = \frac{T}{4} = \frac{2\pi}{4} \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{Lm}{B^2l_2^2}} = \frac{\pi\sqrt{mL}}{2Bl_2} \quad (2 \text{分})$$

多维细目表

题型	题号	分值	必备知识	学科素养				关键能力			预估难度		
				物理观念	科学思维	实验探究	科学态度与责任	理解能力	推理能力	分析综合能力	易	中	难
单选题	1	4	静电平衡	√	√			√			√		
单选题	2	4	运动学图像	√				√			√		
单选题	3	4	交流电四值问题	√				√	√		√		
单选题	4	4	折射定律、临界角公式、全反射条件	√	√			√	√			√	
单选题	5	4	万有引力与航天,拉格朗日点	√	√			√				√	
单选题	6	4	机械能守恒、连接体	√	√			√	√	√			√
单选题	7	4	动量守恒、系统电势能	√	√			√		√			√
多选题	8	6	动量定理及应用	√	√			√			√		
多选题	9	6	波的叠加原理	√	√			√	√	√		√	
多选题	10	6	碰撞、简谐运动、动能定理	√	√		√	√	√	√			√
实验题	11	8	验证机械能守恒	√		√	√	√	√			√	
实验题	12	10	多用电表的使用、欧姆表原理	√		√	√	√	√	√			√
计算题	13	8	气体实验定律	√	√			√	√	√		√	
计算题	14	12	机械能守恒、动能定理、动量定理	√	√			√	√	√		√	
计算题	15	16	电磁感应、安培力、自感现象、简谐运动	√	√			√	√	√			√