

## 三湘名校教育联盟·2023年下学期高二期中联考

## 物 理

本试卷共6页。全卷满分100分,考试时间75分钟。

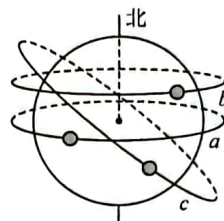
## 注意事项:

1. 答题前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在本试卷和答题卡上。
2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡上对应的答案标号涂黑,如有改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案;回答非选择题时,将答案写在答题卡上,写在本试卷上无效。
3. 考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

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。

1. 如图所示,三颗人造卫星正在围绕地球做匀速圆周运动,则下列有关说法正确的是

- A. 卫星可能的轨道为  $a$ 、 $b$ 、 $c$
- B. 卫星可能的轨道为  $a$ 、 $c$
- C. 静止轨道卫星可能的轨道为  $a$ 、 $c$
- D. 静止轨道卫星可能的轨道为  $a$ 、 $b$

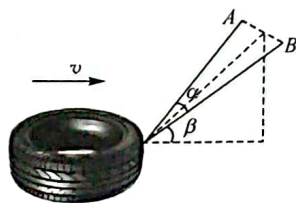


2. 关于机械振动,下列说法正确的是

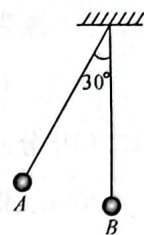
- A. 简谐运动是一种匀变速直线运动
- B. 物体做机械振动时的振动图像都满足正弦规律
- C. 物体做受迫振动达到稳定状态时,振动频率等于驱动力频率
- D. 只要驱动力频率超过物体的固有频率,就会发生共振现象

3. 某中学开学军训,学员在水平地面上进行拉轮胎的负荷训练,若在拉动后的一段时间内,学员用两根轻绳拉着轮胎做匀速直线运动。如图所示,运动过程中保持两绳的端点  $A$ 、 $B$  等高,两绳间的夹角为  $\alpha$ ,所在平面与水平面夹角恒为  $\beta$ 。已知轮胎重为  $G$ ,每根绳的拉力大小为  $F$ ,则轮胎运动过程受到地面摩擦力大小为

- A.  $F \sin \alpha \sin \beta$
- B.  $2F \cos \frac{\alpha}{2} \sin \beta$
- C.  $2F \cos \frac{\alpha}{2} \cos \beta$
- D.  $2F \cos \alpha \sin \frac{\beta}{2}$



4. 如图所示,  $A$ 、 $B$  是两个用等长细线悬挂起来的大小可忽略不计的小球,  $m_B = 5m_A$ .  $B$  球静止, 拉起  $A$  球, 使细线与竖直方向偏角为  $30^\circ$ , 由静止释放, 在最低点  $A$  与  $B$  发生弹性碰撞. 不计空气阻力, 则关于碰后两小球的运动, 下列说法正确的是

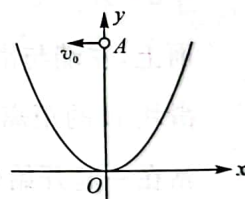


- A.  $A$  静止,  $B$  向右, 且偏角小于  $30^\circ$
- B.  $A$  向左,  $B$  向右, 且  $A$ 、 $B$  两球偏角都等于  $30^\circ$
- C.  $A$  向左,  $B$  向右,  $A$  球偏角大于  $B$  球偏角, 且都小于  $30^\circ$
- D.  $A$  向左,  $B$  向右,  $A$  球偏角等于  $B$  球偏角, 且都小于  $30^\circ$

5. 某人用高压水枪给船体除锈, 水枪喷出水柱的直径为  $D$ , 水流速度大小为  $v$ , 水柱与船体表面垂直, 水柱冲击船体后水的速度为零. 已知水的密度为  $\rho$ , 下列说法正确的是

- A. 水对船的作用力大于船对水的作用力
- B. 从喷出开始的整个除锈过程, 水柱的机械能守恒
- C.  $t$  时间内高压水枪喷出水的质量为  $\frac{4}{3}\pi\rho vtD^2$
- D. 水柱对船体表面的平均冲力大小为  $\frac{1}{4}\pi\rho v^2 D^2$

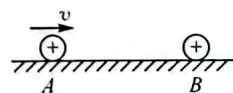
6. 如图所示, 在竖直的平面直角坐标系  $xOy$  中, 一无阻挡的抛物线边界  $y = x^2$  把平面分为两部分, 在  $y$  轴上  $A$  处有一可视为质点的小球以  $v_0 = 2\sqrt{5}$  m/s 的初速度垂直于  $y$  轴射出, 已知  $OA = 5$  m, 不计空气阻力, 重力加速度  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>, 则



- A. 小球到达边界的时间为  $\frac{2\sqrt{5}}{5}$  s
- B. 小球到达边界的位置为  $(-2 \text{ m}, 4 \text{ m})$
- C. 小球到达  $x$  轴时速度方向与  $x$  轴负方向成  $30^\circ$
- D. 经过一定的时间, 小球速度方向可能和  $y$  轴平行

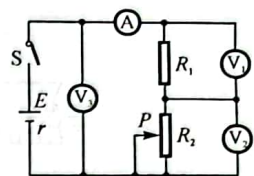
二、选择题: 本题共 4 小题, 每小题 5 分, 共 20 分. 在每小题给出的四个选项中, 有多项符合题目要求. 全部选对的得 5 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分.

7. 如图所示, 在光滑绝缘水平面上有  $A$ 、 $B$  两个带正电的小球,  $m_A = 2m_B$ ,  $2q_A = q_B$ . 开始时  $B$  球静止,  $A$  球以初速度  $v$  水平向右运动, 在相互作用的过程中  $A$ 、 $B$  始终沿同一直线运动, 以初速度  $v$  的方向为正方向, 则



- A.  $A$ 、 $B$  的动量变化量大小相等
- B.  $A$ 、 $B$  组成的系统总动量守恒
- C.  $A$ 、 $B$  的动量变化率相同
- D.  $A$ 、 $B$  组成的系统机械能守恒

8. 在如图所示的电路中,闭合开关 S,当滑动变阻器的滑动触头  $P$  向下滑动时,四个理想电表的示数都发生变化,电表的示数分别用  $I$ 、 $U_1$ 、 $U_2$  和  $U_3$  表示,电表示数变化量的绝对值分别用  $\Delta I$ 、 $\Delta U_1$ 、 $\Delta U_2$  和  $\Delta U_3$  表示.下列判断正确的是



A.  $\frac{U_1}{I}$  不变,  $\frac{\Delta U_1}{\Delta I}$  不变

B.  $\frac{U_2}{I}$  变大,  $\frac{\Delta U_2}{\Delta I}$  变大

C.  $\Delta U_1 > \Delta U_2$

D.  $\Delta U_3 < \Delta U_2$

9. 民族运动会上有一骑射项目如图所示,运动员骑在奔跑的马上,弯弓放箭射击侧向的固定目标.假设运动员骑马奔驰的速度为  $v_1$ ,运动员静止时射出的箭速度为  $v_2$ ,跑道离固定目标的最近距离为  $d$ .已知  $v_1 > v_2$ ,要想命中目标射出的箭在空中飞行距离最短,则



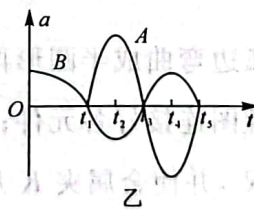
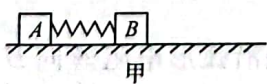
A. 若箭的实际运动方向和马的速度方向的夹角为  $\theta$ ,则  $\sin \theta = \frac{v_2}{v_1}$

B. 若箭的实际运动方向和马的速度方向的夹角为  $\theta$ ,则  $\sin \theta = \frac{\sqrt{v_1^2 - v_2^2}}{v_1}$

C. 箭射到固定目标的时间为  $\frac{d}{v_2}$

D. 箭射到固定目标的时间为  $\frac{dv_1}{v_2 \sqrt{v_1^2 - v_2^2}}$

10. 如图甲所示,质量分别为  $m_A$  和  $m_B$  的两物体 A、B 用轻弹簧连接置于光滑水平面上,初始时两物体被锁定,弹簧处于压缩状态.  $t=0$  时刻将 B 物体解除锁定,  $t=t_1$  时刻解除 A 物体的锁定,此时 B 物体的速度为  $v_0$ ,A、B 两物体运动的  $a-t$  图像如图乙所示,其中  $S_1$  和  $S_2$  分别表示  $0 \sim t_1$  时间内和  $t_1 \sim t_3$  时间内 B 物体的  $a-t$  图像与坐标轴所围面积的大小,则下列说法正确的是



A.  $0 \sim t_3$  时间内 A、B 组成的系统动量守恒

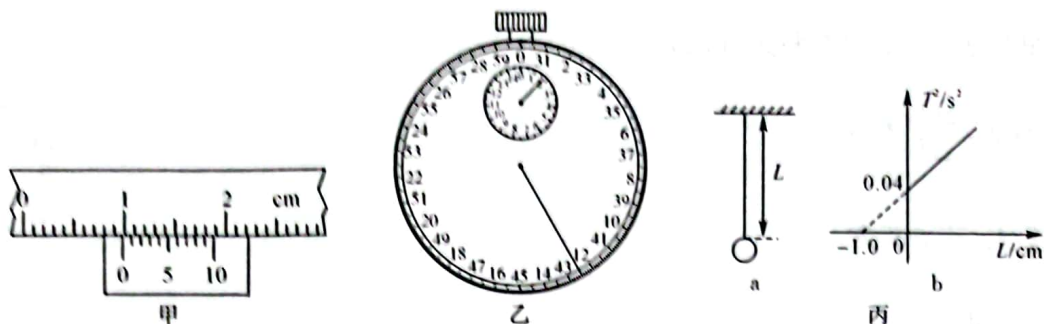
B.  $m_A < m_B$

C.  $S_1 > S_2$

D.  $t_3 \sim t_5$  时间内 A、B 间距离先减小后增大

三、非选择题：本题共 5 小题，共 56 分。

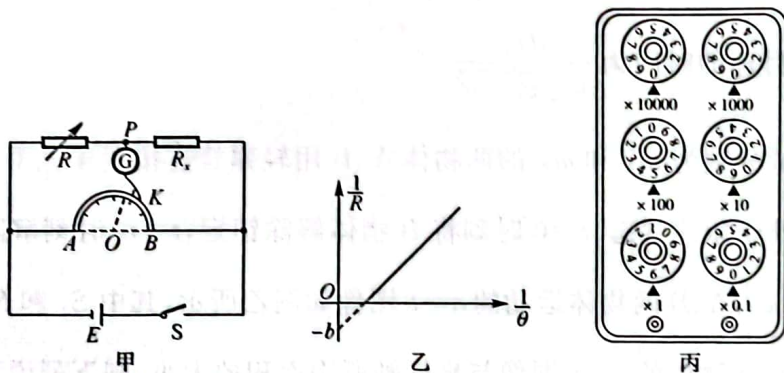
11. (8 分) 某实验小组在利用单摆测定当地重力加速度的实验中：



(1) 用游标卡尺测定摆球的直径，测量结果如图甲所示，则该摆球的直径为 1.02 cm。摆动时偏角满足的条件是偏角小于  $5^\circ$ ，为了减小测量周期的误差，计时开始时，应从摆球经过最低点的位置开始计时，且用停表测量单摆完成多次全振动所用的时间，求出周期。图乙中停表示数为 50.00 s。

(2) 他们更换摆球后测出了摆线长度  $L$ ，如图丙 a 所示。通过改变悬线长度  $L$ ，测出对应的摆动周期  $T$ ，获得多组  $T$  与  $L$  的值，再以  $T^2$  为纵轴、 $L$  为横轴画出函数关系图像如图丙 b 所示。由图像可知，该摆球的半径  $r =$  0.02 m，当地重力加速度  $g =$  9.8  $\text{m/s}^2$ 。（均保留两位有效数字）

12. (9 分) 某物理兴趣小组的同学利用量角器、一段均匀电阻丝、电阻箱及灵敏电流计设计了一个测量电阻  $R_x$  的方案，实验电路如图甲所示。



实验步骤如下：

- ① 将电阻丝紧贴量角器弧边弯曲成半圆形再将其两端点  $A$ 、 $B$  接入电路；
- ② 按图甲所示的电路原理图连接好各元件；
- ③ 将电阻箱的阻值调至  $R_1$ ，并使金属夹  $K$  从  $A$  端沿弧形电阻丝向  $B$  移动，当灵敏电流计的示数为零时，停止移动金属夹，此时从量角器上读出  $OA$  与  $OK$  间的夹角  $\theta$ （单位为弧度）；
- ④ 改变电阻箱的阻值，重复步骤③，测得多组  $(\theta, R)$  值；
- ⑤ 整理数据并在坐标纸上描点绘图，所得图像如图乙所示。

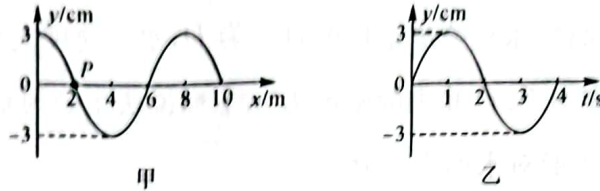
根据分析，试回答下列问题：

(1) 某次调节电阻箱的示数如图丙所示，则此时电阻箱接入电路的电阻为 11111  $\Omega$ ；

(2) 已知图乙中图线与纵轴的截距为  $-b$ , 由此可求得  $R_x =$  \_\_\_\_\_, 若考虑电流计的内阻,  $R_x$  的测量值 \_\_\_\_\_ (填“有”或“无”) 系统误差;

(3) 实验时, 当金属夹  $K$  调至某位置时, 该小组的同学因为观察不仔细, 认为灵敏电流计的读数已经为零, 实际上, 灵敏电流计还有从  $K$  到  $P$  的电流, 那么此时测出  $R_x$  的值与真实值相比 \_\_\_\_\_ (填“偏小”“相等”或“偏大”).

13. (10分) 如图甲所示为某一简谐横波在  $t=0$  时刻的图像,  $x=2\text{ m}$  处的质点  $P$  的振动图像如图乙所示. 求:



(1) 该波的传播方向和波速  $v$ ;

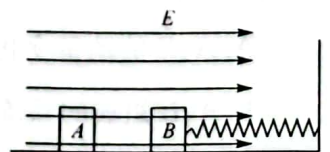
(2)  $0 \sim 17\text{ s}$  内质点  $P$  运动的路程.

14. (12分) 如图所示, 光滑绝缘水平地面上有滑块  $A$ 、 $B$ , 质量均为  $m_0 = 1\text{ kg}$ , 其中滑块  $A$  带有  $q = +2 \times 10^{-2}\text{ C}$  的电荷量, 滑块  $B$  不带电且绝缘. 一劲度系数  $k = 200\text{ N/m}$  的轻弹簧右端固定于墙面上, 左端与滑块  $B$  相连. 现给空间加上水平向右的匀强电场, 电场强度大小  $E = 1000\text{ V/m}$ . 在与滑块  $B$  的距离  $d = 0.3\text{ m}$  处将滑块  $A$  由静止释放, 与静止的滑块  $B$  发生碰撞 (碰撞时间很短) 后粘在一起开始做简谐运动. 两滑块均可视为质点, 在运动过程中, 弹簧的形变始终在弹性限度内, 已知弹簧的形变量为  $x$  时, 弹性势能  $E_k = \frac{1}{2} kx^2$ . 求:

(1) 两滑块碰撞过程中损耗的机械能的大小;

(2) 两滑块碰后运动半个周期的路程;

(3) 滑块  $B$  从开始运动到第一次运动到最左端所用的时间. (已知  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ ,  $T$  为简谐运动周期,  $k$  为劲度系数,  $m$  为振子质量)

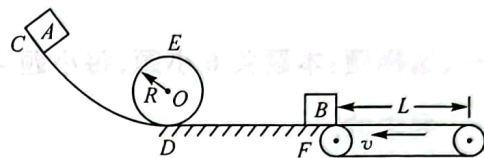


15. (17分)如图,光滑轨道  $CDEF$  是一“过山车轨道”的简化模型,最低点  $D$  处入口、出口不重合,  $E$  点是半径为  $R=0.5\text{ m}$  的竖直圆轨道的最高点,  $DF$  部分水平,末端  $F$  点与其右侧的水平传送带平滑连接,传送带以速率  $v=1\text{ m/s}$  逆时针匀速转动,水平部分长度  $L=2\text{ m}$ . 物块  $B$  静止在水平面的最右端  $F$  处. 质量为  $m_A=2\text{ kg}$  的物块  $A$  从轨道上某点由静止释放,恰好通过竖直圆轨道最高点  $E$ , 然后与  $B$  发生碰撞并粘在一起. 若  $B$  的质量是  $A$  的  $k$  倍,  $A$ 、 $B$  与传送带的动摩擦因数均为  $\mu=0.1$ , 物块均可视为质点,物块  $A$  与物块  $B$  的碰撞时间极短,重力加速度  $g=10\text{ m/s}^2$ .

(1)求物块  $A$  释放点距水平轨道的高度  $H$ ;

(2)求  $k=4$  时物块  $A$ 、 $B$  在传送带上向右滑行的最远距离;

(3)讨论  $k$  在不同数值范围时,  $A$ 、 $B$  碰撞后传送带对它们所做的功  $W$  的表达式.



## 参考答案、提示及评分细则

1. B 人造卫星若围绕地球做匀速圆周运动,则人造地球卫星由万有引力提供向心力,万有引力的方向指向地心,所以卫星做圆周运动的圆心与地心必定重合,根据图可知,轨道  $b$  的圆心不在地心,故不可能是卫星轨道,轨道  $a$ 、 $c$  的圆心在地心,故其可能是卫星的轨道,即卫星可能的轨道为  $a$ 、 $c$ . 故选 B.
2. C 简谐运动的加速度时刻在变,故是一种非匀变速运动, A 错误;物体做机械振动时的振动图像不一定都满足正弦规律,只有简谐运动才满足正弦规律, B 错误;根据受迫振动的特征可知,物体做受迫振动达到稳定状态时,振动频率等于外界驱动力频率, C 正确;只有驱动力频率等于物体的固有频率,才会发生共振现象, D 错误.
3. C 根据题意,由几何关系可知,两绳拉力的合力大小为  $F_{\text{合}}=2F\cos\frac{\alpha}{2}$ ,方向与地面成  $\beta$  角,对轮胎受力分析,由平衡条件有  $f=F_{\text{合}}\cos\beta=2F\cos\frac{\alpha}{2}\cos\beta$ , 故选 C.
4. C 设 A 球到达最低点的速度为  $v$ ,在最低点 A 与 B 发生弹性碰撞后, A 球的速度为  $v_A$ , B 球的速度为  $v_B$ ,规定向右为正方向. 由动量守恒可得  $m_A v = m_A v_A + m_B v_B$ ,由机械能守恒可得  $\frac{1}{2}m_A v^2 = \frac{1}{2}m_A v_A^2 + \frac{1}{2}m_B v_B^2$ ,可得  $v_A = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B}v = -\frac{2}{3}v$ ,  $v_B = \frac{2m_A}{m_A + m_B}v = \frac{1}{3}v$ ,故 A 向左, B 向右. 设碰后 A 球偏角为  $\theta$ ,绳长为  $L$ ,由机械能守恒  $\frac{1}{2}m_A v_A^2 = m_A g L(1 - \cos\theta)$  故  $\cos\theta = 1 - \frac{v_A^2}{2gL}$ ,可见偏角与小球在最低点的速度大小有关,与质量无关,故 A 球偏角大于 B 球偏角,且都小于 A 球原来的偏角  $30^\circ$ . 故选 C.
5. D 由牛顿第三定律可知,水对船的作用力与船对水的作用力大小相等,故 A 错误;水柱冲击船体后速度变为零,动能减小,势能不变,水柱的机械能减小,故 B 错误; $t$  时间内高压水枪喷出水的质量  $m_0 = \rho V = \rho\pi \cdot \frac{D^2}{4}vt = \frac{1}{4}\pi\rho vtD^2$ ,故 C 错误;设水柱对船体表面的平均冲击力大小为  $F$ ,由动量定理有  $Ft = mv$ ,即  $Ft = \frac{1}{4}\pi\rho vD^2 \cdot t \cdot v$ ,解得  $F = \frac{1}{4}\pi\rho v^2 D^2$ , 故选 D.
6. B 小球做平抛运动,则其运动过程中的坐标为  $x = -v_0 t$ ,  $y = 5 - \frac{1}{2}gt^2$ ,联立解得小球做平抛运动的轨迹满足  $y = -\frac{1}{4}x^2 + 5$ ,题中所给抛物线方程为  $y = x^2$ ,则联立可得小球轨迹与抛物线交点为  $(-2\text{ m}, 4\text{ m})$ ,则小球到达边界时间为  $t = \frac{-2}{-2\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{5}}{5}\text{ s}$ ,故 A 错误、B 正确;小球做平抛运动,则下落 OA 高度时,竖直方向的速度大小为  $v_y = \sqrt{2gOA} = \sqrt{2 \times 10 \times 5}\text{ m/s} = 10\text{ m/s}$ ,则到达  $x$  轴时速度方向与水平方向的夹角  $\theta$  满足  $\tan\theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{10}{2\sqrt{5}} = \sqrt{5}$  可知  $\theta$  不为  $30^\circ$ ,故 C 错误;由于水平方向有初速度,故小球速度不可能与  $y$  轴平行,故 D 错误.
7. AB 两球相互作用过程中 A、B 组成的系统的合外力为零,系统的总动量守恒,则 A、B 动量变化量大小相等、方向相反,故 A、B 正确;由动量定理  $Ft = \Delta p$  可知,动量的变化率等于物体所受的合外力, A、B 两球各自所受的合外力大小相等、方向相反,所受的合外力不同,则动量的变化率不同,故 C 错误;两球间斥力对两球做功,电势能变化,总机械能在变化,故 D 错误.

8. AD  $R_1$  是定值电阻,有  $R_1 = \frac{U_1}{I} = \frac{\Delta U_1}{\Delta I}$  都不变,故 A 正确;当滑动变阻器的滑动触头  $P$  向下滑动时, $R_2$  变大, $R_2$  是可变电阻,有  $\frac{U_2}{I} = R_2$ ,所以  $\frac{U_2}{I}$  变大,根据闭合电路欧姆定律得  $U_2 = E - I(R_1 + r)$ ,则  $\frac{\Delta U_2}{\Delta I} = R_1 + r$ ,不变,故 B 错误;根据动态电路  $U_1$  变小, $U_2$ 、 $U_3$  变大,根据闭合电路欧姆定律得  $U_3 = E - Ir$ ,则  $\frac{\Delta U_3}{\Delta I} = r$ ,所以  $\Delta U_1 < \Delta U_2$ ,  $\Delta U_3 < \Delta U_2$ ,故 C 错误、D 正确.

9. AD 已知  $v_1 > v_2$ ,要想命中目标射出的箭在空中飞行距离最短,则合速度方向与射出的箭速度方向垂直,若箭的实际运动方向和马的速度方向的夹角为  $\theta$ ,则  $\sin \theta = \frac{v_2}{v_1}$ ,故 A 正确、B 错误;箭的实际位移为  $\frac{d}{\sin \theta}$ ,实际速度  $\sqrt{v_1^2 - v_2^2}$ ,所以箭射到固定目标的时间为  $t = \frac{\frac{d}{\sin \theta}}{\sqrt{v_1^2 - v_2^2}} = \frac{dv_1}{v_2 \sqrt{v_1^2 - v_2^2}}$ ,故 C 错误、D 正确.

10. BCD 由题意可知  $0 \sim t_1$  时间内 A 未解除锁定,系统动量不守恒,故 A 不正确;在  $t_1$  时刻后 A、B 在水平方向上只受弹簧的弹力,弹簧对 A、B 的弹力大小始终相等;通过图乙可知, $t_2$  时刻, A 的加速度大小比 B 的加速度大小大,根据牛顿第二定律可知  $m_A < m_B$ ,故 B 正确;在  $t_1$  时刻,弹簧处于原长状态且弹性势能为零, $0 \sim t_1$  时间内弹簧的弹性势能全部转化为 B 的动能,此时 B 的速度最大; $S_1$  为  $0 \sim t_1$  时间内速度的变化量,即 B 此时的速度大小  $v_0 = S_1$ ;  $t_1 \sim t_3$  时间内,弹簧弹力作用使得 A 加速, B 减速,弹性势能转化为 A、B 的动能,在  $t_3$  时刻加速度为零,弹力为零,弹性势能为零.  $t_1$  和  $t_3$  时刻, A、B 系统相当于发生弹性碰撞,由动量守恒  $m_B v_0 = m_B v_B + m_A v_A$ ,动能守恒  $\frac{1}{2} m_B v_0^2 = \frac{1}{2} m_B v_B^2 + \frac{1}{2} m_A v_A^2$  解得  $v_B = \frac{m_B - m_A}{m_B + m_A} v_0$ ,因  $m_A < m_B$ ,则 B 的速度不为零且水平向右,  $S_2$  表示  $t_1 \sim t_3$  时间内 B 物体的速度减少量,则  $v_0 - v_B = S_1 - S_2 > 0$  故  $S_1 > S_2$  故 C 正确;  $t_3$  和  $t_5$  时刻 A 的加速度为 0,弹簧为原长,  $t_4$  时刻 A、B 共速,弹簧最短,所以 A、B 间距离先减小后增大,故 D 正确.

11. (1) 0.98(2 分) 2.05(2 分)

(2) 0.010(或  $1.0 \times 10^{-2}$ , 2 分) 9.9(2 分)

解析:(1) 10 分度游标卡尺的精确度为 0.1 mm,由题图可知,其直径为  $d = 0.9 \text{ cm} + 8 \times 0.1 \text{ mm} = 0.98 \text{ cm}$ ,题图中停表示数为单摆全振动 50 次所需的时间,时间为  $t = 60 \text{ s} + 42.5 \text{ s} = 102.5 \text{ s}$ ,则周期为  $T = \frac{t}{n} = 2.05 \text{ s}$ .

(2) 根据单摆的周期公式有  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L+r}{g}}$  整理有  $T^2 = \frac{4\pi^2}{g}(L+r)$ ,结合图像可知,摆球的半径为  $r = 1.0 \text{ cm} = 0.010 \text{ m}$ ,图像的斜率为  $k = \frac{4\pi^2}{g} = 4 \text{ s}^2/\text{m}$  解得  $g = \pi^2 \text{ m/s}^2 = 9.9 \text{ m/s}^2$ .

12. (1) 596.0(2 分)

(2)  $\frac{1}{b}$ (2 分) 无(2 分)

(3) 偏小(3 分)

解析:(1) 电阻箱的读数为  $5 \times 100 \Omega + 9 \times 10 \Omega + 6 \times 1 \Omega + 0 \times 0.1 \Omega = 596.0 \Omega$ ;

(2) 由题意可知,此方法是电桥法测电阻,当电流表示数为零时,  $R$  与  $R_x$  串联,  $R$  与 AK 并联;同时  $R_x$  与 BK 并联,所以有  $I_1 R = I_2 R_{AK}$ ,  $I_1 R_x = I_2 R_{BK}$ ,化简可得  $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_{AK}}{R}$ ,  $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_{BK}}{R_x}$ ,最后,得被测电阻的阻值为  $R_x = \frac{R R_{BK}}{R_{AK}} = \frac{R(\pi - \theta)}{\theta}$ ,整理得  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_x} \frac{\pi}{\theta} - \frac{1}{R_x}$ ,由此可求得  $R_x = \frac{1}{b}$ ,则  $R_x$  与灵敏电流计的内阻无关,故若考虑电流计的内阻,  $R_x$  测量值无系统误差.



(3)若使灵敏电流计示数为零,则需减小 $\theta$ (或增大电阻箱阻值 $R$ ),由 $R_x = \frac{R(\pi - \theta)}{\theta}$ 知,此时测出 $R_x$ 的值小于真实值.

13. 解:(1)由质点 $P$ 的振动图像可以看出,0时刻质点 $P$ 向上振动,根据上下坡法可知,该波沿 $x$ 轴正方向传播.  
(2分)

由图甲知 $\lambda = 8\text{ m}$ ,所以波速 $v = \frac{\lambda}{T}$  (3分)

得 $v = 2\text{ m/s}$  (2分)

(2) $s = \frac{17}{4} \times 4 \times 3\text{ cm} = 51\text{ cm}$  (3分)

14. 解:(1)设滑块 $A$ 与滑块 $B$ 碰撞前速度为 $v_0$ ,由动能定理得

$$qEd = \frac{1}{2}m_0v_0^2 \quad (1\text{分})$$

解得 $v_0 = 2\sqrt{3}\text{ m/s}$

设滑块 $A$ 与滑块 $B$ 碰撞后速度为 $v$ ,由动量守恒得

$$m_0v_0 = 2m_0v \quad (1\text{分})$$

解得 $v = \sqrt{3}\text{ m/s}$

$$\Delta E = \frac{m_0v_0^2}{2} - \frac{m_0v^2}{2} = 3\text{ J} \quad (1\text{分})$$

(2) $A$ 、 $B$ 滑块一起做简谐运动,设在平衡位置处弹簧形变量为 $x_1$ ,有

$$kx_1 = qE \quad (1\text{分})$$

解得 $x_1 = 0.1\text{ m}$

$A$ 、 $B$ 滑块碰后一起向右运动,设弹簧的最大形变量为 $x_2$ ,由能量守恒得

$$qEx_2 + \frac{1}{2} \cdot 2m_0v^2 = \frac{1}{2}kx_2^2 \quad (1\text{分})$$

解得 $x_2 = 0.3\text{ m}$

简谐运动的振幅为 $A = x_2 - x_1 = 0.2\text{ m}$  (1分)

半个周期的路程 $s = 2A = 0.4\text{ m}$  (1分)

(3)简谐运动的周期为 $T = 2\pi\sqrt{\frac{2m_0}{k}} = \frac{\pi}{5}\text{ s}$  (1分)

滑块 $B$ 开始运动的位置相对于平衡位置的位移为 $x_1 = \frac{1}{2}A$  (1分)

由振动方程有 $x = A\cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \frac{\pi}{3}\right)$ 可得 $t = \frac{5}{6}T$  (2分)

所以滑块 $B$ 开始运动至第一次返回出发点的时间 $t = \frac{1}{6}\pi\text{ s}$  (1分)

15. 解:(1)物块 $A$ 恰好通过竖直圆轨道最高点 $E$ ,则在 $E$ 点有

$$m_Ag = m_A \frac{v_E^2}{R} \quad (1\text{分})$$

物块 $A$ 从释放到 $E$ 点,根据动能定理有

$$m_Ag(H - 2R) = \frac{1}{2}m_Av_E^2 \quad (1\text{分})$$

解得 $H = 1.25\text{ m}$  (1分)

(2)物块 A 释放到与物块 B 碰撞之前过程,根据动能定理有

$$m_A g H = \frac{1}{2} m_A v_F^2 \quad (1 \text{ 分})$$

解得  $v_F = 5 \text{ m/s}$  (1 分)

$k=4$  时,物块 A、B 碰撞过程,根据动量守恒定律有

$$m_A v_F = (m_A + m_B) v_0 \quad (1 \text{ 分})$$

解得  $v_0 = 1 \text{ m/s}$

物块 A、B 在皮带上先向右做匀减速直线运动减速至 0 的位移  $x_0 = \frac{v_0^2}{2\mu g} = 0.5 \text{ m} < L$  (1 分)

可知, $k=4$  时物块 A、B 在传送带上向右滑行的最远距离为 0.5 m (1 分)

(3)A、B 碰撞过程动量守恒,则有

$$m_A v_F = (m_A + m_B) v_1 \quad (1 \text{ 分})$$

①如果 A、B 能够从传送带右端飞出,则有

$$\frac{1}{2} (m_A + m_B) v_1^2 > \mu (m_A + m_B) g L \quad (1 \text{ 分})$$

解得  $k < 1.5$  (1 分)

传送带对 A、B 做的功为

$$W_1 = -\mu (m_A + m_B) g L = -4(k+1)J \quad (1 \text{ 分})$$

②当  $v_1 \leq v = 1 \text{ m/s}$  时 (1 分)

解得  $k \geq 4$  (1 分)

此时,A、B 返回到传送带左侧时速度仍然为  $v_1$ ,故这个过程传送带对 A、B 做的功为

$$W_2 = 0 \quad (1 \text{ 分})$$

③当  $1.5 \leq k < 4$  时,A、B 先沿传送带向右减速至速度为 0,再向左加速,当速度加速至与皮带速度相等后与传送带一起匀速运动到皮带的左端,对 A、B 分析,根据动能定理有

$$W_3 = \frac{1}{2} (m_A + m_B) v^2 - \frac{1}{2} (m_A + m_B) v_1^2 \quad (1 \text{ 分})$$

解得  $W_3 = \frac{k^2 + 2k - 24}{k+1} J$  (1 分)