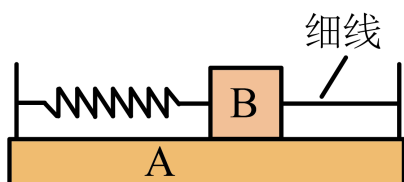


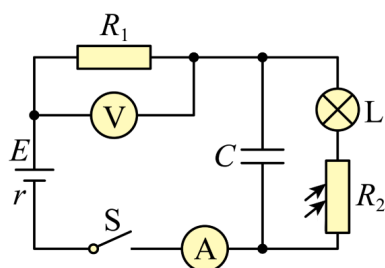
## 24 级物理试题（10 月 25 日）

### 一、选择题（1-8 单选，9-12 多选题）

- 铅蓄电池的电动势为 2V，内阻不为零，以下说法中正确的是（ ）
  - 铅蓄电池每秒能把 2J 的化学能转变为电能
  - 电路中每通过 1C 电量，铅蓄电池对外输出的电能为 2J
  - 电路中每通过 1C 电量，铅蓄电池内部非静电力做功为 2J
  - 该铅蓄电池把其他形式能转化为电能的本领比电动势为 1.5V 的干电池弱
- 如图所示，物块 B 分别通过轻弹簧、细线与水平面上的物体 A 左右端相连，整个系统保持静止。已知所有接触面均光滑，弹簧处于伸长状态。剪断细线后（ ）



- 弹簧恢复原长时，A 的动能达到最大
  - 弹簧压缩最大时，A 的动量达到最大
  - 弹簧恢复原长过程中，系统的动量增加
  - 弹簧恢复原长过程中，系统的机械能增加
- 如图所示，电源的电动势为  $E$ ，内阻为  $r$ ， $R_1$  为定值电阻， $R_2$  为光敏电阻（阻值随光照强度增大而减小）， $C$  为电容器， $L$  为小灯泡，电表均为理想电表，闭合开关 S 电路达到稳定状态后，若增大照射光强度，则（ ）

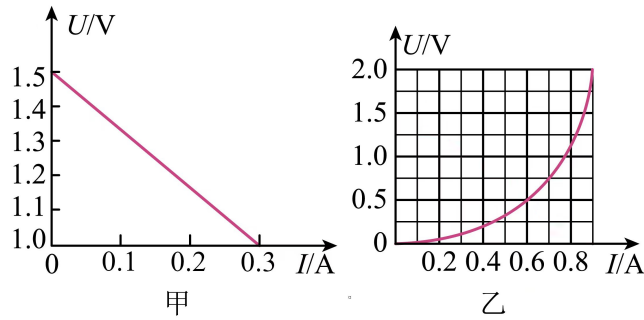


- 小灯泡的功率减小
  - 电容器极板上的电荷量增加
  - 电源的输出功率一定增大
  - 两表示数变化量的比值  $\frac{\Delta U}{\Delta I}$  不变
- 将小球竖直向上抛出，小球从抛出到落回原处的过程中，若所受空气阻力大小与速度大小成正比，则下

列说法正确的是 ( )

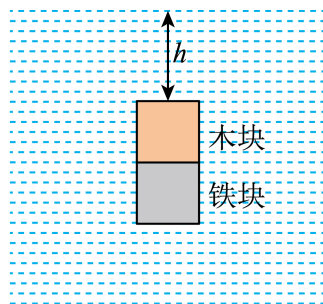
- A. 上升和下落两过程的时间相等
- B. 上升和下落两过程损失的机械能相等
- C. 上升过程合力的冲量大于下落过程合力的冲量
- D. 上升过程的加速度始终小于下落过程的加速度

5. 图甲为某电源的  $U - I$  图线, 图乙为某小灯泡的  $U - I$  图线, 则下列说法中正确的是 ( )



- A. 把电源和小灯泡组成闭合回路, 此时小灯泡功率约为 0.3W
- B. 图甲中随着电流的增大电源电动势逐渐减小
- C. 电源的内阻为  $5\Omega$
- D. 图乙中切线斜率表示小灯泡的电阻

6. 如图, 棱长为  $a$ 、大小形状相同的立方体木块和铁块, 质量为  $m$  的木块在上、质量为  $M$  的铁块在下, 正对用极短细绳连结悬浮在在平静的池中某处, 木块上表面距离水面的竖直距离为  $h$ 。当细绳断裂后, 木块与铁块均在竖直方向上运动, 木块刚浮出水面时, 铁块恰好同时到达池底。仅考虑浮力, 不计其他阻力, 则池深为 ( )

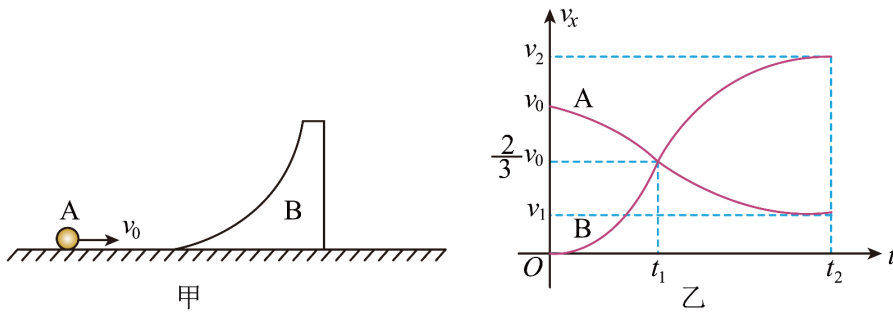


- A.  $\frac{M+m}{M}h$
- B.  $\frac{M+m}{m}(h+2a)$
- C.  $\frac{M+m}{M}(h+2a)$
- D.  $\frac{M+m}{M}h+2a$

7. 如图, 将总质量为 200g 的 2000 粒黄豆从距秤盘 125cm 高处连续均匀地倒在秤盘上, 观察到指针指在刻度为 80g 的位置附近。若每粒黄豆与秤盘在极短时间内垂直碰撞一次, 且碰撞前后速率不变, 重力加速度  $g = 10m/s^2$ , 不计空气阻力, 则持续倾倒黄豆的时间约为 ( )

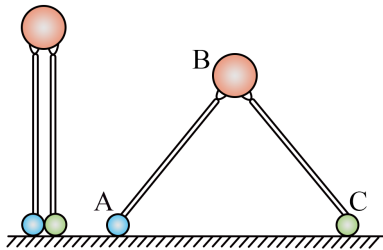


是 ( )



- A. 滑块 B 的质量为小球 A 质量的 2 倍
- B. 小球 A 能够到达的最大高度为  $\frac{5v_0^2}{18g}$
- C. 最终小球离开滑块时, 两者 相对速度大小为  $v_0$
- D. 在  $0 \sim t_1$  时间内, 滑块对小球做的负功大小为  $\frac{1}{9}mv_0^2$

12. 如图所示, 质量分别为  $3M$ 、 $2M$ 、 $M$  的 A、B、C 三个可视为质点的小球通过两根长度均为  $l$  的轻杆和轻质光滑铰链连接, 初始时整个装置通过外力作用静止于竖直平面内, 且两杆呈竖直状态。A、C 位于光滑水平地面上, 某时刻撤去外力, 系统在重力作用下开始运动, 直至 B 球落地。设某时刻两杆之间的夹角为  $\theta$ , 重力加速度为  $g$ , 则 ( )

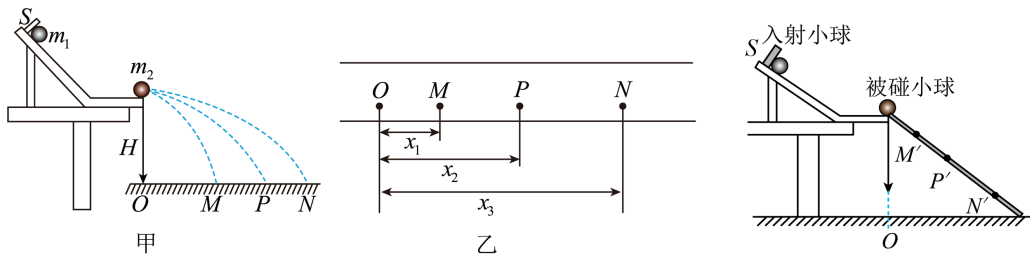


- A. C 球经历先加速后减速的过程
- B. 落地前的瞬间 B 球的速度大小为  $2\sqrt{gl}$
- C. 落地前的瞬间 C 球相对地面的水平位移大小为  $\frac{4}{3}l$
- D. 当  $\theta$  等于  $\frac{\pi}{2}$  时, A、C 两球的速度大小之比为  $\frac{1}{2}$

## 二、实验题

13. 某同学用图甲实验装置验证动量守恒定律。已知入射小球质量为  $m_1$ , 被碰小球质量为  $m_2$ , 记录小球抛出点在水平地面上的竖直投影点  $O$ , 测出碰撞前后两小球的平均落地点的位置  $M$ 、 $P$ 、 $N$  与  $O$  的距离分别

为  $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$ ，如图乙，分析数据：



(1) 若入射小球半径为  $r_1$ ，被碰小球半径为  $r_2$ ，则要求\_\_\_\_\_；

- A.  $m_1 > m_2, r_1 > r_2$
- B.  $m_1 < m_2, r_1 < r_2$
- C.  $m_1 > m_2, r_1 = r_2$
- D.  $m_1 < m_2, r_1 = r_2$

(2) 入射小球从轨道上滑下时，轨道的粗糙程度对实验结论\_\_\_\_\_ (选填“有影响”或“无影响”)；

(3) 若两球碰撞时的动量守恒，应满足的关系式为\_\_\_\_\_ (用题中所给物理量的符号表示)。

(4) 某实验小组用另一组装置验证动量守恒定律，如图所示，在水平槽末端与水平地面间放置了一个斜面，斜面的顶点与水平槽等高且无缝连接，使入射小球仍从斜槽上一点由静止滑下，多次实验，得到两球落在斜面上的平均落点  $M'$ 、 $P'$ 、 $N'$ 。用刻度尺测量斜面顶点到  $M'$ 、 $P'$ 、 $N'$  三点的距离分别为  $l_1$ 、 $l_2$ 、 $l_3$ ，则验证两球碰撞过程中动量守恒的表达式为\_\_\_\_\_ (用所测物理量的符号表示)。

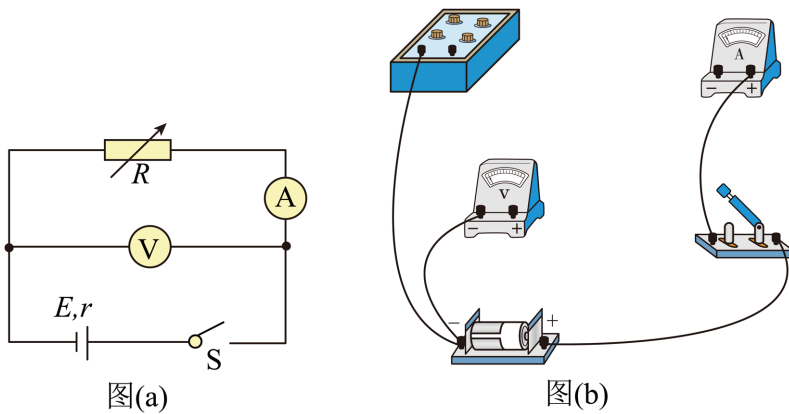
14. 某实验小组为测量干电池的电动势和内阻，设计了如图 (a) 所示电路，所用器材如下：

电压表 (量程  $0 \sim 3V$ ，内阻很大)；

电流表 (量程  $0 \sim 0.6A$ )；

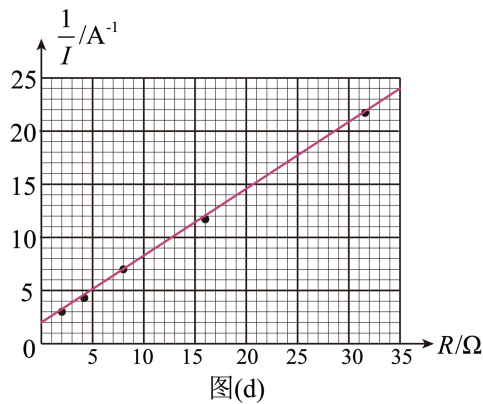
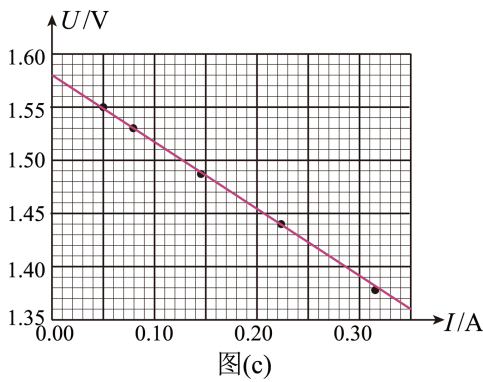
电阻箱 (阻值  $0 \sim 999.9\Omega$ )；

干电池一节、开关一个和导线若干。



(1) 根据图 (a)，完成图 (b) 中的实物图连线\_\_\_\_\_。

(2) 调节电阻箱到最大阻值，闭合开关。逐次改变电阻箱的电阻，记录其阻值  $R$ 、相应的电流表示数  $I$  和电压表示数  $U$ 。根据记录数据作出的  $U - I$  图像如图 (c) 所示，则干电池的电动势为 \_\_\_\_\_ V (保留 3 位有效数字)、内阻为 \_\_\_\_\_  $\Omega$  (保留 2 位有效数字)。



(3) 该小组根据记录数据进一步探究，作出  $\frac{1}{I} - R$  图像如图 (d) 所示。利用图 (d) 中图像的纵轴截距，

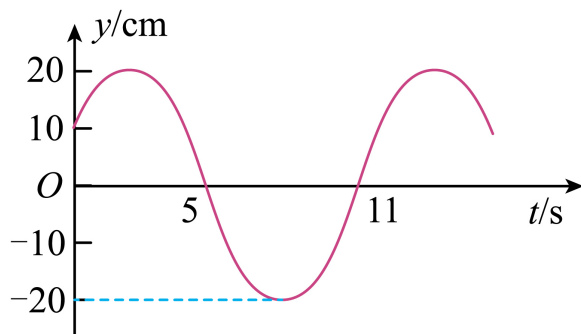
结合 (2) 问得到的电动势与内阻，还可以求出电流表内阻为 \_\_\_\_\_  $\Omega$  (保留 2 位有效数字)。

(4) 由于电压表内阻不是无穷大，本实验干电池内阻的测量值 \_\_\_\_\_ (填“偏大”或“偏小”)。

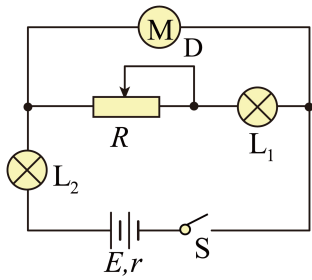
### 三、解答题

15. 如图所示为一弹簧振子 振动图像，求：

- (1) 该振子简谐运动的表达式；
- (2) 在 1s 时，弹簧振子的位移  $x$  是多少？
- (3) 该振子在前 24s 的总位移是多少？路程是多少？



16. 如图所示，电源电动势， $E=8V$ ，内电阻  $r=1\Omega$ ，小灯泡  $L_1$  标有“3V3W”字样，小灯泡  $L_2$  标有“2V4W”字样，电动机 D 内阻  $r_D=0.5\Omega$ ，当闭合电键 S，将滑动变阻器  $R$  的阻值调到  $1\Omega$  时，两灯泡和电动机均能正常工作。求：



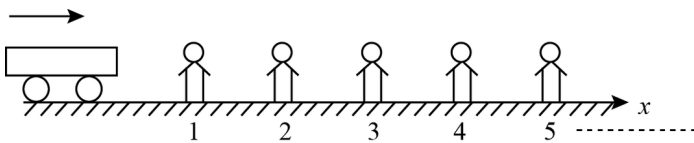
- (1) 流过电动机的电流；
- (2) 电动机输出 机械功率；
- (3) 电源的输出功率。

17. 某游乐园入口旁有一喷泉，喷出的水柱将一质量为  $M$  的卡通玩具稳定地悬停在空中。为计算方便起见，假设水柱从横截面积为  $S$  的喷口持续以速度  $v_0$  竖直向上喷出；玩具底部为平板（面积略大于  $S$ ）；水柱冲击到玩具底板后，在竖直方向水的速度变为零，在水平方向朝四周均匀散开。忽略空气阻力。已知水的密度为  $\rho$ ，重力加速度大小为  $g$ 。求：

- (1) 喷泉单位时间内喷出的水的质量；
- (2) 玩具在空中悬停时，其底面相对于喷口的高度。

18. 如图所示，在  $x$  轴上， $x > 0$  一侧，每隔一段距离站着一个人，每个人手里拿着一个质量为  $5\text{kg}$  的沙袋。一辆质量为  $20\text{kg}$  的小车以  $v_0 = 5\text{m/s}$  向右沿  $x$  轴正方向滑行，不计轨道阻力。当车经过第一个人身旁时，人把沙袋以  $10\text{m/s}$  的速度朝与车速反向沿水平方向扔在车上。试求：

- (1) 第一个人把沙袋扔上去后，车与沙袋共同的速度，以及此过程中车和沙袋损失的动能；
- (2) 当车经过第二个人时，第二个人把沙袋以 2 倍于车速大小且与车速反向扔上车，当经过第三个人时，第三个人同样重复第二个人的动作，照此规律，当车上有几个沙袋时，车会反向滑行。



## 24 级物理试题（10 月 25 日）

### 一、选择题（1-8 单选，9-12 多选题）

1. 铅蓄电池的电动势为 2V，内阻不为零，以下说法中正确的是（ ）
- A. 铅蓄电池每秒能把 2J 的化学能转变为电能
  - B. 电路中每通过 1C 电量，铅蓄电池对外输出的电能为 2J
  - C. 电路中每通过 1C 电量，铅蓄电池内部非静电力做功为 2J
  - D. 该铅蓄电池把其他形式能转化为电能的本领比电动势为 1.5V 的干电池弱

【答案】 C

【解析】

【详解】 ABC. 电动势是描述电源把其它形式的能转化成电能本领大小的物理量，由于铅蓄电池的电动势为 2V，则电路中每通过 1C 电量时，铅蓄电池内部非静电力做功

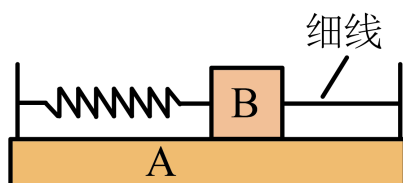
$$W = qE_{\text{电}} = 2\text{J}$$

即电路中每通过 1C 电量时，铅蓄电池将 2J 的化学能转化成电能，但由于内阻不为零，所以铅蓄电池对外输出的电能小于 2J，故 AB 错误，C 正确；

D. 电动势反应电源将其它形式的能转化成电能的本领，因此铅蓄电池把其它形式能转化成电能的本领比一节干电池（电动势是 1.5V）的本领强，故 D 错误。

故选 C。

2. 如图所示，物块 B 分别通过轻弹簧、细线与水平面上的物体 A 左右端相连，整个系统保持静止。已知所有接触面均光滑，弹簧处于伸长状态。剪断细线后（ ）



- A. 弹簧恢复原长时，A 的动能达到最大
- B. 弹簧压缩最大时，A 的动量达到最大
- C. 弹簧恢复原长过程中，系统的动量增加
- D. 弹簧恢复原长过程中，系统的机械能增加

【答案】 A

【解析】

【详解】 对整个系统分析可知合外力为 0，A 和 B 组成的系统动量守恒，得

$$m_A v_A = m_B v_B$$

设弹簧的初始弹性势能为  $E_p$ ，整个系统只有弹簧弹力做功，机械能守恒，当弹簧恢复原长时得

$$E_p = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2$$

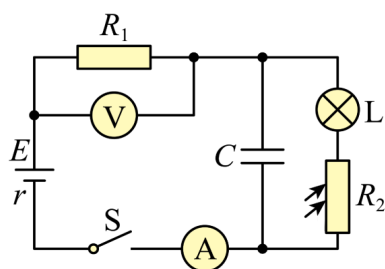
联立得

$$E_p = \frac{1}{2} \left( \frac{m_A^2}{m_B} + m_A \right) v_A^2$$

故可知弹簧恢复原长时物体 A 速度最大，此时物体 A 的动量最大，动能最大。对于系统来说动量一直为零，系统机械能不变。

故选 A。

3. 如图所示，电源的电动势为  $E$ ，内阻为  $r$ ， $R_1$  为定值电阻， $R_2$  为光敏电阻（阻值随光照强度增大而减小）， $C$  为电容器， $L$  为小灯泡，电表均为理想电表，闭合开关  $S$  电路达到稳定状态后，若增大照射光强度，则（ ）



- A. 小灯泡的功率减小
- B. 电容器极板上的电荷量增加
- C. 电源的输出功率一定增大
- D. 两表示数变化量的比值  $\frac{\Delta U}{\Delta I}$  不变

【答案】D

【解析】

【详解】AB. 若增大照射光强度，则  $R_2$  阻值减小，总电阻减小，总电流变大，通过小灯泡的电流变大，可知小灯泡的功率增加， $R_1$  和内阻上的电压变大，则电容器两板电压减小，则电容器极板上的电荷量减小，选项 AB 错误；

C. 当外电阻等于电源内阻时电源输出功率变大，外电阻和内阻的关系不能确定，可知电源的输出功率不一定增大，选项 C 错误；

D. 两表示数变化量的比值

$$\frac{\Delta U}{\Delta t} = R_1$$

不变，选项 D 正确。

故选 D

4. 将小球竖直向上抛出，小球从抛出到落回原处的过程中，若所受空气阻力大小与速度大小成正比，则下列说法正确的是（ ）

- A. 上升和下落两过程的时间相等
- B. 上升和下落两过程损失的机械能相等
- C. 上升过程合力的冲量大于下落过程合力的冲量
- D. 上升过程的加速度始终小于下落过程的加速度

【答案】 C

【解析】

【详解】 D. 小球上升过程中受到向下的空气阻力，下落过程中受到向上的空气阻力，由牛顿第二定律可知上升过程所受合力（加速度）总大于下落过程所受合力（加速度），D 错误；

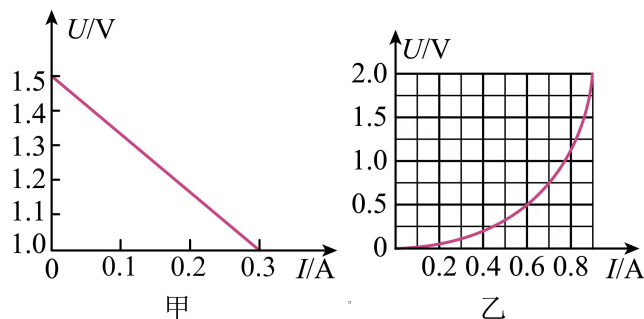
C. 小球运动的整个过程中，空气阻力做负功，由动能定理可知小球落回原处时的速度小于抛出时的速度，所以上升过程中小球动量变化的大小大于下落过程中动量变化的大小，由动量定理可知，上升过程合力的冲量大于下落过程合力的冲量，C 正确；

A. 上升与下落经过同一位置时的速度，上升时更大，所以上升过程中平均速度大于下落过程中的平均速度，所以上升过程所用时间小于下落过程所用时间，A 错误；

B. 经同一位置，上升过程中所受空气阻力大于下落过程所受阻力，由功能关系可知，上升过程机械能损失大于下落过程机械能损失，B 错误。

故选 C。

5. 图甲为某电源的  $U - I$  图线，图乙为某小灯泡的  $U - I$  图线，则下列说法中正确的是（ ）



- A. 把电源和小灯泡组成闭合回路，此时小灯泡功率约为 0.3W
- B. 图甲中随着电流的增大电源电动势逐渐减小

C. 电源的内阻为  $5\Omega$

D. 图乙中切线斜率表示小灯泡的电阻

【答案】 A

【解析】

【详解】 A. 将电源与小灯泡组成回路,  $U - I$  图像的交点即为电灯泡的电压、电流, 根据图乙可知

$$U \approx 0.5\text{V}$$

$$I \approx 0.6\text{A}$$

故此时小灯泡功率约为

$$P = UI = 0.3\text{W}$$

故 A 正确;

BC. 根据闭合电路欧姆定律可知

$$E = U + Ir$$

推得

$$U = E - Ir$$

结合甲图可得纵截距为电动势, 斜率为内阻, 可得

$$E = 1.5\text{V}$$

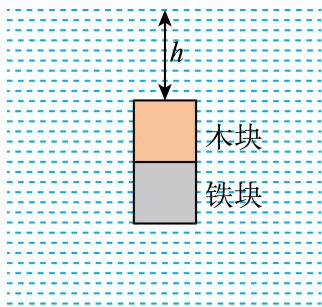
$$r = \frac{5}{3}\Omega$$

电动势不随电流变化与电源自身相关, 故 BC 错误;

D. 由图可知小灯泡为非线性元件, 图线上的点与坐标原点的连线的斜率表示某一电压时的小灯泡电阻, 其割线斜率表示电阻, 故 D 错误。

故选 A。

6. 如图, 棱长为  $a$ 、大小形状相同的立方体木块和铁块, 质量为  $m$  的木块在上、质量为  $M$  的铁块在下, 正对用极短细绳连结悬浮在在平静的池中某处, 木块上表面距离水面的竖直距离为  $h$ 。当细绳断裂后, 木块与铁块均在竖直方向上运动, 木块刚浮出水面时, 铁块恰好同时到达池底。仅考虑浮力, 不计其他阻力, 则池深为 ( )



- A.  $\frac{M+m}{M}h$       B.  $\frac{M+m}{m}(h+2a)$       C.  $\frac{M+m}{M}(h+2a)$       D.  $\frac{M+m}{M}h+2a$

【答案】 D

【解析】

【详解】 设铁块竖直下降的位移为  $d$ ，对木块与铁块系统，系统外力为零，由动量守恒（人船模型）可得

$$0 = mh - Md$$

池深

$$H = h + d + 2a$$

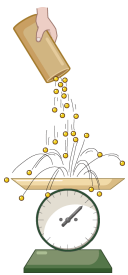
解得

$$H = \frac{M+m}{M}h + 2a$$

D 正确。

故选 D。

7. 如图，将总质量为 200g 的 2000 粒黄豆从距秤盘 125cm 高处连续均匀地倒在秤盘上，观察到指针指在刻度为 80g 的位置附近。若每粒黄豆与秤盘在极短时间内垂直碰撞一次，且碰撞前后速率不变，重力加速度  $g = 10\text{m/s}^2$ ，不计空气阻力，则持续倾倒黄豆的时间约为（ ）



- A. 1.5s      B. 2.5s      C. 3.0s      D. 5.0s

【答案】 B

【解析】

【详解】 黄豆落在秤盘上的速度大小为

$$v = \sqrt{2gh} = 5\text{m/s}$$

设持续倾倒黄豆的时间为  $t$ ，则根据单位时间落在秤盘上的黄豆数量为

$$n = \frac{2000}{t}$$

黄豆对秤盘的撞击力远大于黄豆的重力，故重力可以忽略，由动量定理得

$$F\Delta t = 2nm_0v$$

方程两侧根据时间累计求和可得

$$Ft = 2m_{\text{豆}}v$$

又  $F = 0.8\text{N}$ ，则代入数据可得

$$t = 2.5\text{s}$$

故选 B。

8. 质量相等的 A、B 两球在光滑水平面上均向右沿同一直线运动，A 球的动量为  $p_A = 9\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ，B 球的动量为  $p_B = 3\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ，当 A 球追上 B 球时发生碰撞，则碰后 A、B 两球的动量可能是（ ）

A.  $p'_A = 6\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ， $p'_B = 6\text{kg}\cdot\text{m/s}$

B.  $p'_A = 8\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ， $p'_B = 4\text{kg}\cdot\text{m/s}$

C.  $p'_A = -2\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ， $p'_B = 14\text{kg}\cdot\text{m/s}$

D.  $p'_A = -4\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ， $p'_B = 17\text{kg}\cdot\text{m/s}$

**【答案】** A

**【解析】**

**【详解】** A. A、B 组成的系统受合外力为 0，系统动量守恒，碰撞前总动量为

$$p = p_A + p_B = 9\text{kg}\cdot\text{m/s} + 3\text{kg}\cdot\text{m/s} = 12\text{kg}\cdot\text{m/s}$$

碰撞后总动量为

$$p' = p'_A + p'_B = 6\text{kg}\cdot\text{m/s} + 6\text{kg}\cdot\text{m/s} = 12\text{kg}\cdot\text{m/s}$$

故满足动量守恒；A、B 碰撞前的动能应大于或等于碰撞后的动能，即

$$E_{kA} + E_{kB} \geq E_{kA}' + E_{kB}'$$

碰撞前的总动能为

$$E_{kA} + E_{kB} = \frac{p_A^2}{2m} + \frac{p_B^2}{2m} = \frac{81 + 9}{2m} = \frac{90}{2m}$$

碰撞后的总动能为

$$E_{kA'} + E_{kB'} = \frac{p_A'^2 + p_B'^2}{2m} = \frac{6^2 + 6^2}{2m} = \frac{72}{2m}$$

故满足碰撞前后动能不增加，故此种情况可能存在，故 A 正确；

B. A、B 组成的系统受合外力为 0，系统动量守恒，碰撞前总动量为

$$p = p_A + p_B = 9\text{kg}\cdot\text{m/s} + 3\text{kg}\cdot\text{m/s} = 12\text{kg}\cdot\text{m/s}$$

碰撞后总动量为

$$p' = p_A' + p_B' = 8\text{kg}\cdot\text{m/s} + 4\text{kg}\cdot\text{m/s} = 12\text{kg}\cdot\text{m/s}$$

故满足动量守恒；因碰撞后 A 的球速度应等于或小于 B 球的速度，即  $v_A' \leq v_B'$ ，而由题中数据可得

$$v_A' = \frac{8}{m} > v_B' = \frac{4}{m}$$

故此种情况不可能发生，故 B 错误；

C. A、B 组成的系统受合外力为 0，系统动量守恒，碰撞前总动量为

$$p = p_A + p_B = 9\text{kg}\cdot\text{m/s} + 3\text{kg}\cdot\text{m/s} = 12\text{kg}\cdot\text{m/s}$$

碰撞后总动量为

$$p' = p_A' + p_B' = -2\text{kg}\cdot\text{m/s} + 14\text{kg}\cdot\text{m/s} = 12\text{kg}\cdot\text{m/s}$$

故满足动量守恒；A、B 碰撞前的动能应大于或等于碰撞后的动能，即

$$E_{kA} + E_{kB} \geq E_{kA'} + E_{kB'}$$

碰撞前的总动能为

$$E_{kA} + E_{kB} = \frac{p_A^2}{2m} + \frac{p_B^2}{2m} = \frac{81 + 9}{2m} = \frac{90}{2m}$$

碰撞后的总动能为

$$E_{kA'} + E_{kB'} = \frac{p_A'^2 + p_B'^2}{2m} = \frac{2^2 + 14^2}{2m} = \frac{200}{2m}$$

可知碰撞后的动能增加，故此种情况不可能存在，故 C 错误；

D. A、B 组成的系统受合外力为 0，系统动量守恒，碰撞前总动量为

$$p = p_A + p_B = 9\text{kg}\cdot\text{m/s} + 3\text{kg}\cdot\text{m/s} = 12\text{kg}\cdot\text{m/s}$$

碰撞后总动量为

$$p' = p_A' + p_B' = -4\text{kg}\cdot\text{m/s} + 17\text{kg}\cdot\text{m/s} = 13\text{kg}\cdot\text{m/s}$$

故不满足动量守恒，此种情况不可能存在，故 D 错误。

故选 A。

9. 下列关于电功、电功率和焦耳定律的说法，正确的是（ ）

- A. 电功率越大，电流做功越快，电路中产生的焦耳热一定越多
- B.  $W = UIt$  适用于任何电路，而  $W = I^2Rt$  只适用于纯电阻电路
- C. 在非纯电阻电路中， $UI > I^2R$
- D. 焦耳热  $Q = I^2Rt$  适用于任何电路

【答案】BCD

【解析】

【详解】A. 电功率越大，表示电流做功越快，但是电路中产生焦耳热的多少还与做功时间的长短有关，故 A 错误；

B. 公式  $W = UIt$  是计算电路的总功的大小，适用于任何电路，当为纯电阻电路时，根据欧姆定律  $I = \frac{U}{R}$  可得

$$W = I^2Rt, W = \frac{U^2}{R}t$$

所以  $W = I^2Rt$  和  $W = \frac{U^2}{R}t$  只能适用于纯电阻电路，故 B 正确；

C. 在非纯电阻的电路中， $UI$  表示的是总的功率的大小，而  $I^2R$  只是电路中发热的功率，除发热功率外，还有其他形式的有用功率，所以在非纯电阻电路中

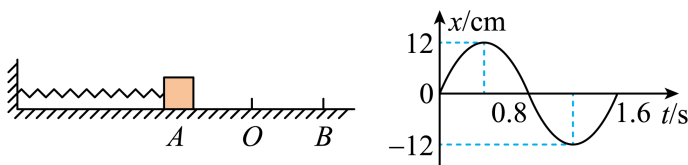
$$U > I^2R$$

故 C 正确；

D. 焦耳热  $Q = I^2Rt$  适用于任何电路中的热量的计算，故 D 正确。

故选 BCD。

10. 弹簧振子以点  $O$  为平衡位置，在  $A$ 、 $B$  两点之间做简谐运动。取向右为正方向，振子的位移  $x$  随时间  $t$  的变化如图所示，下列说法正确的是（ ）



- A.  $t = 0.8s$  时，振子的速度方向向左
- B.  $t = 0.2s$  时振子正在做加速度增大的减速运动

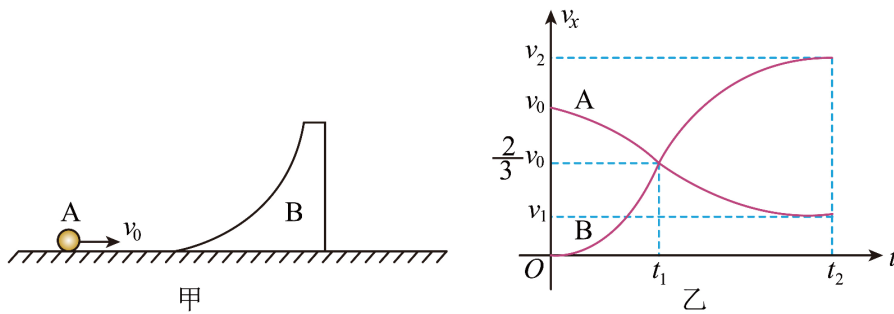
- C.  $t = 0.4\text{s}$  和  $t = 1.2\text{s}$  时, 振子的加速度完全相同  
 D.  $t = 0.4\text{s}$  到  $t = 0.8\text{s}$  的时间内, 振子的速度逐渐减小

【答案】 AB

【解析】

- 【详解】 A. 从振子的位移—时间图像可以看出,  $t = 0.8\text{s}$  时, 振子经过平衡位置向负方向运动, 取向右为正方向, 所以振子速度方向向左, 故 A 正确。  
 B.  $t = 0.2\text{s}$  时, 振子处在从平衡位置向右侧最大位移处运动的过程中, 离平衡位置越远, 加速度越大, 振子做的是加速度增大的减速运动, 故 B 正确。  
 C.  $t = 0.4\text{s}$  时, 振子处在正向最大位移处, 加速度向左,  $t = 1.2\text{s}$  时, 振子处在负向最大位移处, 加速度向右, 虽然两个位置加速度大小相等, 但方向相反, 故 C 错误。  
 D.  $t = 0.4\text{s}$  到  $t = 0.8\text{s}$  的时间内, 振子从正向最大位移处向平衡位置运动, 振子速度逐渐增大, 故 D 错误。  
 故选 AB。

11. 如图甲所示, 滑块 B 静止在光滑的水平面上, 滑块的左侧面为光滑圆弧面, 圆弧面底部与水平面相切。一质量为  $m$  的小球 A 以速度  $v_0$  向右运动, 小球与滑块在整个相互作用的过程中, 两者水平方向的速度大小  $v_x$  与时间  $t$  之间的关系如图乙所示, 若小球全程未能冲出滑块的顶端, 重力加速度为  $g$ , 则下列说法正确的是 ( )



- A. 滑块 B 的质量为小球 A 质量的 2 倍  
 B. 小球 A 能够到达的最大高度为  $\frac{5v_0^2}{18g}$   
 C. 最终小球离开滑块时, 两者的相对速度大小为  $v_0$   
 D. 在  $0 \sim t_1$  时间内, 滑块对小球做的负功大小为  $\frac{1}{9}mv_0^2$

【答案】 CD

【解析】

【详解】A. 根据动量守恒定律，小球和滑块水平方向动量守恒

$$mv_0 = (m + m') \frac{2}{3} v_0$$

解得

$$m' = \frac{1}{2} m$$

滑块 B 的质量为小球 A 质量的一半，故 A 错误；

B. 当两者水平方向速度相等时，小球 A 到达了最大高度，根据机械能守恒可知

$$mgh = \frac{1}{2} mv_0^2 - \frac{1}{2} (m + m') \left( \frac{2}{3} v_0 \right)^2$$

解得

$$h = \frac{v_0^2}{6g}$$

故 B 错误；

C. 在  $t_2$  时刻小球和滑块分离，系统在 0 时刻和  $t_2$  时刻，系统的动量守恒

$$mv_0 = mv_1 + m'v_2$$

动能守恒

$$\frac{1}{2} mv_0^2 = \frac{1}{2} mv_1^2 + \frac{1}{2} m' v_2^2$$

解得

$$v_1 = \frac{v_0}{3}, \quad v_2 = \frac{4}{3} v_0$$

故两者的相对速度大小为  $v_0$ ，故 C 正确；

D. 在  $0 \sim t_1$  时间内，对小球使用动能定理有

$$-mgh - W = \frac{1}{2} m \left( \frac{2}{3} v_0 \right)^2 - \frac{1}{2} mv_0^2$$

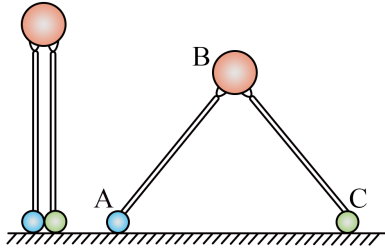
解得

$$W = \frac{1}{9} mv_0^2$$

故 D 正确。

故选 CD。

12. 如图所示，质量分别为  $3M$ 、 $2M$ 、 $M$  的 A、B、C 三个可视为质点的小球通过两根长度均为  $l$  的轻杆和轻质光滑铰链连接，初始时整个装置通过外力作用静止于竖直平面内，且两杆呈竖直状态。A、C 位于光滑水平地面上，某时刻撤去外力，系统在重力作用下开始运动，直至 B 球落地。设某时刻两杆之间的夹角为  $\theta$ ，重力加速度为  $g$ ，则 ( )



- A. C 球经历先加速后减速的过程
- B. 落地前的瞬间 B 球的速度大小为  $2\sqrt{gl}$
- C. 落地前的瞬间 C 球相对地面的水平位移大小为  $\frac{4}{3}l$
- D. 当  $\theta$  等于  $\frac{\pi}{2}$  时，A、C 两球的速度大小之比为  $\frac{1}{2}$

【答案】ACD

【解析】

【详解】A. 系统水平方向动量守恒，则静止释放和 B 球刚要与地面接触的瞬间，C 球水平方向速度均为 0，所以 C 球经历了先加速后减速的过程，故 A 正确；

B. 由分析可知，在 B 球落地瞬间，A、C 两球的速度为 0。B 球下落的高度为  $l$ ，根据系统机械能守恒有  $2Mgl = \frac{1}{2} \cdot 2Mv_B^2$

解得落地前的瞬间 B 球的速度大小为  $v_B = \sqrt{2gl}$ ，故 B 错误；

C. 设从静止释放直至 B 球落地，A、B、C 三个小球的对地位移分别为  $x_A$ 、 $x_B$ 、 $x_C$ ，由水平方向动量守恒有  $3Mx_A = 2Mx_B + Mx_C$

A、B、C 三个小球的对地位移满足  $x_C - x_B = l$ ， $x_B + x_A = l$

联立解得  $x_C = \frac{4}{3}l$

即 C 向右移动的位移大小为  $\frac{4}{3}l$ ，故 C 正确；

D. 当  $\theta$  等于  $\frac{\pi}{2}$  时，设 B 相对于 A 的速度为  $v'$ ，B 与 C 球在沿 BC 杆方向的分速度相同，即



【解析】

【小问 1 详解】

实验时为保证两球正碰，则两球必须等大，即  $r_1 = r_2$ ；为防止入射球碰后反弹，则入射球质量要大于被碰球的质量，即  $m_1 > m_2$ ，故选 C。

【小问 2 详解】

入射小球从轨道上滑下时，轨道的粗糙程度对实验结论没有影响，小球滑到底端时速度相同即可；

【小问 3 详解】

碰撞前小球  $m_1$  落点为  $P$ ，碰撞后小球  $m_1$  落点为  $M$ ，小球  $m_2$  落点为  $N$ ；由于两小球在空中下落的高度相同，所以平抛运动时间相同，设为  $t$ ，由题意得  $v = \frac{x_2}{t}$ ， $v_1 = \frac{x_1}{t}$ ， $v_2 = \frac{x_3}{t}$

根据动量守恒定律可得  $m_1 v = m_1 v_1 + m_2 v_2$

若两球碰撞时的动量守恒，应满足的关系式为  $m_1 x_2 = m_1 x_1 + m_2 x_3$

【小问 4 详解】

碰撞前小球  $m_1$  落点为  $P'$ ，碰撞后小球  $m_1$  落点为  $M'$ ，小球  $m_2$  落点为  $N'$ ，设斜面倾角为  $\alpha$ ，由平抛规律

$$\text{得 } l_2 \sin \alpha = \frac{1}{2} g t^2, l_2 \cos \alpha = v t$$

$$\text{解得 } v = \sqrt{\frac{g l_2 \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha}}$$

$$\text{同理可得 } v_1 = \sqrt{\frac{g l_1 \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha}}, v_2 = \sqrt{\frac{g l_3 \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha}}$$

根据动量守恒表达式  $m_1 v = m_1 v_1 + m_2 v_2$

$$\text{可得 } m_1 \sqrt{l_2} = m_1 \sqrt{l_1} + m_2 \sqrt{l_3}$$

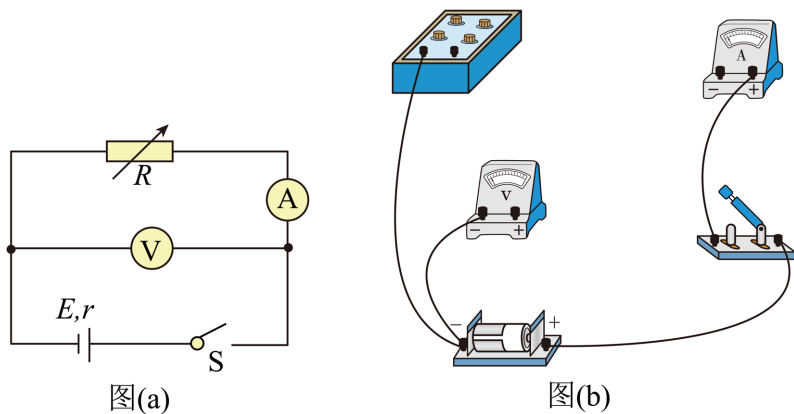
14. 某实验小组为测量干电池的电动势和内阻，设计了如图 (a) 所示电路，所用器材如下：

电压表（量程  $0 \sim 3\text{V}$ ，内阻很大）；

电流表（量程  $0 \sim 0.6\text{A}$ ）；

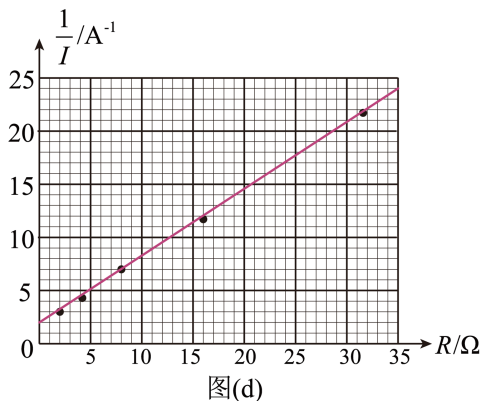
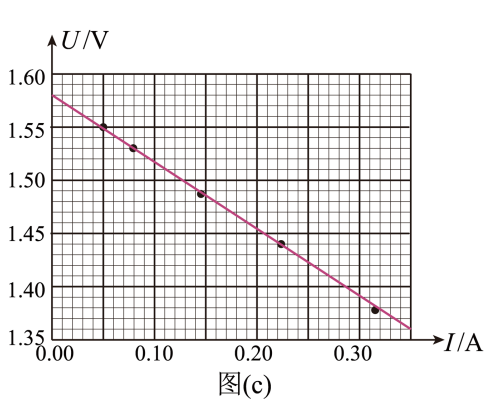
电阻箱（阻值  $0 \sim 999.9\Omega$ ）；

干电池一节、开关一个和导线若干。



(1) 根据图 (a), 完成图 (b) 中的实物图连线\_\_\_\_\_。

(2) 调节电阻箱到最大阻值, 闭合开关。逐次改变电阻箱的电阻, 记录其阻值  $R$ 、相应的电流表示数  $I$  和电压表示数  $U$ 。根据记录数据作出的  $U - I$  图像如图 (c) 所示, 则干电池的电动势为\_\_\_\_\_V (保留 3 位有效数字)、内阻为\_\_\_\_\_  $\Omega$  (保留 2 位有效数字)。

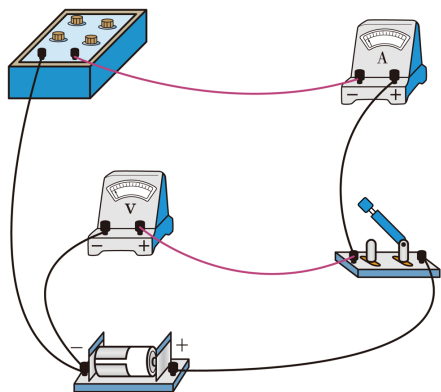


(3) 该小组根据记录数据进一步探究, 作出  $\frac{1}{I} - R$  图像如图 (d) 所示。利用图 (d) 中图像的纵轴截距, 结合 (2) 问得到的电动势与内阻, 还可以求出电流表内阻为\_\_\_\_\_  $\Omega$  (保留 2 位有效数字)。

(4) 由于电压表内阻不是无穷大, 本实验干电池内阻的测量值\_\_\_\_\_ (填“偏大”或“偏小”)。

【答案】

①.



②. 1.58

③. 0.64

④. 2.5

⑤. 偏小

【解析】

【详解】(1) [1]实物连线如图：



(2) [2][3]由电路结合闭合电路的欧姆定律可得

$$U = E - Ir$$

由图像可知

$$E = 1.58\text{V}$$

内阻

$$r = \frac{1.58 - 1.37}{0.33} \Omega = 0.64\Omega$$

(3) [4]根据

$$E = I(R + R_A + r)$$

可得

$$\frac{1}{I} = \frac{1}{E} \cdot R + \frac{R_A + r}{E}$$

由图像可知

$$\frac{R_A + r}{E} = 2$$

解得

$$R_A = 2.5\Omega$$

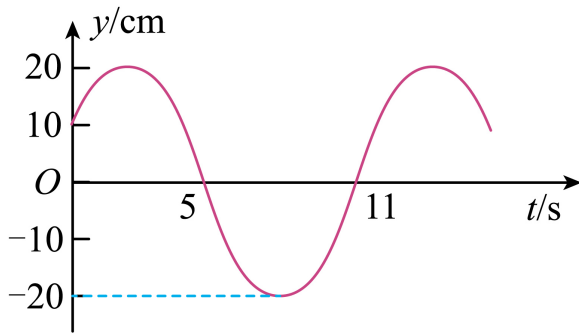
(4) [5]由于电压表内阻不是无穷大，则实验测得的是电压表内阻与电源内阻的并联值，即实验中测得的电池内阻偏小。

### 三、解答题

15. 如图所示为一弹簧振子的振动图像，求：

- (1) 该振子简谐运动的表达式；
- (2) 在 1s 时，弹簧振子的位移  $x$  是多少？

(3) 该振子在前 24s 的总位移是多少? 路程是多少?



**【答案】** (1)  $y = 20 \sin\left(\frac{\pi}{6}t + \frac{\pi}{6}\right)$  (cm); (2)  $10\sqrt{3}$  cm; (3) 0, 160 cm

**【解析】**

**【详解】** (1) 根据图像可知周期为

$$T = 2 \times (11 - 5) \text{ s} = 12 \text{ s}$$

根据数学规律可知, 一个完整的规则的正弦图像的振动函数表达式为

$$y = A \sin \frac{2\pi}{T} t = 20 \sin \frac{\pi}{6} t \text{ (cm)}$$

由振动图像可知, 令将上述函数所对应的图像向左平移  $\Delta t$  得到题中图所示的振动图像, 则有

$$\Delta t = \frac{12}{2} \text{ s} - 5 \text{ s} = 1 \text{ s} = \frac{T}{12}$$

则该振子简谐运动的表达式为

$$y = 20 \sin \frac{\pi}{6} \left( t + \frac{T}{12} \right) \text{ (cm)} = 20 \sin \left( \frac{\pi}{6} t + \frac{\pi}{6} \right) \text{ (cm)}$$

(2) 在 1s 时, 弹簧振子的位移为

$$x = 20 \sin \left( \frac{\pi}{6} \times 1 + \frac{\pi}{6} \right) \text{ (cm)} = 10\sqrt{3} \text{ cm}$$

(3) 由于

$$24 \text{ s} = 2T$$

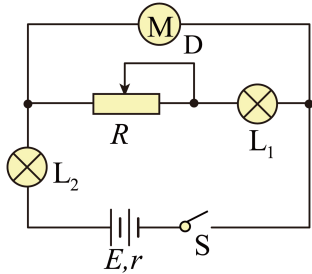
则弹簧振子 总位移为

$$x = 0$$

路程为

$$s = 2 \times 4A = 160 \text{ cm}$$

16. 如图所示，电源电动势， $E=8V$ ，内电阻  $r=1\Omega$ ，小灯泡  $L_1$  标有“3V3W”字样，小灯泡  $L_2$  标有“2V4W”字样，电动机  $D$  的内阻  $r_D=0.5\Omega$ ，当闭合电键  $S$ ，将滑动变阻器  $R$  的阻值调到  $1\Omega$  时，两灯泡和电动机均能正常工作。求：



- (1) 流过电动机的电流；
- (2) 电动机输出的机械功率；
- (3) 电源 输出功率。

**【答案】** (1) 1A      (2) 3.5W

(3) 12W

**【解析】**

**【小问 1 详解】**

由题意可知，两灯泡和电动机均能正常工作时，由电功率公式  $P = UI$  可得，流过小灯泡  $L_1$  的电流为

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{3}{3} \text{A} = 1\text{A}$$

小灯泡  $L_2$  的电流

$$I_2 = \frac{P_2}{U_2} = \frac{4}{2} \text{A} = 2\text{A}$$

由串、并联电路特点可得流过电动机的电流

$$I_D = I_2 - I_1 = 2\text{A} - 1\text{A} = 1\text{A}$$

**【小问 2 详解】**

小灯泡  $L_1$  的电阻

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{3}{1} \Omega = 3\Omega$$

则有电动机两端的电压为

$$U_D = I_1(R_1 + R) = 1 \times (3 + 1) \text{ V} = 4 \text{ V}$$

则有电动机的输入功率为

$$P_{D\lambda} = U_D I_D = 4 \times 1 \text{ W} = 4 \text{ W}$$

电动机的热功率

$$P_{\text{热}} = I_D^2 r_D = 1^2 \times 0.5 \text{ W} = 0.5 \text{ W}$$

电动机输出的机械功率

$$P_{D\text{出}} = P_D - P_{\text{热}} = 4 \text{ W} - 0.5 \text{ W} = 3.5 \text{ W}$$

【小问 3 详解】

电源两端电压

$$U = U_2 + U_D = 2 \text{ V} + 4 \text{ V} = 6 \text{ V}$$

电源的输出功率

$$P_{\text{出}} = UI_2 = 6 \times 2 \text{ W} = 12 \text{ W}$$

17. 某游乐园入口旁有一喷泉，喷出的水柱将一质量为  $M$  的卡通玩具稳定地悬停在空中。为计算方便起见，假设水柱从横截面积为  $S$  的喷口持续以速度  $v_0$  竖直向上喷出；玩具底部为平板（面积略大于  $S$ ）；水柱冲击到玩具底板后，在竖直方向水的速度变为零，在水平方向朝四周均匀散开。忽略空气阻力。已知水的密度为  $\rho$ ，重力加速度大小为  $g$ 。求：

- (1) 喷泉单位时间内喷出的水的质量；
- (2) 玩具在空中悬停时，其底面相对于喷口的高度。

【答案】(1)  $\dot{m} = \rho S v_0$ ；(2)  $h = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{M^2 g}{2\rho^2 v_0^2 S^2}$

【解析】

【详解】(1) 设  $\Delta t$  时间内，从喷口喷出的水的体积为  $\Delta V$ ，质量为  $\Delta m$ ，则

$$\Delta m = \rho \Delta V, \quad \Delta V = v_0 S \Delta t$$

则单位时间内从喷口喷出的水的质量为

$$m_0 = \frac{\Delta m}{\Delta t} = \rho v_0 S$$

(2) 设玩具悬停时其底面相对于喷口的高度为  $h$ ，水从喷口喷出后到达玩具底面时的速度大小为  $v$ 。对于  $\Delta t$  时间内喷出的水，有能量守恒得

$$\frac{1}{2} m_0 v^2 + m_0 g h = \frac{1}{2} m_0 v_0^2$$

在  $h$  高度处,  $\Delta t$  时间内喷射到玩具底面的水沿竖直方向的动量变化量的大小为

$$\Delta p = m_0 v$$

设水对玩具的作用力的大小为  $F$ , 根据动量定理有

$$F \Delta t = \Delta p$$

由于玩具在空中悬停, 由力的平衡条件得

$$F = M g$$

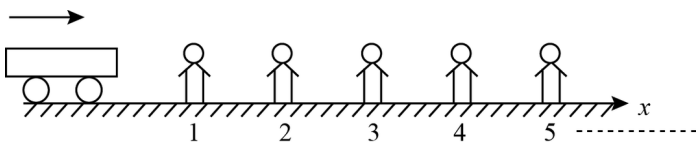
联立式得

$$h = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{M^2 g}{2\rho^2 v_0^2 S^2}$$

**【点睛】** 本题考查了动量定理的应用, 要知道玩具在空中悬停时, 受力平衡, 合力为零, 也就是水对玩具的冲力等于玩具的重力。本题的难点是求水对玩具的冲力, 而求这个冲力的关键是单位时间内水的质量, 注意空中的水柱并非圆柱体, 要根据流量等于初速度乘以时间后再乘以喷泉出口的面积  $S$  求出流量, 最后根据  $m = \rho V$  求质量。

18. 如图所示, 在  $x$  轴上,  $x > 0$  一侧, 每隔一段距离站着一个人, 每个人手里拿着一个质量为  $5\text{kg}$  的沙袋。一辆质量为  $20\text{kg}$  的小车以  $v_0 = 5\text{m/s}$  向右沿  $x$  轴正方向滑行, 不计轨道阻力。当车经过第一个人身旁时, 人把沙袋以  $10\text{m/s}$  的速度朝与车速反向沿水平方向扔在车上。试求:

- (1) 第一个人把沙袋扔上去后, 车与沙袋共同的速度, 以及此过程中车和沙袋损失的动能;
- (2) 当车经过第二个人时, 第二个人把沙袋以 2 倍于车速大小且与车速反向扔上车, 当经过第三个人时, 第三个人同样重复第二个人的动作, 照此规律, 当车上有几个沙袋时, 车会反向滑行。



**【答案】** (1)  $450\text{J}$ ; (2) 车不能反向

**【解析】**

**【详解】** (1) 第一个沙袋与小车动量守恒得

$$M v_0 - m v_1 = (M + m) v$$

代入数据解得

$$v = 2 \text{ m/s}$$

根据能量守恒有

$$\frac{1}{2} M v_0^2 + \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} (M + m) v^2 + E$$

代入数据解得

$$E = 450 \text{ J}$$

(2) 车与两个沙袋，根据动量守恒有

$$(M + m) v - m \cdot 2v = (M + 2m) v_2$$

解得

$$v_2 = 1 \text{ m/s}$$

车与 3 个沙袋，根据动量守恒有

$$(M + 2m) v_2 - m \cdot 2v_2 = (M + 3m) v_3$$

解得

$$v_3 = \frac{4}{7} \text{ m/s}$$

照此规律有

$$\{ M + (n - 1)m \} v_{n-1} - m \cdot 2v_{n-1} = (M + nm) v_n, \quad n = 1, 2, 3 \dots$$

$$v_n = \frac{n+1}{n+4} v_{n-1} > 0$$

所以车不能反向。