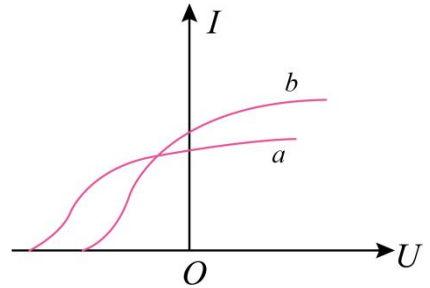


高三物理试卷答案

一、单项选择题：

1. 图像可以直观地反映物理量之间的关系，如图所示，是光电效应实验中 a 、 b 两种单色光的光电流与电压的关系图像，下列说法正确的是（ ）



- A. 在同一介质中 a 光的波长大于 b 光的波长
- B. a 光单个光子的能量比 b 光单个光子的能量大
- C. 若正向电压不断升高，则光电流不断增大
- D. 若增大光强，则反向遏止电压增大

【答案】B

【详解】AB. 由图可知， a 光的截止电压大，根据 $eU_c = E_k = h\nu - W_0$

可知， a 光频率大， a 光单个光子的能量比 b 光单个光子的能量大，由公式 $\nu = \frac{c}{\lambda}$ 可知， a 光波长短，故 A

错误，B 正确；

C. 由于有饱和光电流存在，光电流不能不断增大，故 C 错误；

D. 由 AB 分析可知，反向遏止电压与光强无关，故 D 错误。

故选 B。

2. 2023 年 9 月 21 日 15 时 45 分，“天宫课堂”第四课在轨道高度约为 400km 的空间站问天实验舱开讲，地面传输中心调用两颗轨道高度约为 36000km 的地球同步静止卫星“天链一号”03 星和“天链二号”01 星实现太空授课，下列说法正确的是（ ）

- A. 在空间站问天实验舱内的宇航员手中的陀螺仪释放后，将看到陀螺仪作自由落体运动
- B. 空间站问天实验舱的角速度小于“天链一号”03 星的角速度
- C. “天链一号”03 星和“天链二号”01 星动能一定相同
- D. “天链一号”03 星和“天链二号”01 星只能分布在赤道的正上方，且两星相对静止

【答案】D

【详解】A. 在空间站问天实验舱内，陀螺仪随问天实验舱一起做匀速圆周运动，重力提供向心力，则在空间站问天实验舱内的宇航员手中的陀螺仪释放后，不能做自由落体运动，故 A 错误；

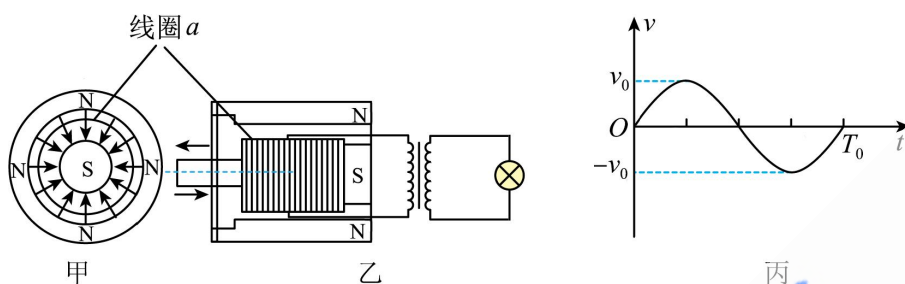
B. 根据万有引力提供向心力有 $\frac{GMm}{r^2} = m\omega^2 r$ ，解得 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$

由于空间站问天实验舱的轨道半径小于“天链一号”03 星的轨道半径，则空间站问天实验舱的角速度大于“天链一号”03 星的角速度，故 B 错误；

C. 虽然“天链一号”03星和“天链二号”01星在同一轨道上具有相同的线速度，但由于他们的质量不一定相同，他们的动能也不一定相同，故C错误；

D. 所有的地球同步卫星只能分布在赤道的正上空，他们的环绕周期相同，约为24h，则星相对静止，故D正确。故选D。

3. 图甲和图乙是某手动发电的手电筒内部发电机的两个截面示意图，多匝线圈a处于辐向的磁场中，线圈a连接理想变压器的原线圈，副线圈接一小灯泡，当推动手柄使线圈a沿轴线做振幅一定的往复运动，其v-t图像为如图丙所示的正弦曲线时，小灯泡恰好能正常发光。该小灯泡长期使用导致灯丝变细，要使旧灯泡恢复之前的亮度，下列措施可行的是（ ）



- A. 仅减少线圈a的匝数
- B. 仅增加变压器原线圈的匝数
- C. 增大推动手柄时的周期 T_0
- D. 增大推动手柄时的最大速度 v_0

【答案】D

【详解】B. 根据电阻定律 $R = \rho \frac{L}{S}$

可知，当灯丝变细后其横截面积变小，灯丝的电阻增大，而要使其恢复原来的亮度，则需要增大灯泡两端的电压，使通过灯丝的电流达到其额定值，因此需要增大变压器副线圈两端的电压，而若保持原线圈两端的电压不变，则根据变压器电压与匝数之间的关系 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，可得 $U_2 = U_1 \frac{n_2}{n_1}$

可知，增加副线圈的匝数或减小原线圈的匝数才能使副线圈两端的电压增大，故B错误；

A. 若保持原副线圈匝数不变，要增大副线圈两端的电压，则必须增加原线圈两端的电压，而根据手电筒的发电原理可知，推动手柄使线圈a切割磁感线产生感应电动势，设线圈a的半径为r，由v-t图像可得，

产生的感应电动势的瞬时值的表达式为 $u = NB \cdot 2\pi r v_0 \sin \frac{2\pi}{T_0} t$ (V)

$$u = NB \cdot 2\pi r v_0 \sin \frac{2\pi}{T_0} t \text{ (V)}$$

$$\text{而原线圈两端电压的有效值为 } U_1 = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \frac{NB \cdot 2\pi r v_0}{\sqrt{2}}$$

由此可知，减小线圈a的匝数原线圈两端的电压减小，旧灯泡不能恢复之前的亮度，故A错误；

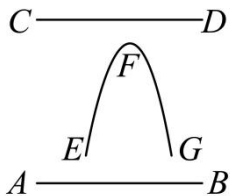
C. 增大推动手柄时的周期 T_0 并不会影响原线圈两端电压的有效值，不能使副线圈两端的电压增大，因此不

能使灯泡恢复原来的亮度，故 C 错误；

D. 增大推动手柄时的最大速度 v_0 ，则原线圈两端电压的有效值增大，从而使副线圈两端电压的有效值增大，灯泡可以恢复之前的亮度，故 D 正确。

故选 D。

4. 如图所示，在纸面内水平放置两根长直导线 AB 和 CD，只有一条导线中通有恒定电流。在纸面内，一电子由 E 点开始经过 F 运动到 G 的轨迹如图中曲线所示，下列说法中正确的是（ ）



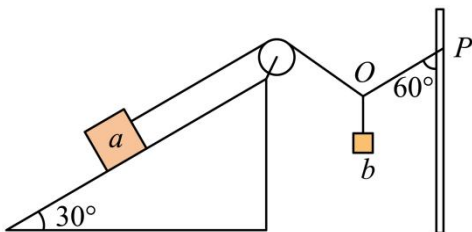
- A. 导线 AB 中通有从 A 到 B 方向的电流
- B. 导线 AB 中通有从 B 到 A 方向的电流
- C. 导线 CD 中通有从 C 到 D 方向的电流
- D. 导线 CD 中通有从 D 到 C 方向的电流

【答案】C 【详解】由于电子在运动的过程中，速度大小不变，根据 $r = \frac{mv}{qB}$

可知在 F 点处轨道半径较小，磁感强度较大，一定是导线 CD 中通有电流由于，电子带负电荷，根据左手定则可知，F 处的磁场方向垂直纸面向内，由安培定则可知，导线 CD 中电流的方向从 C 到 D。

故选 C。

5. 如图所示，倾角为 30° 的粗糙斜面固定在水平地面上，一根轻绳的一端与斜面上的物块 a 相连，另一端绕过光滑的定滑轮系在竖直杆上的 P 点，用光滑轻质挂钩把物块 b 挂在 O 点，此时竖直杆与绳 OP 间的夹角为 60° ，a 与斜面之间恰好没有摩擦力且保持静止。已知物块 a 的质量为 M，物块 b 的质量为 m，重力加速度为 g。下列判断正确的是（ ）



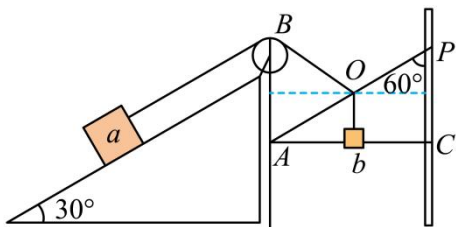
- A. $M = 3m$
- B. 将 P 端缓慢向上移动一小段距离，a 将受到沿着斜面向下的摩擦力
- C. 将竖直杆缓慢向右移动一小段距离，a 将受到沿着斜面向下的摩擦力
- D. 剪断定滑轮与 a 之间轻绳的瞬间，a 的加速度大小为 $0.5g$

【答案】C

【详解】A. 对 a ，由平衡条件得 $Mg \sin 30^\circ = T$

对 O 点受力分析，由平行四边形定则得 $2T \cos 60^\circ = mg$ ，联立解得 $M=2m$ ，故 A 错误；

B. 如图所示



AO 与 BO 关于水平虚线对称， AC 水平。将 P 端缓慢向上移动一小段距离， $BO+OP$ 长度不变，即 AP 的长度不变。则 $\sin \alpha = \frac{AC}{AP}$

不变，即 OP 与 PC 夹角不会变。则拉力不会变。可知 a 与斜面之间仍然没有摩擦力，故 B 错误；

C. 将竖直杆缓慢向右移动一小段距离， AC 变长， α 角变大。对 O 点，有 $2T' \cos \alpha = mg$

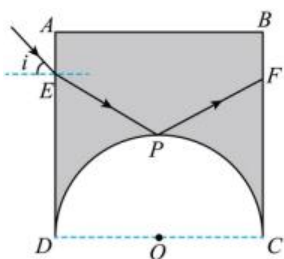
可见，拉力变大， a 有上滑趋势，将受到沿着斜面向下的摩擦力，故 C 正确；

D. 剪断定滑轮与 a 之间轻绳的瞬间， a 有下滑趋势，由于不知道摩擦因数，即摩擦力的大小，无法判断其运动情况，即无法求 a 的加速度，故 D 错误。

故选 C。

6. 如图所示阴影部分为某玻璃砖的截面图， $ABCD$ 是边长为 L 的正方形， DC 是半圆弧 CPD 的直径， O 是其圆心，一束单色光从 AD 边的 E 点射入玻璃砖，入射角为 i ，折射光线正好照射到半圆弧的顶端 P ，并且在 P 点恰好发生全反射，反射光线正好经过 BC 边的 F 点。已知 $\sin i = \frac{\sqrt{3}}{3}$ ，光在真空中的传播速度为 c ，

则该单色光在玻璃砖中的传播时间为 ()



A. $\frac{4L}{c}$

B. $\frac{2L}{c}$

C. $\frac{3L}{2c}$

D. $\frac{4L}{3c}$

【答案】D

【解析】

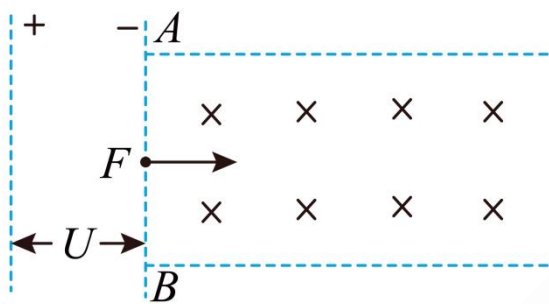
【详解】在 P 点恰好发生全反射，根据几何关系可知，在 E 点的折射角与临界角 C 互余。根据折射定律

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin i}{\cos C}, \quad \sin C = \frac{1}{n}$$

解得 $n = \frac{2}{\sqrt{3}}$ 单色光在玻璃砖中的传播速度为 $v = \frac{c}{n} = \frac{\sqrt{3}}{2}c$

由几何关系有 $s = 2 \times \frac{\frac{1}{2}L}{\sin C} = nL$ ，该单色光在玻璃砖中的传播时间为 $t = \frac{s}{v} = \frac{4L}{3c}$ ，故选 D。

7. 如图所示，重力不计、初速度可忽略的带电粒子 X 和 Y ，经电压为 U 的电场加速后，从 F 点（ F 为磁场左边界 AB 的中点）垂直 AB 和磁场方向进入足够长的边界平行的匀强磁场区域。已知 X 在磁场中转过 90° 后从磁场上边界射出， Y 在磁场中转过 53° 后也从磁场上边界射出（ $\sin 53^\circ = 0.8$ ）。则 X 和 Y 在电场和磁场中运动时，下列说法错误的是（ ）



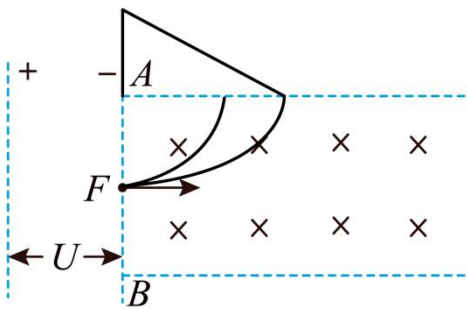
- A. 比荷之比为 25 : 4 B. 在磁场中运动的速度大小之比为 5 : 2
C. 刚离开磁场区域时的动能之比为 1 : 4 D. 在磁场中的运动时间之比为 72 : 265

【答案】C

【详解】A. 带电粒子 X 和 Y ，经电压为 U 的电场加速过程中，由动能定理得 $qU = \frac{1}{2}mv^2$

在磁场中偏转，洛伦兹力提供向心力，有 $qvB = m\frac{v^2}{R}$ 解得 $R = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$

依题意，根据粒子在磁场中运动轨迹，如图



由几何关系得 $\cos 53^\circ = \frac{R_Y - R_X}{R_Y}$ 解得 $\frac{R_X}{R_Y} = \frac{2}{5}$ ，因此比荷之比为 $\frac{q_X}{m_X} : \frac{q_Y}{m_Y} = \frac{1}{R_X^2} : \frac{1}{R_Y^2} = 25 : 4$

故 A 正确；

B. 在磁场中运动的速度与电场加速后速度相同，根据 $qU = \frac{1}{2}mv^2$ 得 $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$

可知速度大小之比为 5:2，故 B 正确；

C. 洛伦兹力不做功，刚离开磁场区域时的动能与进入磁场时相等，根据 $qU = \frac{1}{2}mv^2 = E_k$

可知动能之比与电荷量成正比，但两粒子电荷量未知，故动能之比无法求解，故 C 错误；

D. 由 $t = \frac{\alpha}{2\pi}T$ ，知时间之比为 72:265，故 D 正确。

本题选错误的，故选 C。

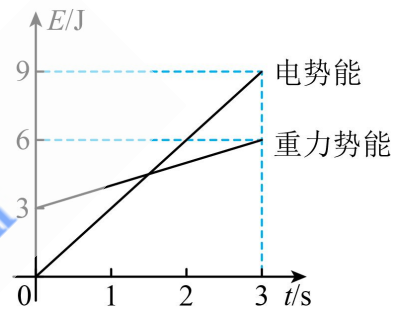
8. 空间中有水平方向上的匀强电场，一质量为 m 、带电荷量为 q 的微粒在竖直平面内运动，其电势能和重力势能随时间的变化如图所示，则该微粒 ()

A. 一定带正电

B. 0~3s 内静电力做的功为 9J

C. 运动过程中动能不变

D. 0~3s 内除静电力和重力外所受其他力对微粒做的功为 6J



【答案】C

【解析】

【详解】A. 由于不清楚电场强度的方向，故无法确定微粒的电性，故 A 错误；

B. 由题图可知，0~3s 内电势能增加 9J，则 0~3s 静电力做的功为 -9J，故 B 错误；

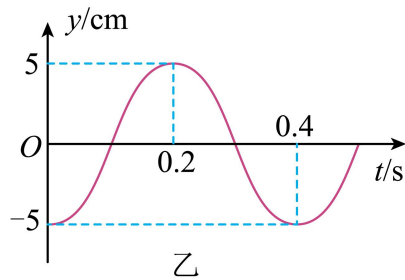
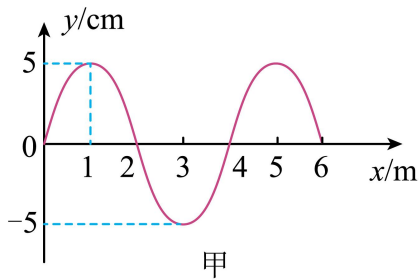
C. 由题图可知，电势能均匀增加，即静电力做的功与时间成正比，说明微粒沿静电力方向做匀速直线运动，同理，沿重力方向也做匀速直线运动，则微粒的合运动为匀速直线运动，所以运动过程中速度不变，动能不变，故 C 正确；

D. 由功能关系可知，0~3s 内重力势能与电势能共增加 12J，又微粒的动能不变，故 0~3s 内除静电力和重力外所受其他力对微粒做的功为 12J，故 D 错误。

故选 C。

二、多选题 (每题 5 分，选对选不全得 3 分，共 10 分)

9. 一简谐横波沿 x 轴方向传播，已知 $t = 0.1s$ 时的波形如图甲所示，图乙是 $x = 4m$ 处的质点的振动图像，则下列说法正确的是 ()



- A. 该简谐波沿 x 轴负方向传播
 B. 再经过 1s , $x = 2\text{m}$ 处质点向前传播 10m
 C. 在 $t = 4.55\text{s}$ 时, $x = 2\text{m}$ 处的质点速度方向与位移方向相同
 D. 经过任意 0.5s 的时间, $x = 2\text{m}$ 处的质点经过的路程一定为 25cm

【答案】AC

【详解】A. 由图乙可知, $t = 0.1\text{s}$ 时 $x = 4\text{m}$ 处的质点沿 y 轴正方向振动, 根据图甲由同侧法可知, 该简谐波沿 x 轴负方向传播, 故 A 正确;

B. 质点只能在平衡位置上下振动, 不能随波迁移, 故 B 错误;

C. 由图乙可知, 周期为 0.4s , 由图甲可知, $t = 0.1\text{s}$ 时 $x = 2\text{m}$ 处的质点沿 y 轴负方向振动, 经过

$$\Delta t = (4.55 - 0.1)\text{s} = 11T + \frac{1}{8}T$$

可知, 质点正从平衡位置向负向最大位移处运动, 则质点速度方向与位移方向相同, 故 C 正确;

D. 经过 0.5s , 即 $\frac{5}{4}T$, 只有从平衡位置或端点开始的质点经过的路程为 $s = 5A = 25\text{cm}$

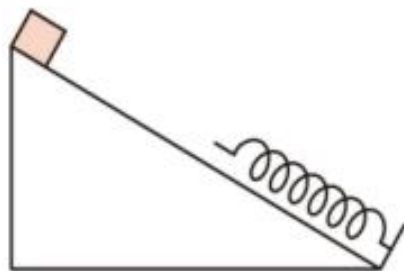
故 D 错误。故选 AC。

10. 如图, 一光滑斜面固定在水平地面上, 斜面倾角为 45° , 其底端固定一轻质弹簧, 将质量为 m 的物块从斜面顶端由静止释放, 弹簧的劲度系数为 k , 弹簧的最大压缩量为 $\frac{3\sqrt{2}mg}{2k}$ 。已知, 弹簧弹性势能为 $E_p = \frac{1}{2}kx^2$, 其中 x 是形变量, 弹簧振子简谐运动的周期 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, 则下列说法正确的是 ()

A. 速度最大时的弹簧压缩量为 $\frac{\sqrt{2}}{2}mg$

B. 物块下滑的最大位移为 $\frac{5\sqrt{2}mg}{4k}$

C. 物块的最大动能为 $\frac{m^2g^2}{k}$



D. 物块从与弹簧接触到速度第一次为零的时间为 $\frac{2\pi}{3}\sqrt{\frac{m}{k}}$

【答案】CD

【详解】A. 根据题意可知，物块速度最大时，物块所受合力为0，则有 $mg \sin \theta = kx_1$

解得 $x_1 = \frac{mg \sin \theta}{k} = \frac{\sqrt{2}mg}{2k}$ 故 A 错误；

B. 根据题意可知，物块运动到最低点时，重力势能全部转化为弹性势能，则有 $mgx \sin \theta = \frac{1}{2}k \left(\frac{3\sqrt{2}}{2k}mg \right)^2$

解得 $x = \frac{9\sqrt{2}}{4k}mg$ 故 B 错误；

C. 物块速度最大时，物块的动能最大，由能量守恒定律有

$$mg \left(x - \frac{3\sqrt{2}mg}{2k} + \frac{\sqrt{2}mg}{2k} \right) \sin \theta = E_{km} + \frac{1}{2}k \left(\frac{\sqrt{2}mg}{2k} \right)^2$$

解得 $E_{km} = \frac{m^2 g^2}{k}$ 故 C 正确；

D. 物块开始压缩弹簧后，到分离前做简谐振动，物块合力为0的位置为平衡位置，则物块做简谐运动的振

幅为 $A = \frac{3\sqrt{2}mg}{2k} - \frac{\sqrt{2}mg}{2k} = \frac{\sqrt{2}mg}{k}$

则物块开始压缩弹簧时，偏离平衡位置的距离为 $x_1 = \frac{\sqrt{2}mg}{2k}$

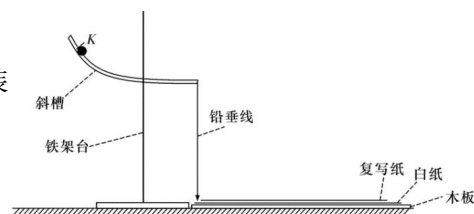
从物块开始压缩弹簧到平衡位置所用时间为 $t_1 = \frac{T}{12}$

则从开始接触到最短经历的时间为 $t = t_1 + \frac{T}{4} = \frac{1}{3}T = \frac{2\pi}{3}\sqrt{\frac{m}{k}}$ 故 D 正确。故选 CD。

三、实验题

11. 小明同学做“研究斜槽末端小球碰撞时的动量守恒”实验，组装好如图所示实验装置并调节斜槽末端水平后，实验步骤如下：

- ①用电子天平测量出钢球 A 和玻璃球 B 的质量分别为 m_1 、 m_2 。
- ②找到斜槽末端在白纸上的竖直投影点 O。
- ③将钢球 A 从斜槽上某一位置 K 由静止释放，落到复写纸上并在白纸上留下痕迹；重复上述操作多次，得到多个落点痕迹，找到平均落点 P。
- ④将玻璃球 B 放在斜槽末端，再将钢球 A 从位置 K 由静止释放，两球碰撞后落到复写纸上并在白纸上留下痕迹；重复上述操作多次，分别找到 A、B 两球的平均落点 M、N。



⑤用刻度尺测量出线段 OP 、 OM 和 ON 的长度分别记为 x_0 、 x_1 和 x_2 。试分析下列问题。

(1) (多选) 关于实验的一些细节, 下列说法正确的是_____。

- A. 实验时使用的钢球 A 和玻璃球 B 半径必须相同
- B. 实验装置中的铅垂线是用来判断斜槽末端是否水平的
- C. 实验时每次释放钢球 A 的位置必须相同, 斜槽是否光滑无关紧要
- D. 实验过程中白纸未移动, 但不小心移动了复写纸, 则需要重新做实验

(2) 验证碰撞过程动量守恒的表达式_____ (用 m_1 、 m_2 、 x_0 、 x_1 、 x_2 表示)。

(3) 小明细心观察后发现他做实验得到的 O 、 P 、 M 、 N 四点不共线, 而是如图 2 所示情况。于是他进一步测得 $\angle MOP = \alpha$, $\angle NOP = \beta$, 若小何想重新验证该碰撞过程沿 OP 方向动量守恒, 则需要验证表达式_____ , 若他还想验证该碰撞过程前后动能相等, 则需要验证表达式_____。(用

m_1 、 m_2 、 x_0 、 x_1 、 x_2 、 α 、 β 表示)

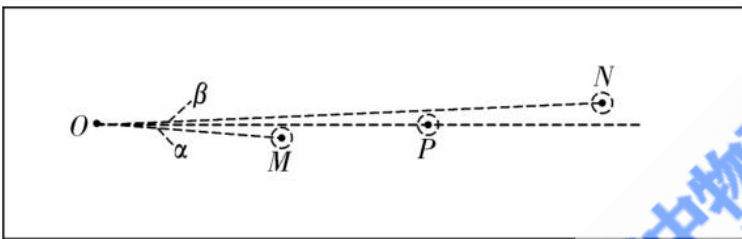


图 2

11 答案. (1) AC (2) $m_1x_0 = m_1x_1 + m_2x_2$

(3) $m_1x_0 = m_1x_1\cos\alpha + m_2x_2\cos\beta$ $m_1x_0^2 = m_1x_1^2 + m_2x_2^2$

【解析】(1) A 选项, 为保证该碰撞是对心碰撞, 两球半径应当相同, A 正确;

B 选项, 实验装置中的铅垂线是用来确定 O 点位置的, 不是用来判定斜槽末端是否水平的, B 错误;

C 选项, 只需保证每次释放钢球的位置相同, 即可保证钢球的入射速度不变, 与斜槽是否光滑无关, C 正确;

D 选项, 实验过程中复写纸位置发生变化不影响实验, 不需要重做, D 错误;

故答案选 AC.

(2) 设小球平抛的竖直位移为 H , 则碰撞前钢球 A 的速度 $v_0 = x_0\sqrt{\frac{g}{2H}}$, 碰撞后钢球 A 和玻璃球 B 的速

度分别为 $v_1 = x_1\sqrt{\frac{g}{2H}}$ 、 $v_2 = x_2\sqrt{\frac{g}{2H}}$, 要验证该过程动量守恒, 则需验证 $m_1v_0 = m_1v_1 + m_2v_2$, 化简得

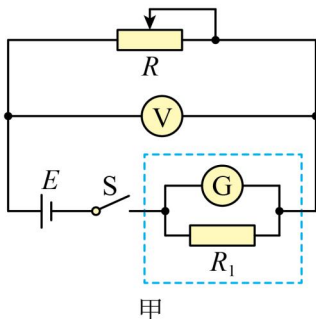
$$m_1x_0 = m_1x_1 + m_2x_2.$$

(3) 验证该碰撞过程沿 OP 方向动量守恒, 即 $m_1v_0 = m_1v_1\cos\alpha + m_2v_2\cos\beta$, 化简得

$m_1x_0 = m_1x_1\cos\alpha + m_2x_2\cos\beta$; 验证该碰撞过程前后动能相等, 即 $\frac{1}{2}m_1v_0^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$, 化简可得

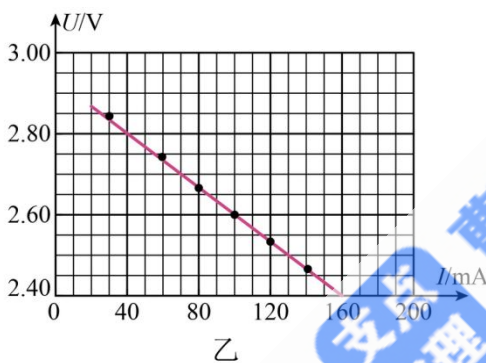
$$m_1 x_0^2 = m_1 x_1^2 + m_2 x_2^2.$$

12. 某实验小组用图甲所示电路测量电源 E 的电动势和内阻（要求尽可能精确），图甲中电压表 V 的最大量程为 $3V$ ，虚线框内为用电流计 G 改装的电流表。



(1) 已知电流计 G 的满偏电流 $I_G = 200 \text{ mA}$ 、内阻 $r_G = 1.20 \Omega$ ，电路中已将它改装成量程为 600 mA 的电流表，则 $R_1 = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ 。

(2) 通过移动变阻器 R 的滑片，得到多组电压表 V 的读数 U 和电流计 G 的读数 I ，作出如图乙的图像。某次测量时，电压表 V 如图丙所示，则电压表示数为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$ 。



(3) 请根据图乙求出电源的电动势 E 等于 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$ (此空保留到小数点后两位)，电源内阻等于 $\underline{\hspace{2cm}} \Omega$ (此空保留到小数点后一位)，电源内阻测量值 $\underline{\hspace{2cm}}$ (“大于” “小于” “等于”) 真实值。

【答案】 ①. 0.6 ②. 2.60 ③. 2.92##2.93##2.94 ④. 0.7 ⑤. 等于

【解析】

【详解】 (1) [1] 根据题意，由欧姆定律有 $I_g r_g = (I - I_g) R_1$

解得 $R_1 = 0.6 \Omega$

(2) [2] 由图丙可知，电压表的量程为 $3V$ ，最小刻度为 $0.1V$ ，则读数为 $2.60V$ 。

(3) [3][4] 根据题意可知，改装后电路表的内阻为 $R_A = \frac{R_1 r_g}{R_1 + r_g} = 0.4 \Omega$

流过电源的电流为 $I' = 3I$ ，由闭合回路欧姆定律 $U = E - I'(R_A + r)$

结合图像可得 $E = 2.93\text{V}$ ， $3(r + R_A) = \frac{2.93 - 2.40}{160 \times 10^{-3}}$

解得 $r \approx 0.7\Omega$ [5]由上述分析可知，电源内阻测量值等于真实值。

四、解答题

13. 如图所示，某种自动洗衣机进水时，与洗衣缸相连的细管中会封闭一定质量的空气（视为理想气体）。粗细均匀的细管上端的压力传感器能感知细管中的空气压力，从而控制进水量。初始时，洗衣缸和细管内的水面等高。封闭的空气长度 $L_0 = 10.5\text{ cm}$ ，周围环境的热力学温度为 300K 。已知管内空气温度始终保持与周围环境的温度相同，水的密度 $\rho = 1.0 \times 10^3\text{ kg/m}^3$ ，大气压强恒为 $p_0 = 1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ ，取重力加速度大小 $g = 10\text{ m/s}^2$ 。

(1) 当封闭的空气长度 $L_1 = 10\text{ cm}$ 时，洗衣缸刚好停止进水，求洗衣缸内的水面上升的高度；

(2) 若周围环境的温度变为 285K ，且注水结束时洗衣缸和细管内的水面高度差和 (1) 中的相同，求此时细管内空气的长度

【答案】(1) 50.5cm；(2) 9.5cm

【解析】

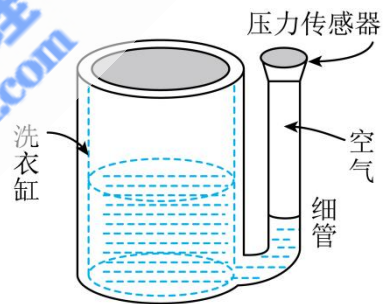
【详解】(1) 由玻意耳定律，有 $p_0 L_0 S = p_1 L_1 S$

解得 $p_1 = 1.05 \times 10^5\text{ Pa}$ ，又 $p_1 = p_0 + \rho gh$ ，解得 $h = 50\text{ cm}$

洗衣缸内的水面上升的高度 $H = (50 + 10.5 - 10)\text{ cm} = 50.5\text{ cm}$

(2) 由理想气体状态方程有 $\frac{p_0 L_0 S}{T_0} = \frac{p_2 L_2 S}{T_2}$

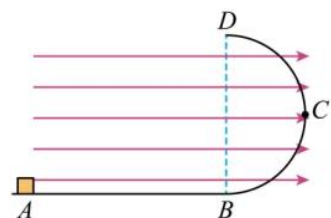
根据题意知 $p_2 = p_1 = 1.05 \times 10^5\text{ Pa}$ 解得 $L = 9.5\text{ cm}$



14. 如图所示，固定竖直面内半径为 $R = 0.4\text{ m}$ 的光滑半圆轨道与动摩擦因数为 $\mu = 0.25$ 的粗糙水平面平滑相连，整个区域有水平向右、大小为 $E = 750\text{ V/m}$ 的匀强电场，一质量为 $m = 0.1\text{ kg}$ ，电量为 $q = 0.001\text{ C}$ 的可视质点带正电的小物块从 A 点静止开始运动，已知 AB 的长度为 $l_{AB} = 2\text{ m}$ ，重力加速度 $g = 10\text{ m/s}^2$ 。

求：

(1) 小物块运动轨道最右边 C 点时，轨道对小物块的支持力；



(2) 小物块从 D 点离开到落地过程中克服电场力做功的平均功率。

【答案】 (1) 5.25N ，方向水平向左；(2) 0.375W

【详解】 (1) 根据题意，在小物块从 A 运动到 C 的过程中，解得 $v_C = 3\sqrt{2}\text{m/s}$

物块在 C 点，设轨道对其支持力为 F_N ，由牛顿第二定律有 $F_N - Eq = m\frac{v_C^2}{R}$ ，解得 $F_N = 5.25\text{N}$

方向水平向左。

(2) 小物块从 A 点到 D 点，由动能定理得 $v_D = 2\text{m/s}$

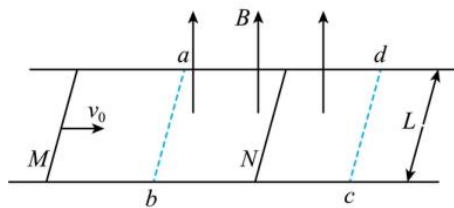
小物块从 D 点飞离轨道后在竖直方向只受重力，可知在竖直方向做自由落体运动，在水平方向受到与速度方向相反的电场力，因此可知，在水平方向做匀变速直线运动，根据运动的独立性与等时性，设物块落地

时所用的时间为 t ，则在竖直方向有 $2R = \frac{1}{2}gt^2$ 解得 $t = 0.4\text{s}$

在水平方向有 $x = v_D t - \frac{1}{2}at^2$ 其中 $a = \frac{Eq}{m}$ ，联立解得 $x = 0.2\text{m}$

电场力做功 $W = -qEx = -0.15\text{J}$ ，平均功率 $P = \frac{W}{t} = 0.375\text{W}$

15. 如图所示，两平行光滑长直金属导轨水平放置，间距为 L 。 $abcd$ 区域有匀强磁场，磁感应强度大小为 B ，方向竖直向上。初始时刻，磁场外的细金属杆 M 以初速度 v_0 向右运动。磁场内的细金属杆 N 处于静止状态，且到 cd 的距离为 x_0 。两杆在磁场内未相撞且 N 出磁场时的速度为 $\frac{1}{2}v_0$ ，两金属杆与导轨接触良好且运动过程中始终与导轨垂直。金属杆 M 质量为 $2m$ ，金属杆 N 质量为 m ，两杆在导轨间的电阻均为 R ，感应电流产生的磁场及导轨的电阻忽略不计。



(1) 求 M 刚进入磁场时 M 两端的电势差 U_{ab} ；

(2) N 在磁场内运动过程中 N 上产生的热量；

(3) N 在磁场内运动的时间 t 。

【答案】 (1) $-\frac{1}{2}BLv_0$ ；(2) $\frac{5}{32}mv_0^2$ ；(3) $\frac{3x_0}{2v_0} + \frac{mR}{B^2L^2}$

【详解】 (1) 根据题意， M 刚进磁场，感应电动势为 $E = BLv_0$ 由右手定则可知 $\varphi_a < \varphi_b$

则 M 两端的电势差 $U_{ab} = -\frac{R}{R+R} \cdot E = -\frac{1}{2}BLv_0$

(2) 根据题意可知， $2mv_0 = 2mv_1 + m \cdot \frac{1}{2}v_0$ 解得 $v_1 = \frac{3}{4}v_0$

由能量守恒定理可得，此过程整个电路产生的热量为 $Q = \frac{1}{2} \cdot 2mv_0^2 - \frac{1}{2} \cdot 2m \cdot v_1^2 - \frac{1}{2} m \left(\frac{1}{2} v_0 \right)^2 = \frac{5}{16} mv_0^2$

则 N 上产生的热量为 $Q' = \frac{1}{2} Q = \frac{5}{32} mv_0^2$

(4) 根据题意，对 N 由动量定理有 $BL\bar{I} \cdot t = m \cdot \frac{1}{2} v_0$

又有 $\bar{I} = \frac{BL\bar{v}_M - BL\bar{v}_N}{2R}$ 联立得 $\frac{B^2 L^2}{2R} (x_M - x_N) = m \cdot \frac{1}{2} v_0$

又有 $x_N = x_0$ ，解得 $x_M = x_0 + \frac{mRv_0}{B^2 L^2}$

又有 $\sum 2mv_0 \cdot \Delta t = \sum 2mv_M \cdot \Delta t + \sum mv_N \cdot \Delta t$ ，可得 $2mv_0 t = 2mx_M + mx_0$

代入得