

天一大联考
2021—2022 学年高中毕业班阶段性测试(三)

物 理

考生注意:

1. 答题前,考生务必将自己的姓名、考生号填写在试卷和答题卡上,并将考生号条形码粘贴在答题卡上的指定位置。
2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。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 10 小题,每小题 5 分,共 50 分。在每小题给出的四个选项中,第 1~6 题只有一个选项符合题目要求,第 7~10 题有多个选项符合要求。全部选对的得 5 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分。

1. 近代物理研究表明 K^- 介子衰变的方程为 $K^- \rightarrow \pi^- + \pi^0$, 其中 K^- 介子和 π^- 介子为带负电的元电荷, π^0 介子不带电。一个 K^- 介子在磁感应强度为 B 的匀强磁场中做半径为 R 的匀速圆周运动,在某时刻 K^- 介子发生衰变,观察到 π^- 介子做半径为 $2R$ 的匀速圆周运动,运动轨迹如图所示, π^0 介子的轨迹未画出。则 K^- 介子与 π^- 介子的动量大小之比为

- A. 1:1
B. 2:3
C. 1:2
D. 2:1



2. 2021 年 5 月 15 日,我国“天问一号”火星探测器成功着陆火星。已知火星半径约为地球半径的 p 倍,火星表面的重力加速度约为地球表面的重力加速度的 q 倍。火星第一宇宙速度约为地球第一宇宙速度的 k 倍,则下列关系式正确的是

A. $k = \sqrt{\frac{p}{q}}$

B. $k = \frac{\sqrt{p}}{q}$

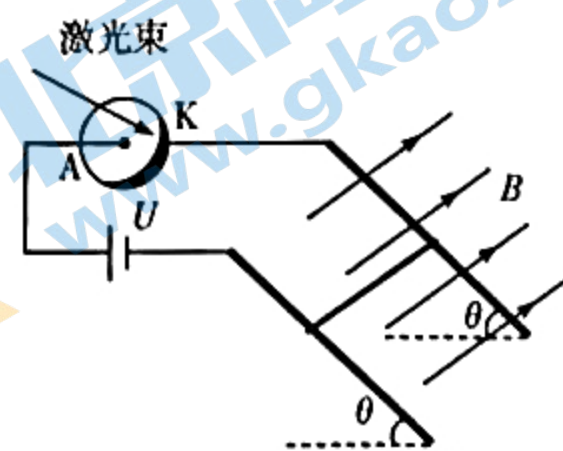
C. $k = \frac{p}{\sqrt{q}}$

D. $k = \sqrt{pq}$

3. 如图所示的装置可以利用光电管把光信号转换为电信号, A 和 K 分别是光电管的阳极和阴极,电源电压为 U ,用发光功率为 P 的激光器发出频率为 ν 的光全部照射在 K 上。两平行光滑金属轨道倾角为 θ ,导轨间距为 d ,平行导轨间存在着垂直于轨道平面向上的有界匀强磁场,磁感应强度为 B ,导体棒垂直导轨

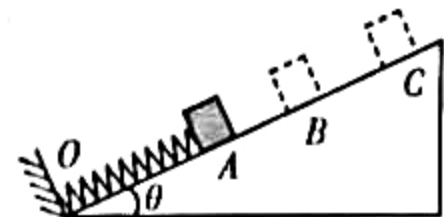
放置且恰好能静止在磁场中。已知阴极 K 材料的逸出功为 W_0 ，普朗克常量为 h ，电子电荷量为 e 。假设每个人射的光子会产生 1 个光电子，所有的光电子都能到 A，则下列判断正确的是

- A. 光电子到达 A 时的最大动能 $E_{k_{max}} = eU + h\nu$
- B. 光电子到达 A 时的最小动能 $E_{k_{min}} = eU - h\nu$
- C. 回路的电流为 $I = \frac{P}{U}$
- D. 导体棒受到的安培力方向沿斜面向上



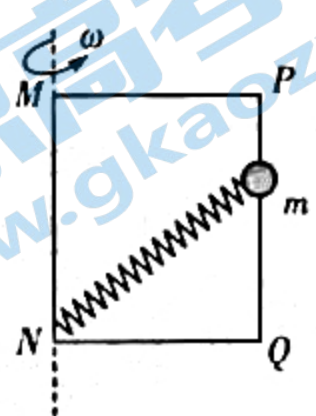
4. 如图所示，光滑斜面上三点 A、B、C 满足 $AB = BC$ ，一劲度系数为 k 、原长为 OB 的轻弹簧一端固定在斜面底端挡板上的 O 点，另一端与质量为 m 的小物块（视为质点）紧靠但不拴接。先压缩弹簧，置物块于 A 点，然后由静止释放，小物块运动到 C 点时速度为零。设小物块从 A 到 B 用时 t_1 ，从 B 到 C 用时 t_2 。下列说法正确的是

- A. $t_1 > t_2$
- B. $t_1 = t_2$
- C. $t_1 < t_2$
- D. 不能比较 t_1 和 t_2 的大小



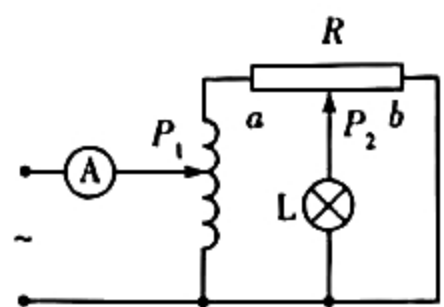
5. 如图所示，矩形金属框 $MNQP$ 竖直放置，其中 MN 、 PQ 足够长，且 PQ 杆竖直光滑，一根轻弹簧一端固定在 N 点，另一端连接一个质量为 m 的小球，小球穿过 PQ 杆，开始时整个装置处于静止状态。现在让金属框绕 MN 轴转动，其角速度逐渐增大，即 $\omega = \beta t$ ，式中 β 是一个常数。则在角速度逐渐增大的过程中，下列判断正确的是

- A. 小球的高度会逐渐升高
- B. PQ 杆对小球的作用力不断增大
- C. 弹簧弹力会逐渐增大
- D. PQ 杆对小球的作用力不做功

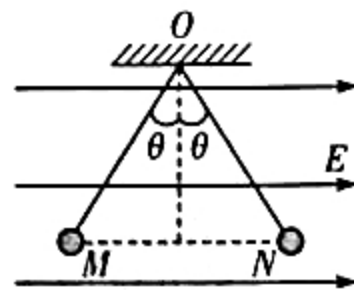


6. 如图所示，理想自耦变压器的输入端接在电动势为 E 、内阻为 r 的交流电源上，输入回路中串联有一交流电流表 A，输出端接滑动变阻器 R 和小灯泡 L。则下列说法正确的是

- A. 保持 P_2 位置不变，当理想自耦变压器的滑片 P_1 向下移动时，电流表 A 的示数一定变大，电源输出功率一定增大
- B. 保持 P_2 位置不变，当理想自耦变压器的滑片 P_1 向下移动时，电流表 A 的示数一定变大，小灯泡 L 可能变暗
- C. 保持 P_1 位置不变，当滑动变阻器的滑片 P_2 由 b 向 a 滑动时，电流表 A 的示数增大，电源输出功率一定增大
- D. 保持 P_1 位置不变，当滑动变阻器的滑片 P_2 由 b 向 a 滑动时，电流表 A 的示数先增大后减小，小灯泡 L 一定变亮



7. 如图所示,两根长度相等的绝缘轻绳分别将小球 M 和 N 悬挂在水平向右的匀强电场中,悬点均为 O 。可看成质点的两小球质量相同、带等量异种电荷,平衡时两轻绳与竖直方向的夹角均为 θ 。若将两小球所带的电荷量同时变为原来的 2 倍,并改变电场强度大小,两小球仍在原来位置平衡,带电小球不影响匀强电场的电场分布。下列说法正确的是

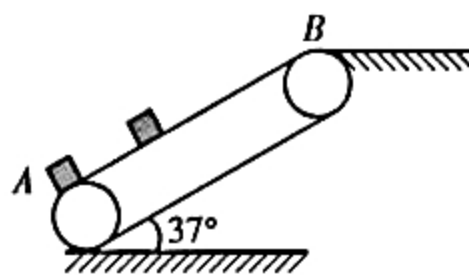


- A. M 带正电
- B. N 带正电
- C. 轻绳对小球的拉力大小不变
- D. 两小球间的库仑力将变为原来的 2 倍

8. 如图所示是某快递公司利用倾角为 $\theta = 37^\circ$ 的倾斜传送带传送快件(快件视为质点)的简化原理图。工作人员每间隔 $T = 1.0 \text{ s}$ 将一快件无初速度放到传送带上,快件从底端 A 处被送到顶端 B 处。已知传送带以恒定速率 $v_0 = 2.0 \text{ m/s}$ 顺时针运行, A 、 B 两处的距离 $L = 10 \text{ m}$,设快件与传送带之间的动摩擦因数均为

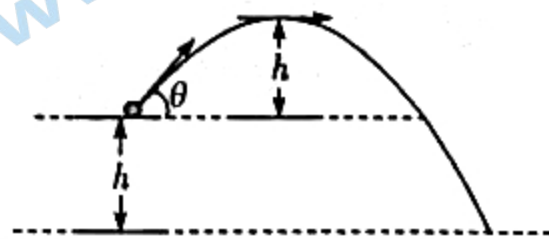
$\mu = \frac{7}{8}$,重力加速度 g 取 10 m/s^2 , $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$,下列说法正确的是

- A. 每个快件从 A 处传送到 B 处需要用时 6 s
- B. 每个快件从 A 处传送到 B 处需要用时 5 s
- C. 在 B 端有快件到达后,每 10 s 有 10 件快件到达 B 端
- D. 在 B 端有快件到达后,每 10 s 有 5 件快件到达 B 端



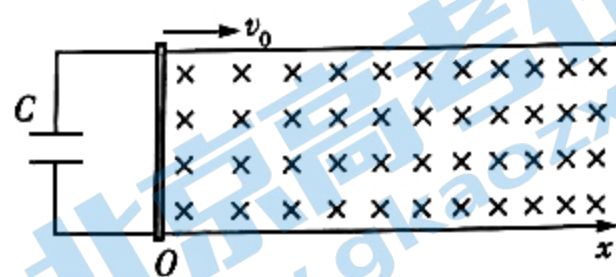
9. “天鲲号”是中国大陆首艘从设计到建造拥有完全自主知识产权的重型自航绞吸船,在不考虑空气阻力的情况下,“天鲲号”在吹沙填海工程中喷出泥沙的运动可看成斜上抛运动,如图所示。排泥管口距海面有一定的高度 h ,有利于泥沙喷到更远处,若排泥管出口的横截面积为 S ,排泥管的仰角为 θ ,喷出泥沙相对于排泥管出口的最大高度也是 h ,重力加速度为 g ,则下列说法正确的是

- A. 从排泥管喷出泥沙的速度大小为 $\frac{\sqrt{2gh}}{\sin \theta}$
- B. 泥沙从排泥管口到落入海面所用的时间为 $3\sqrt{\frac{h}{g}}$
- C. 泥沙能到达的海域平面最远点与排泥管口的水平距离为 $\frac{(2+2\sqrt{2})h}{\tan \theta}$
- D. 稳定后在空中泥沙的体积为 $\frac{(2+2\sqrt{2})hS}{\tan \theta}$



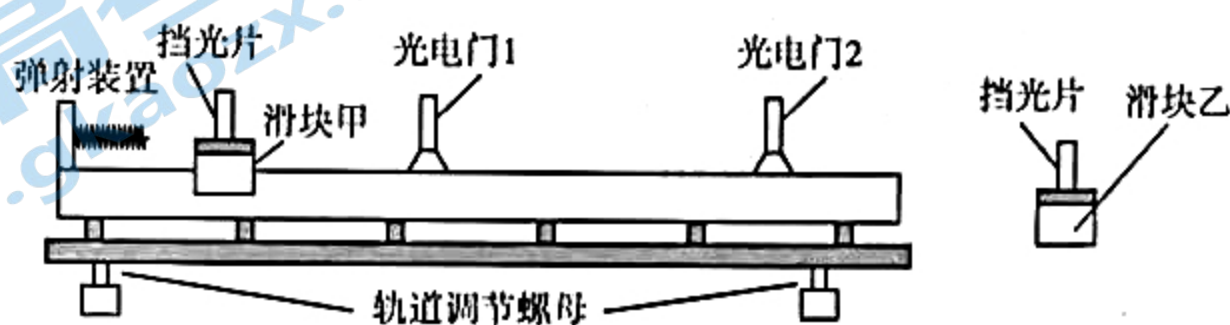
10. 如图所示,两间距为 L 的光滑导轨水平放置在竖直向下的磁场中,磁感应强度随位置坐标 x 按 $B = B_0 + kx$ (k 为已知的正常数) 的规律变化。一电容为 C 的电容器与导轨左端相连,导轨上质量为 m 的金属棒与 x 轴垂直, $t = 0$ 时刻在外力 F 作用下从 O 点开始以速度 v_0 向右匀速运动,忽略所有电阻,电容器耐压值足够大,不会被击穿。下列说法正确的是

- A. 通过金属棒的电流为 $I = CkLv_0^2$
 B. 通过金属棒的电流为 $I = 0$
 C. 电容器极板上的电荷量不断增大
 D. 金属棒运动过程中, 外力 F 做功的功率恒定



二、非选择题: 本题共 6 小题, 共 60 分。

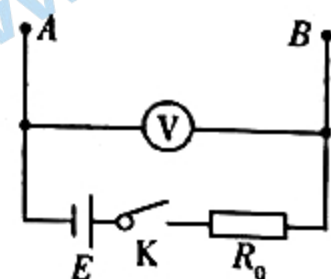
11. (6 分) 某课外兴趣小组利用如图所示的实验器材验证碰撞过程中动量守恒定律和探究动能损失情况。气垫导轨左端固定弹射装置, 滑块甲压缩弹射装置并被锁定, 滑块甲(含挡光片)质量用 m_1 表示, 滑块乙(含挡光片)质量用 m_2 表示, 滑块甲和滑块乙上的挡光片宽度均为 d 。



- (1) 调平导轨并充气, 应将滑块乙静置于_____ (填“光电门 1 的左侧”或“光电门 2 的右侧”或“光电门 1 与光电门 2 之间”)。
- (2) 解除锁定, 使滑块甲水平向右运动, 与乙碰撞后向左运动, 光电门 1 记录了先后两次挡光片通过光电门时的挡光时间分别为 t_0 和 t_1 , 光电门 2 记录了一次挡光片通过光电门时的挡光时间为 t_2 , 若等式_____ (用 m_1 、 m_2 、 t_0 、 t_1 和 t_2 表示) 成立, 则可验证滑块甲和乙碰撞过程中动量守恒。
- (3) 滑块甲与滑块乙发生碰撞时损失的机械能 $\Delta E =$ _____ (用 m_1 、 m_2 、 d 、 t_0 、 t_1 和 t_2 表示)。

12. (9 分) 小华同学准备测量一个电源的电动势和 6 个可能规格相同的待测电阻阻值。

- 一个电源(电动势 E 约为 4.5 V, 内阻可忽略);
- 一个电压表 V(量程为 6 V, 内阻很大);
- 一个阻值已知的定值电阻 R_0 ;



- 6 个规格可能相同的待测电阻, 设阻值为 R ;
- 开关 K 和导线若干。

- (1) 把 6 个待测电阻分别单独接入 A、B 之间, 发现电压表的示数均为 $U_0 = 3.80$ V, 则说明 6 个电阻阻值_____ (填“相同”或“不同”)。

- (2) 将 n ($n = 1, 2, 3, 4, 5, 6$) 个待测电阻并联后接入 A、B 之间, 记下并联电阻的个数 n 与电压表对应示数 U_n , 则 $\frac{1}{U_n} =$ _____ (用 R 、 R_0 、 n 、 E 表示)。

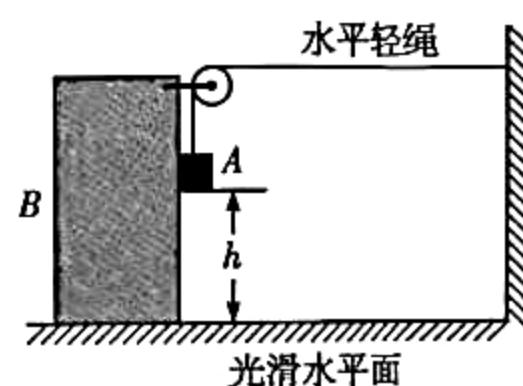
(3) 若以 $\frac{1}{U_n}$ 为纵轴, 应以 _____ (填“ n ”“ $\frac{1}{n}$ ”或“ n^2 ”) 为横轴, 则可作出一条倾斜的直线; 若求得该

倾斜直线斜率为 k , 纵截距为 b , 则可求得电源的电动势 $E =$ _____, 待测电阻 $R =$ _____。

13. (10 分) 如图所示, 在光滑的水平面上有一质量为 m 的长方体物块 B , B 的右上端固定一个轻质定滑轮, 一根不可伸长的轻绳通过定滑轮与质量为 m 的光滑小滑块 A 相连, 轻绳水平。滑块 A 刚好与 B 的右边相接触且能相对于右边竖直下滑, 开始时滑块 A 到水平地面的高度为 h , 现将滑块 A 由静止释放, 已知重力加速度为 g , 试求:

(1) 当 A 刚好接触地面时, 物块 B 在水平方向上运动的位移大小;

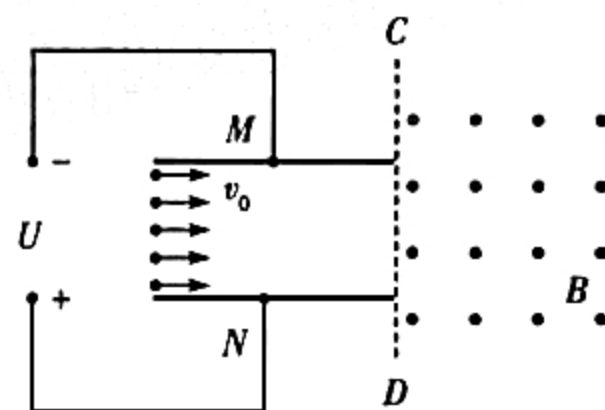
(2) 当 A 刚好接触地面时, 物块 B 的速度大小。



14. (10分) 小明同学设计了一种应用电场和磁场除尘的装置如图所示, 平行金属板 MN 水平放置, 两板间距为 d , 板长为 $2d$, 板间接有恒定高电压 U , N 板的电势高于 M 板, 两板间电场可看做匀强电场, 且两板外无电场。紧邻金属板右侧有垂直纸面向外的匀强磁场, 边界线为 CD 。现有大量均匀分布带电量为 $-q$ ($q > 0$)、质量为 m 的烟尘颗粒以相同的速度 $v_0 = 2\sqrt{\frac{qU}{m}}$ 由板的左侧进入板间, 粒子速度方向与板平行, 不计粒子间的相互作用及粒子重力。

(1) 求不能从平行金属板 MN 右侧射出的烟尘颗粒数占烟尘颗粒总数的比例;

(2) 要求射出的烟尘颗粒经磁场偏转后能全部回到板间继续除尘, 求磁感应强度 B 的最小值。



15. (12分) 如图所示, 质量为 $M = 4 \text{ kg}$ 的大滑块静置在光滑水平面上, 左半边为光滑 $\frac{1}{4}$ 圆轨道, 圆轨道底端和水平面相切。一质量为 $m = 1 \text{ kg}$ 的小物块, 从左侧足够高的光滑轨道上由静止滑下, 冲上大滑块后, 能从大滑块顶端滑出, 滑出时大滑块的速度为 1 m/s , 重力加速度 g 取 10 m/s^2 。求:

(1) 小物块开始下滑时离水平面的高度 h ;

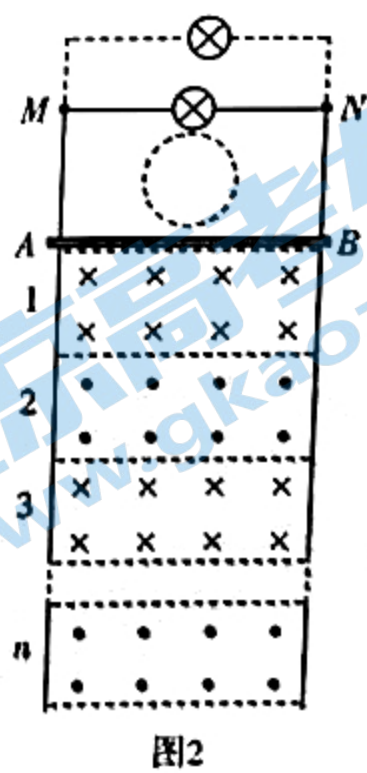
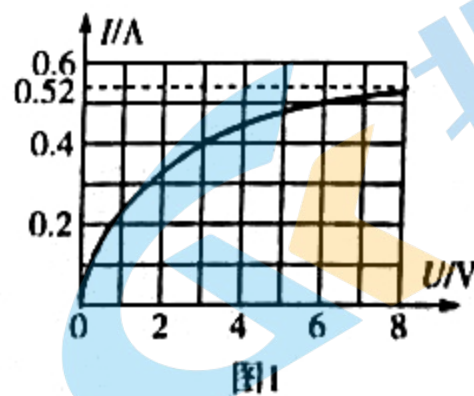
(2) 小物块滑出大滑块后能达到的最大高度 h_1 ;

(3) 小物块回到水平面的速度及再次滑上大滑块后能到达的最大高度 h_2 。



16. (13分) 如图1所示为一个特制灯泡两端的电压与通过它的电流的关系曲线,二者不成线性关系,这是由于焦耳热使灯丝的温度发生了变化,假设最终通过灯泡的电流为0.52 A。将该灯泡用导线接在光滑竖直平行导轨上端MN两点间,如图2所示。该导轨间距 $L=1.0\text{ m}$,MN下方有一根质量 $m=0.2\text{ kg}$ 、接入电阻 $R=10.0\ \Omega$ 的导体棒AB水平跨接在导轨上,紧接AB正下方的导轨间交替分布着垂直导轨所在平面、磁感应强度 $B=2.0\text{ T}$ 、宽度 $d=0.20\text{ m}$ 的匀强磁场,除导体棒和灯泡以外,其余电阻不计,导轨足够长,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,空气阻力不计。

- (1) 开始时锁定导体棒AB,在AB与MN之间半径 $r=0.1\text{ m}$ 圆形区域内施加一垂直导轨所在平面均匀增加的匀强磁场,当磁感应强度的变化率为 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{4.0}{\pi} \times 10^2\text{ T/s}$ 时,求灯泡的实际功率;(结果保留2位小数)
- (2) 撤去圆形区域里的磁场同时解除锁定,并将两个这样的灯泡并联接在MN两点间,求每个灯泡最终发光的功率和通过灯泡的交流电的频率;
- (3) 撤去圆形区域内磁场的同时解除锁定,在MN两点间只接入一只这样的灯泡,求导体棒最终的加速度大小。



天一大联考

2021—2022 学年高中毕业班阶段性测试(三)

物理·答案

选择题:共 10 小题,每小题 5 分,共 50 分。在每小题给出的四个选项中,第 1~6 题只有一个选项符合题目要求,第 7~10 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。

1. 答案 C

命题透析 本题通过 K^- 介子在磁场中衰变考查带电粒子在磁场中的圆周运动,考查考生的物理观念。

思路点拨 根据洛伦兹力公式和向心力公式可得 K^- 介子的动量为 $p_0 = BeR$, π^- 介子的动量为 $p_1 = 2BeR$, 则 K^- 介子、 π^- 介子的动量大小之比为 1:2, 选项 C 正确。

2. 答案 D

命题透析 本题结合“天问一号”为背景考查万有引力定律及第一宇宙速度等知识,考查考生的物理观念和科学态度与责任等学科核心素养。

思路点拨 根据万有引力定律得: $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R} = mg$, 解得 $v = \sqrt{gR}$, 地球的第一宇宙速度为 $v_{地} = \sqrt{g_{地} R_{地}}$, 火星的第一宇宙速度为 $v_{火} = \sqrt{g_{火} R_{火}}$, 所以 $k = \frac{v_{火}}{v_{地}} = \sqrt{pq}$, 即选项 D 正确。

3. 答案 D

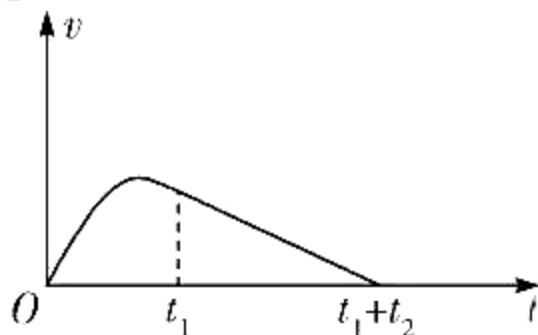
命题透析 本题通过光电管和通电导体棒在磁场中的平衡考查光电效应方程、安培力和物体的平衡条件,考查考生的物理观念和科学思维。

思路点拨 根据光电效应方程可知 $h\nu = W_0 + E_{k0}$, 逸出的电子在电场中加速向 A 运动, 根据动能定理得: $eU = E_{km} - E_{k0}$, 联立解得: $E_{km} = eU + h\nu - W_0$, 选项 A 错误; 因为光子从 K 射出的最小动能为 0, 所以光电子到达 A 时的最小动能 $E_{kmin} = eU$, 选项 B 错误; 设每秒钟到达 K 极的光子数量为 n , 则 $nh\nu = P$, 每秒钟逸出光电子个数为 n 个, 则回路的电流强度 $I = \frac{q}{t} = ne$, 解得 $I = \frac{Pe}{h\nu}$, 选项 C 错误; 根据左手定则可知导体棒受到的安培力方向沿斜面向上, 选项 D 正确。

4. 答案 C

命题透析 本题通过物块在弹力作用下沿光滑斜面运动考查牛顿第二定律的应用,考查考生的科学思维。

思路点拨 小物块先做加速度减小的加速运动, 当弹簧弹力 $F = mg\sin\theta$ 时速度最大, 然后做加速度增大的减速运动, 当小物块离开弹簧以后做匀减速直线运动, 小物块运动的 $v-t$ 图像如图所示, 由图像可得 $\bar{v}_1 > \bar{v}_2$, 又 $\bar{v}_1 t_1 = \bar{v}_2 t_2 = x$, 得 $t_1 < t_2$, 故选项 C 正确, A、B、D 错误。



5. 答案 B

命题透析 本题通过竖直杆上小球在水平面内的圆周运动考查向心力公式和动能定理的应用,考查考生的科学思维。

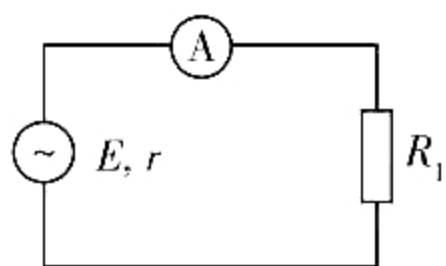
思路点拨 对小球受力分析,设弹力为 F ,弹簧与水平方向的夹角为 θ ,则对小球竖直方向 $F\sin\theta = mg$,而 $F = k(l_0 - \frac{NQ}{\cos\theta})$,可知 θ 为定值, F 不变,则当转速增大后,小球的高度不变,弹簧的弹力不变,则 A、C 项错误;随着小球转动的角速度不断增大,需要的向心力不断增大,所以杆的弹力不断增大,选项 B 正确;又因为小球的线速度不断增大,动能不断增大,弹簧的弹力对小球不做功,所以杆对小球要做功,选项 D 错误。

6. 答案 B

命题透析 本题通过理想自耦变压器的输出功率的分析计算,考查考生的科学思维。

思路点拨 假设副线圈的总电阻为 R_2 ,则将其等效到原线圈的电阻为 $R_1 = (\frac{n_1}{n_2})^2 R_2$,等效电路如图所示,保持 P_2 位置不变,当理想自耦变压器的滑片 P_1 向下移动时, n_1 减小,所以 $R_1 = (\frac{n_1}{n_2})^2 R_2$ 减小,根据欧姆定律可得

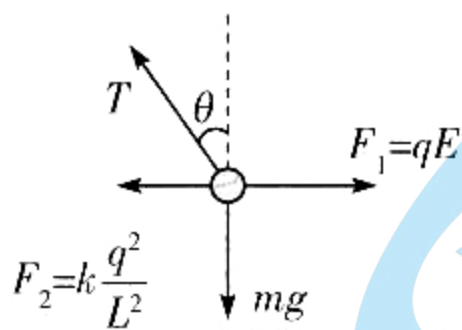
$I_1 = \frac{E}{r + R_1 + R_A}$,即电流表的示数一定增大,但因为电源内阻与外电阻的大小关系不确定,所以电源输出功率和小灯泡 L 亮暗变化情况不能确定,选项 B 正确、A 错误;保持 P_1 位置不变,当滑动变阻器的滑片 P_2 由 b 向 a 滑动时,副线圈的总电阻 R_2 减小,电流表 A 的示数一定变大,但因为电源内阻与外电阻的大小关系不确定,所以电源输出功率变化情况不能确定,选项 C 错误;保持 P_1 位置不变,当滑动变阻器的滑片 P_2 由 b 向 a 滑动时,电流表 A 的示数一定变大,根据分压电路的规律可知小灯泡两端的电压一定增大,小灯泡 L 一定变亮,所以选项 D 错误。



7. 答案 BC

命题透析 本题通过带电小球在匀强电场中的平衡考查平衡条件和库仑定律的应用,考查考生的科学思维。

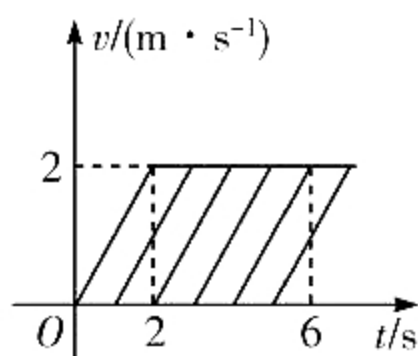
思路点拨 对 M 球进行受力分析,若 M 球带正电,则小球受力无法平衡,不能处于静止状态,则 M 球带负电, N 球带正电,选项 B 正确,A 错误;对 N 球进行受力分析如图所示,因为 $T\cos\theta = mg$,所以轻绳对小球的拉力大小不变,选项 C 正确;根据库仑定律可得 $F = k\frac{q^2}{L^2}$,可得两小球间相互作用力将变为原来的 4 倍,选项 D 错误。



8. 答案 AC

命题透析 本题通过传送带模型考查牛顿第二定律和匀变速直线运动的规律,考查考生的物理观念和科学态度与责任。

思路点拨 快件在传送带上的加速度为 $a = \mu g \cos 37^\circ - g \sin 37^\circ = 1.0 \text{ m/s}^2$,快件运动的速度—时间图像如图所示,匀加速运动的时间 $t_1 = \frac{v_0}{a} = 2 \text{ s}$, $x_1 = \frac{v_0^2}{2a} = 2 \text{ m}$,匀速运动的时间 $t_2 = \frac{L - x_1}{v_0} = 4 \text{ s}$,每个快件从 A 处传送到 B 处用时 $t = t_1 + t_2 = 6 \text{ s}$,选项 A 正确、B 错误;所有行李箱运动规律相同,只是时间上依次落后 $T = 1.0 \text{ s}$,则在 B 端有快件到达后每 10 s 有 10 件到达,选项 C 正确,D 错误。



9. 答案 AC

命题透析 本题通过“天鲲号”吹沙填海考查抛体运动的规律,考查考生的科学思维。

思路点拨 从排泥管喷出泥沙的速度大小为 v_0 , 则 $v_{0y} = v_0 \sin \theta, v_{0x} = v_0 \cos \theta$, 而 $v_{0y} = \sqrt{2gh}$, 解得 $v_0 = \frac{\sqrt{2gh}}{\sin \theta}$, 选

项 A 正确; 泥沙从排泥管口到落入海面所用的时间为 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} + \sqrt{\frac{4h}{g}} = (2 + \sqrt{2})\sqrt{\frac{h}{g}}$, 选项 B 错误; 泥沙能

到达的海域平面最远点到排泥管口的水平距离为 $x = v_{0x}t = \frac{(2 + 2\sqrt{2})h}{\tan \theta}$, 选项 C 正确; 稳定后在空中泥沙的体积

为 $V = v_0St = \frac{(2 + 2\sqrt{2})hS}{\sin \theta}$, 选项 D 错误。

10. 答案 AC

命题透析 本题通过含容电路和导体切割磁感线模型考查欧姆定律和法拉第电磁感应定律的应用, 考查考生的科学思维。

思路点拨 在 t 时刻, $B = B_0 + kx = B_0 + kv_0t$, 导体切割磁感线产生的感应电动势为 $E = BLv_0 = (B_0 + kv_0t)Lv_0$,

电容器所带的电荷量 $q = C(B_0 + kv_0t)Lv_0$, 通过金属棒的电流为 $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = CkLv_0^2$, 选项 A 正确, 选项 B 错误; 因为

电动势不断增大, 所以电容器极板上的电荷量不断增大, 选项 C 正确; 金属棒运动过程中, 外力 F 做功的功率为 $P = Fv_0$, 而 F 不断增大, 选项 D 错误。

11. 答案 (1) 光电门 1 与光电门 2 之间(2 分)

$$(2) \frac{m_1}{t_0} = \frac{m_2}{t_2} - \frac{m_1}{t_1} \text{ (2 分)}$$

$$(3) \frac{m_1 d^2}{2t_0^2} - \frac{m_2 d^2}{2t_2^2} - \frac{m_1 d^2}{2t_1^2} \text{ (2 分)}$$

命题透析 本题验证碰撞过程中动量守恒定律和探究动能损失情况, 考查考生的科学探究素养。

思路点拨 (1) 要能够测量滑块甲碰撞前后的速度, 应将滑块乙静置于光电门 1 与光电门 2 之间;

(2) 滑块乙静置于光电门 1 与光电门 2 之间, 则滑块乙的动量为 $p_{20} = 0$

滑块甲第一次通过光电门 1 的时间为 t_0 , 则滑块甲的动量为 $p_{10} = m_1 v_0 = m_1 \frac{d}{t_0}$

滑块甲和乙碰撞后, 滑块甲的动量为 $p_1 = -m_1 \frac{d}{t_1}$, 滑块乙的动量为 $p_2 = m_2 \frac{d}{t_2}$

若滑块甲和乙碰撞过程中动量守恒, 则有 $p_{10} = p_1 + p_2$, 即 $\frac{m_1}{t_0} = \frac{m_2}{t_2} - \frac{m_1}{t_1}$

(3) 滑块甲与滑块乙发生碰撞时损失的机械能 $\Delta E = \frac{1}{2}m_1 v_0^2 - \frac{1}{2}m_1 v_1^2 - \frac{1}{2}m_2 v_2^2$, 即 $\Delta E = \frac{m_1 d^2}{2t_0^2} - \frac{m_2 d^2}{2t_2^2} - \frac{m_1 d^2}{2t_1^2}$

12. 答案 (1) 相同(2 分)

$$(2) \frac{R_0}{ER}n + \frac{1}{E} \text{ (2 分)}$$

$$(3) n \text{ (1 分)} \quad \frac{1}{b} \text{ (2 分)} \quad \frac{bR_0}{k} \text{ (2 分)}$$

命题透析 本题通过测量电动势的创新设计实验, 考查考生的科学探究核心素养。

思路点拨 (1) 根据等效替代原理可知 6 个电阻阻值相同;

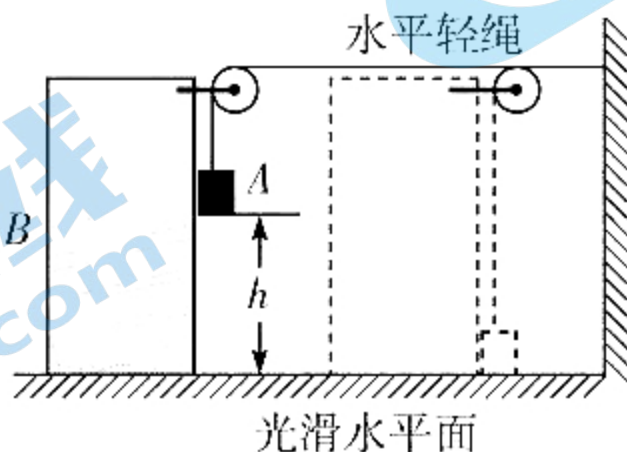
(2) 根据欧姆定律得: $U_n = \frac{E}{R_0 + \frac{R}{n}} \cdot \frac{R}{n}$, 整理得: $\frac{1}{U_n} = \frac{R_0}{ER} \cdot n + \frac{1}{E}$;

(3) 若以 $\frac{1}{U_n}$ 为纵轴, 则应以 n 为横轴, 斜率 $k = \frac{R_0}{ER}$, $b = \frac{1}{E}$, 解得: $E = \frac{1}{b}$, $R = \frac{bR_0}{k}$ 。

13. **命题透析** 本题结合连接体考查机械能守恒定律和运动的合成与分解等知识, 考查考生的物理观念和科学态度与责任等学科核心素养。

思路点拨 (1) 当 A 刚好接触地面时, 如图所示, 根据绳不可伸长可知物块 B 在水平方向上运动的位移大小

$x_B = h$ (3分)



(2) 对 A、B 整体, 机械能守恒, 设当 A 刚好接触地面时 B 的速度为 v_B , 则滑块 A 在水平方向的分速度 $v_{Ax} = v_B$,

$v_{Ay} = v_B$ (2分)

根据机械能守恒定律得: $mgh = \frac{1}{2}mv_B^2 + \frac{1}{2}m(v_{Ax}^2 + v_{Ay}^2)$ (3分)

解得: $v_B = \sqrt{\frac{2}{3}gh}$ (2分)

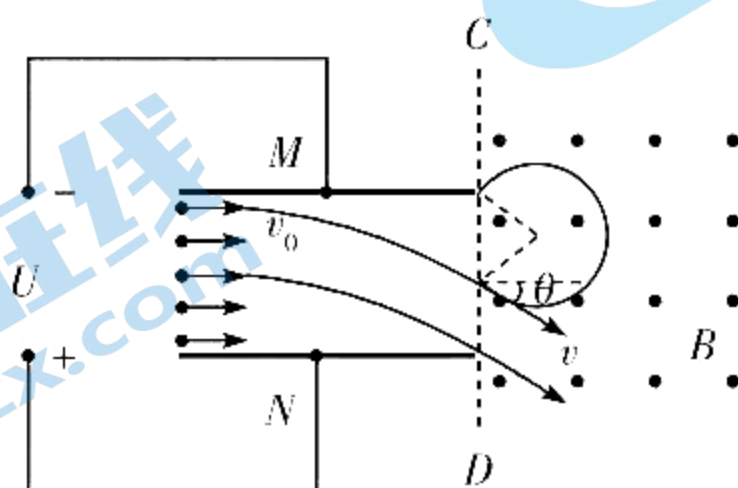
14. **命题透析** 本题考查带电粒子在电场和磁场中运动等知识, 考查考生的科学思维和科学态度与责任等学科核心素养。

思路点拨 (1) 在电场中根据牛顿第二定律得: $q \frac{U}{d} = ma$ (2分)

对于烟尘颗粒有: $2d = v_0 t$ (1分)

在电场中的最大偏转距离为 $y = \frac{1}{2}at^2$ (1分)

解得: $y = \frac{d}{2}$, 即不能从平行金属板 MN 右侧射出的烟尘颗粒数占烟尘颗粒总数的比例为 50% (1分)



(2) 要求射出的烟尘颗粒经磁场偏转后能全部回到板间继续除尘, 只要求最上面的烟尘颗粒能回到板间即可。

带电烟尘颗粒在磁场中运动根据牛顿第二定律得: $Bqv = m \frac{v^2}{r}$ (2分)

解得: $r = \frac{mv}{qB}$ (1分)

从图中可得： $\frac{d}{2} = 2r \cos \theta = \frac{2mv_0}{qB}$ (1分)

解得： $B = \frac{4mv_0}{qd} = 8 \sqrt{\frac{mU}{qd^2}}$ ，即磁感应强度 B 的最小值为 $B = 8 \sqrt{\frac{mU}{qd^2}}$ (1分)

15. 命题透析 本题通过滑块在光滑轨道上的运动考查机械能守恒定律、动量守恒定律和能量守恒定律，考查考生的科学思维。

思路点拨 (1) 设小物块到达水平面的速度为 v_1 ，第一次到最高点时水平速度等于 v_2 ，小物块滑到大滑块顶端的过程中系统水平方向动量守恒： $mv_1 = (m + M)v_2$ (1分)

解得： $v_1 = 5 \text{ m/s}$ (1分)

根据机械能守恒定律得： $mgh = \frac{1}{2}mv_1^2$

解得： $h = 1.25 \text{ m}$ (1分)

(2) 根据系统机械能守恒有： $\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}(m + M)v_2^2 + mgh_1$ (2分)

解得 $h_1 = 1 \text{ m}$ (1分)

(3) 小物块能下落到大滑块并从大滑块上滑到水平面，系统水平方向上动量守恒、机械能守恒：

$mv_1 = mv'_1 + Mv'_2$ (1分)

$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_1'^2 + \frac{1}{2}Mv_2'^2$ (1分)

解得： $v'_1 = -3 \text{ m/s}, v'_2 = 2 \text{ m/s}$ (1分)

$m(-v'_1) + Mv'_2 = (m + M)v$ (1分)

$\frac{1}{2}mv_1'^2 + \frac{1}{2}Mv_2'^2 = \frac{1}{2}(m + M)v^2 + mgh_2$ (1分)

解得 $h_2 = 0.04 \text{ m}$ (1分)

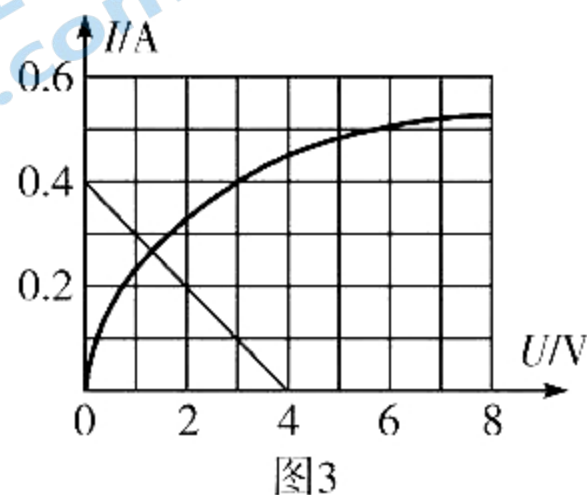
16. 命题透析 本题通过含灯泡非线性电路与电磁感应的综合问题，考查考生的物理建模能力和科学思维核心素养。

思路点拨 (1) 由法拉第电磁感应定律得： $E_1 = \frac{\Delta B}{\Delta t} S = 4.0 \text{ V}$ (2分)

设此时灯泡的实际电压为 U_1 、实际电流为 I_1 ，根据闭合电路的欧姆定律得： $E_1 = U_1 + I_1 R$ ，即 $U_1 = 4 - 10I_1$ (1分)

作图如图 3 所示，根据图像交点(1.3 V, 0.27 A)，所以灯泡的功率为

$P_1 = U_1 I_1 = 1.3 \times 0.27 \text{ W} = 0.35 \text{ W}$ (0.30 ~ 0.40 均可) (1分)



(2) 导体棒 AB 最终匀速运动时，灯泡的亮度不变，设通过导体棒的电流为 I_0 ，根据平衡条件可得： $mg = BLI_0$ ，

解得 $I_0 = \frac{mg}{BL} = 1.0 \text{ A}$ (2分)

根据并联电路的特点可知通过每只灯泡的电流强度为 $I_2 = 0.50 \text{ A}$, 从小灯泡的伏安特性曲线上可得灯泡两端的电压 $U_2 = 6.0 \text{ V}$, 两个灯泡最终发光的功率为 $P_2 = I_2 U_2 = 3.0 \text{ W}$ (1分)

根据闭合电路的欧姆定律可得: $E_2 = U_2 + I_0 R = 16.0 \text{ V}$ (1分)

根据法拉第电磁感应定律得: $E_2 = BLv$, 解得: $v = \frac{E_2}{BL} = 8.0 \text{ m/s}$ (1分)

交流电的周期为 $T = \frac{2d}{v} = \frac{0.40}{8.0} \text{ s} = 0.05 \text{ s}$, 频率为 $f = \frac{1}{T} = 20 \text{ Hz}$ (1分)

(3) 撤去圆形区域里的磁场同时解除锁定, 在 MN 两点间只接入一只这样的灯泡, 经过足够长时间后, 通过导体棒的最大电流为 $I_m = 0.52 \text{ A}$, 所以导体棒所受安培力不变, 做匀加速运动。 (1分)

根据牛顿第二定律可得: $mg - BLI_m = ma$ (1分)

解得: $a = g - \frac{BLI_m}{m} = 4.8 \text{ m/s}^2$ (1分)