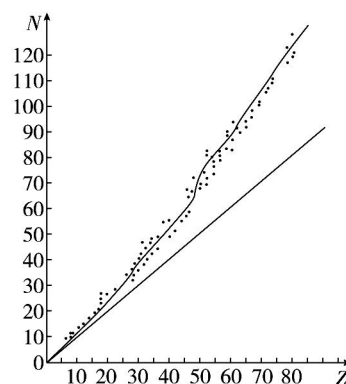


信阳高中 2022 届高三年级 物理试题

考试时间：2021 年 8 月 15 号下午 4:20-5:50

一、选择题（本题共 10 小题，每小题 4 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~7 只有一项符合题目要求，第 8~10 题有多项符合题目要求。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。）

1. 在自然界稳定的原子核中，中子数(N)和质子数(Z)之间的关系如图所示。根据图中所提供的信息及原子核的有关知识，对于在自然界中的稳定原子核，下列说法正确的是()

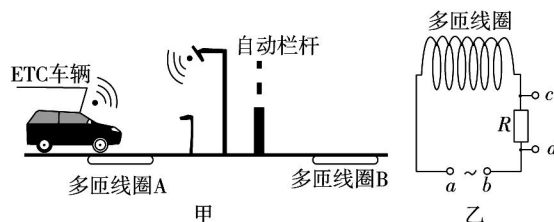


- A. 较轻的原子核，质子数和中子数大致相等
- B. 较重的原子核，质子数大于中子数
- C. 越重的原子核，质子数和中子数差值越小
- D. 在很大的原子核中，可以有质子数和中子数相等的情况

2. 目前，我国正在大力推行 ETC 系统，ETC(Electronic Toll Collection)是全自动电子收费系统，车辆通过收费站时无须停车，这种收费系统每车收费耗时不到两秒，其收费通道的通行能力是人工收费通道的 5 至 10 倍。如图甲所示，在收费站自动栏杆前、后的地面各自铺设完全相同的传感器线圈 A、B，两线圈各自接入相同的电路，如图乙所示，电路 a 、 b 端与电压有效值恒定的交变电源连接，回路中流过交变电流，当汽车接近或远离线圈时，线圈的自感系数发生变化，线圈对交变电流的阻碍作用发生变化，使得定值电阻 R 的 c 、 d 两端电压有所变化，这一变化的电压输入控制系统，控制系统就能做出抬杆或落杆的动作，

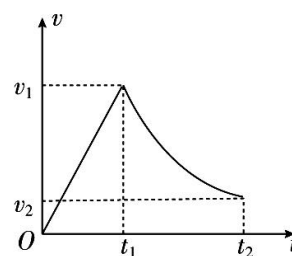
下列说法正确的是()

- A. 汽车接近线圈 A 时， c 、 d 两端电压升高
- B. 汽车离开线圈 A 时， c 、 d 两端电压升高
- C. 汽车接近线圈 B 时， c 、 d 两端电压升高
- D. 汽车离开线圈 B 时， c 、 d 两端电压降低



3. 在 2019 年武汉举行的第七届世界军人运动会中，21 岁的邢雅萍成为本届军运会的“八冠王”。如图是定点跳伞时邢雅萍运动的 $v-t$ 图象，假设她只在竖直方向运动，从 0 时刻开始先做自由落体运动， t_1 时刻速度达到 v_1 时打开降落伞后做减速运动，在 t_2 时刻以速度 v_2 着地。已知邢雅萍(连同装备)的质量为 m ，则邢雅萍(连同装备)()

- A. $0 \sim t_2$ 内机械能守恒
- B. $0 \sim t_2$ 内机械能减少了 $\frac{1}{2}mv_1^2$
- C. t_1 时刻距地面的高度大于 $\frac{(v_1+v_2)(t_1-t_2)}{2}$
- D. $t_1 \sim t_2$ 内受到的合力越来越小



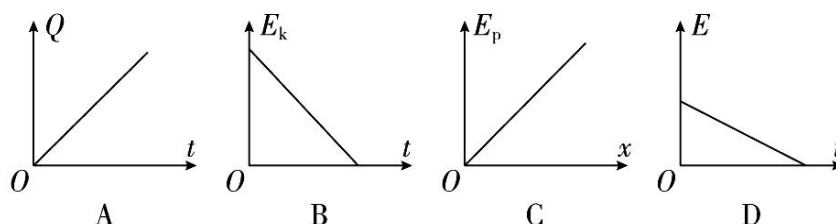
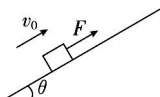
4. 已知地球近地卫星的运行周期约为地球自转周期的 0.06 倍, 则站在赤道地面上的人, 受到的重力约为他随地球自转所需向心力的()

- A. 1 倍 B. 18 倍 C. 280 倍 D. 810 倍

5. 新型冠状病毒主要传播方式为飞沫传播。打喷嚏可以将飞沫喷到十米之外。有关专家研究得出打喷嚏时气流喷出的速度可达 50 m/s, 假设一次打喷嚏大约喷出 $5.0 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ 的空气, 一次喷嚏大约 0.02 s, 已知空气的密度为 1.3 kg/m^3 , 估算打一次喷嚏人受到的平均反冲力()

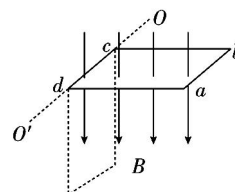
- A. 0.11 N B. 0.13 N C. 0.16 N D. 0.20 N

6. 如图所示, 质量为 m 的滑块以初速度 v_0 滑上倾角为 θ 的足够长的固定斜面, 同时对滑块施加一沿斜面向上的恒力 $F = mg \sin \theta$, 已知滑块与斜面间的动摩擦因数 $\mu = \tan \theta$, 取出发点为坐标原点, 能正确描述滑块运动到最高点过程中产生的热量 Q , 滑块的动能 E_k 、势能 E_p 、机械能 E 与时间 t 或位移 x 的关系的是()



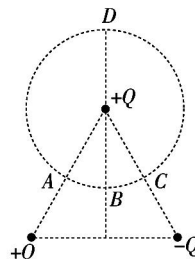
7. 如图所示, 匀强磁场方向竖直向下, 磁感应强度为 B . 正方形金属框 $abcd$ 可绕光滑轴 OO' 转动, 边长为 L , 总电阻为 R , ab 边质量为 m , 其他三边质量不计, 现将 $abcd$ 拉至水平位置, 并由静止释放, 经时间 t 到达竖直位置, 产生热量为 Q . 若重力加速度为 g , 则 ab 边在最低位置所受安培力大小等于()

- A. $\frac{B^2 L^2 \sqrt{2gL}}{R}$ B. $BL \sqrt{\frac{Q}{Rt}}$
C. $\frac{B^2 L^2}{Rt}$ D. $\frac{B^2 L^2}{R} \frac{B^2 L^2}{R} \sqrt{\frac{2(mgL - Q)}{m}}$



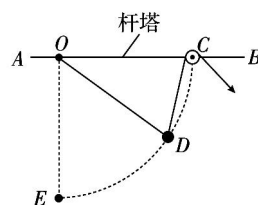
8. 如图, 在真空中的绝缘光滑水平面上, 边长为 L 的正三角形的三个顶点上分别固定放置电量为 $+Q$ 、 $+Q$ 、 $-Q$ 的点电荷, 以图中顶点为圆心、 $0.5L$ 为半径的圆与其腰及底边中线的交点分别为 A 、 B 、 C 、 D 。下列说法不正确的是()

- A. A 点场强等于 C 点场强



- B. B 点电势等于 D 点电势
- C. 由 A 点静止释放一正点电荷 $+q$ ，其轨迹可能是直线也可能是曲线
- D. 将正点电荷 $+q$ 沿圆弧逆时针从 B 经 C 移到 D，电荷的电势能始终不变

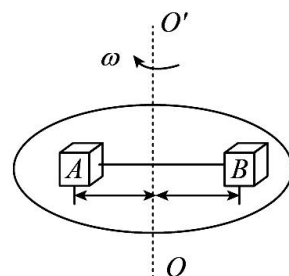
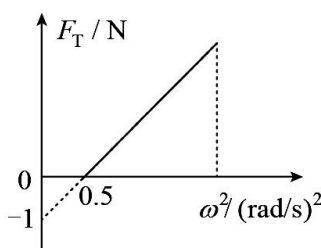
9. 《大国工匠》节目中讲述了王进利用“秋千法”在 1000 kV 的高压线上带电作业的过程。如图所示，绝缘轻绳 OD 一端固定在高压线杆塔上的 O 点，另一端固定在兜篮上。另一绝缘轻绳跨过固定在杆塔上 C 点的定滑轮，一端连接兜篮，另一端由工人控制。身穿屏蔽服的王进坐在兜篮里，缓慢地从 C 点运动到处于 O 点正下方 E 点的电缆处。绳 OD 一直处于伸直状态，兜篮、王进及携带的设备总质量为 m ，不计一切阻力，重力加速度大小为 g 。关于王进从 C 点运动到 E 点的过程中，下列说法正确的是()



- A. 工人对绳的拉力可能先增大后减小
- B. 绳 OD 的拉力一定越来越大
- C. OD 、 CD 两绳拉力的合力大小始终等于 mg
- D. 当绳 CD 与竖直方向的夹角为 30° 时，工人对绳的拉力为 $\frac{\sqrt{3}}{3}mg$

10. 如图所示，两个完全相同的物块 A 和 B（均可视为质点）放在水平圆盘上，它们分居圆心两侧，用不可伸长的轻绳相连。两物块质量均为 1kg 。与圆心距离分别为 R_A 和 R_B ，其中 $R_A < R_B$ 且 $R_A = 1\text{m}$ 。设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，当圆盘以不同角速度 ω 绕轴 OO' 匀速转动时，绳中弹力 F_T 与 ω^2 的变化关系如图所示，重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 。下列说法正确的是()

- A. 物块与圆盘间的动摩擦因数 $\mu = 0.1$
- B. 物块 B 与圆心距离 $R_B = 2\text{m}$
- C. 当角速度为 1rad/s 时圆盘对 A 的静摩擦力指向圆心
- D. 当角速度为 $\sqrt{2}\text{rad/s}$ 时，A 恰好要相对圆盘发生滑动

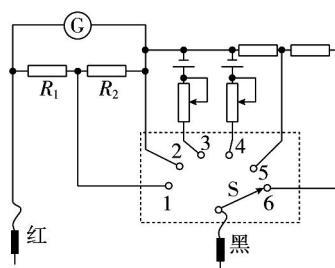


二、实验题（11 题 6 分，12 题 6 分，共 12 分）

11. (6 分)(1)在使用多用电表的过程中，下列说法正确的是_____。

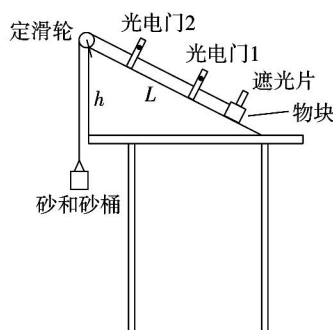
- A. 测量电压时，要将红表笔接在低电势点
- B. 测量电阻时，更换倍率挡后，无须重新欧姆调零
- C. 测量电阻时，要使待测电阻与其他元件和外部电源断开

(2)如图为某一多用电表的结构示意图,表头 G 的满偏电流为 $I_g=0.5\text{ mA}$,内阻为 $R_g=200\ \Omega$ 。当选择开关分别接 1 和 2 挡时,对应的量程为 10 mA 和 1 mA ,其中 R_1 为 $20\ \Omega$,则 R_2 为_____ Ω 。



(3)该欧姆表表盘中间位置的数值为 25,则其“ $\times 100$ ”欧姆挡所使用的电源电动势大小为_____ V。

12. (6 分)如图所示,某同学设计了一种测量物块与斜面间动摩擦因数的实验装置,将斜面固定在桌子边缘,在斜面上装有两个光电门 1、2,绕过斜面顶端光滑定滑轮的细线一端连在装有遮光片的物块上,另一端吊着装有砂的砂桶,物块静止在斜面上。



(1)通过调节定滑轮高度,使连接物块的细线与斜面平行;给物块一个初速度使物块沿斜面向上滑动,观察物块通过光电门 1、2 时光电计时器记录的遮光片遮光的时间,如果通过光电门 1 的遮光时间 t_1 小于通过光电门 2 的遮光时间 t_2 ,则需要_____ (选填“增加”或“减少”)砂桶内砂的质量,直到物块上滑时,通过两个光电门的遮光时间相等;

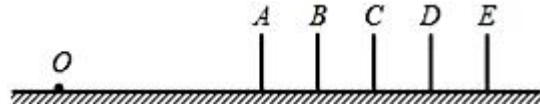
(2)已知斜面的高为 h 、长为 L ,测出物块和遮光片的总质量为 M ,要测量物块和斜面间的动摩擦因数,还需要测量_____ (写出需要测量的物理量名称和符号),则物块与斜面间的动摩擦因数为 $\mu=$ _____ (用已知的和测量的物理量表示)。

三、解答题 (共 48 分,解答过程要有必要的文字说明、方程式,只有结果不得分)

13. (10 分)驾驶证考试中的路考,在即将结束时要进行目标停车,考官会在离停车点不远的地方发出指令,要求将车停在指定的标志杆附近,终点附近的道路是平直的,依次有编号为 A、B、C、D、E 的五根标志杆,相邻杆之间的距离 $\Delta L=12.0\text{ m}$ 。一次路考中,学员甲驾驶汽车,学员乙坐在后排观察并记录时间,学员乙与车前端面的距离为 $\Delta s=2.0\text{ m}$ 。假设在考官发出目标停车的指令前,汽车是匀速运动的,当学员乙经过 O 点考官发出指令:“在

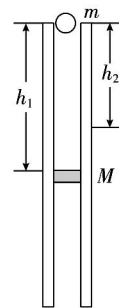
D 标志杆目标停车”，发出指令后，学员乙立即开始计时，学员甲需要经历 $\Delta t=0.5\text{s}$ 的反应时间才开始刹车，开始刹车后汽车做匀减速直线运动，直到停止。学员乙记录下自己经过 B、C 杆时的时刻 $t_B=4.50\text{s}$ ， $t_C=6.50\text{s}$ 。已知 $L_{OA}=44\text{m}$ 。求：

- (1) 刹车前汽车做匀速运动的速度大小 v_0 及汽车开始刹车后做匀减速直线运动的加速度大小 a ；
- (2) 汽车停止运动时车头前端面离 D 的距离。

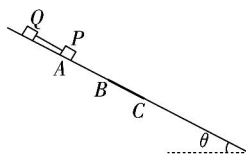


14.(10 分)如图所示，一个足够长的圆筒竖直固定，筒内有一质量为 M 的滑块锁定在距圆筒顶端 $h_1=5\text{ m}$ 处。现将一个直径小于圆筒内径、质量为 m 的小球，从圆筒顶端沿圆筒中轴线由静止释放，小球与滑块刚要碰撞时解除滑块的锁定，小球与滑块发生弹性碰撞后上升到最大高度处时，距圆筒顶端 $h_2=3.2\text{ m}$ 。不计空气阻力，已知滑块与圆筒间的滑动摩擦力为 $f=7.2\text{ N}$ ，重力加速度 g 取 10 m/s^2 。

- (1) 求小球与滑块的质量之比 $\frac{m}{M}$ ；
- (2) 若滑块质量为 0.9 kg ，求小球与滑块第一次碰撞与第二次碰撞的时间间隔 t 。

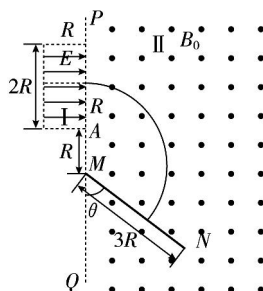


15. (12 分)如图所示，某小型滑雪场的雪道倾角为 θ ，已知 $AB=BC=L$ ，其中 BC 部分粗糙，其余部分光滑。现把滑雪车 P 和 Q 固定在雪道上，两车质量均为 m 且可看做质点，滑雪车 P 恰在 A 点。滑雪车 P 上固定一长为 L 的轻杆，轻杆与雪道平行，左端与滑雪车 Q 接触但不粘连。现同时由静止释放两滑雪车，已知滑雪车与 BC 段的动摩擦因数为 $\mu=\tan\theta$ ，重力加速度为 g 。求：



- (1)滑雪车 P 刚进入 BC 段时, 轻杆所受的压力多大?
- (2)滑雪车 Q 刚离开 BC 段时, 滑雪车 P 和 Q 之间的距离为多少?

16.(16 分)如图, 宽为 R 、高为 $2R$ 的矩形区域 I 内有水平向右的匀强电场, 电场强度为 E , 区域 I 右边有一匀强磁场区域 II, 方向垂直于纸面向外, 磁感应强度大小为 B_0 , 磁场左边界 PQ 上距 A 点 R 处的 M 点放置一长为 $3R$ 的荧光屏 MN , MN 与 PQ 成角 $\theta=53^\circ$ 。现有大量分布在区域 I 左边界上带正电、比荷相同的微粒从静止释放, 经电场加速后进入磁场区域 II, 其中沿矩形区域 I 中间射入磁场的粒子, 进入区域 II 后恰能垂直打在荧光屏上(不计微粒重力及其相互作用), 求:



- (1)微粒进入磁场区域的速度大小 v 和微粒的比荷 $\frac{q}{m}$;
- (2)荧光屏上的发光区域长度 Δx ;
- (3)若改变区域 II 中磁场的磁感应强度大小, 能让所有射入磁场区域 II 的微粒全部打中荧光屏, 则区域 II 中磁场的磁感应强度大小应满足的条件。

信阳高中 2022 届高三年级

物理答案

1. 答案 A

解析 由图可知,较轻的原子核,质子数和中子数大致相等;而较重的原子核,中子数明显多于质子数;越重的原子核,中子数和质子数差值越大, A 正确, B、C 错误。在很大的原子核中,由于核力明显减弱,相距较远的质子间的核力不足以平衡它们之间的库仑力,而中子与其他核子没有库仑斥力,只有相互吸引的核力,因此中子数要比质子数多,不可能出现质子数和中子数相等的情况, D 错误。

2. 答案 B

解析 汽车上有很多钢铁,汽车接近线圈时,相当于给线圈增加了铁芯,所以线圈的自感系数增大,感抗也增大,在电压不变的情况下,交流回路的电流减小,所以 c 、 d 两端的电压降低,故 A、C 错误;同理,汽车远离线圈时,线圈的感抗减小,交流回路的电流增大, c 、 d 两端的电压升高,故 B 正确, D 错误。

3. 答案 D

解析 $0 \sim t_1$ 时间内,邢雅萍(连同装备)做自由落体运动,机械能守恒, $t_1 \sim t_2$ 时间内空气阻力做负功,故 $0 \sim t_2$ 内机械能不守恒, A 错误;设 t_1 时刻邢雅萍(连同装备)距离地面高度为 h ,则在 $t_1 \sim t_2$ 内有 $W_f + mgh = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$,解得 $W_f = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 - mgh$,阻力做负功,故 $0 \sim t_2$ 内机械能的减小量为 $\Delta E = -W_f = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh - \frac{1}{2}mv_2^2$, B 错误; $v-t$ 图象中图线与时间轴围成的面积表示位移,故 t_1 时刻距地面的高度小于 $\frac{v_1 + v_2}{2} \cdot \frac{t_2 - t_1}{2}$, C 错误; $v-t$ 图象的斜率表示加速度,由图象可知,在 $t_1 \sim t_2$ 时间内加速度不断减小,由牛顿第二定律可知受到的合力越来越小,故 D 正确。

4. 答案 C

解析 对站在赤道地面上的人,由牛顿第二定律有 $\frac{GMm_0}{R^2} - m_0g = m_0 \frac{4\pi^2}{T_0^2} R$,对地球近地卫星,由牛顿第二定律有 $\frac{GMm}{R^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} R$,其中 $T = 0.06T_0$,解得 $m_0g \approx 276.8 \times m_0 \frac{4\pi^2}{T_0^2} R$,即站在赤道地面上的人,受到的重力约为他随地球自转所需向心力的 280 倍,故选 C。

5. 答案 C

解析 以打一次喷嚏时,人喷出的空气为研究对象,根据动量定理可得 $\overline{F} t = mv - 0$,可求得打一次喷嚏时,人对喷出空气的平均作用力 $\overline{F} = \frac{mv}{t} = \frac{\rho V v}{t} = \frac{1.3 \times 5.0 \times 10^{-5} \times 50}{0.02} \text{ N} \approx 0.16 \text{ N}$,再由牛顿第三定律可得,打一次喷嚏时人受到的平均反冲力 $\overline{F}' = \overline{F} = 0.16 \text{ N}$, A、B、D 错误, C 正确。

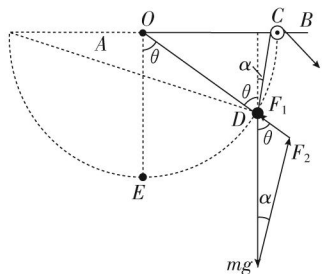
6. 答案 C

解析 滑块受力如图所示,由牛顿第二定律得 $mgsin\theta + \mu mgcos\theta - F = ma$,其中 $F = mgsin\theta$, $\mu = tan\theta$,联立解得 $a = gsin\theta$,滑块沿斜面向上做匀减速直线运动,位移 $x = v_0 t - \frac{1}{2}at^2$,速度 $v = v_0 - at$ 。产生的热量等于克服滑动摩擦力做的功,即 $Q = fx = \mu mg \left[v_0 t - \frac{1}{2}at^2 \right] cos\theta$,可知 Q 与 t 不成正比, A 错误;滑块的动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(v_0 - at)^2$,可知 E_k 与 t 不是一次函数关系, B 错误;滑块的重力势能 $E_p = mgxsin\theta$,可知 E_p 与 x

解析 根据能量守恒定律, ab 边向下运动的过程中机械能的减少量等于线框中产生的焦耳热, 则 $mgL = Q + \frac{1}{2}mv^2$, 解得: $v = \sqrt{\frac{2}{m}(mgL - Q)}$; ab 边运动到最低位置时, 切割磁感线产生感应电动势为: $E = BLv$, 金属框中的感应电流为: $I = \frac{E}{R}$, ab 边所受的安培力大小为: $F = BIL$, 联立解得: $F = \frac{B^2 L^2}{R} \sqrt{\frac{2}{m}(mgL - Q)}$, 故 D 正确, A、B、C 错误。

解析 由场强的叠加原理可知，A 点和 C 点场强的大小和方向都不同，A 错误；由于底边上的正、负电荷在 B、D 两点形成电场的总电势均为零，则 B、D 两点的电势就等于顶端电荷在 B、D 两点形成电场的电势，则 B 点电势等于 D 点电势，B 正确；由场强的叠加原理知，两正点电荷连线的中垂线上的电场线是直线，则由 A 点静止释放一正点电荷 $+q$ ，其轨迹一定是直线，C 错误；将正点电荷 $+q$ 沿圆弧逆时针从 B 经 C 移到 D，电势是变化的，则电荷的电势能也是变化的，D 错误。

解析 对兜篮、王进及携带的设备整体受力分析, 如图所示, 其中绳 OD 的拉力为 F_1 , 与竖直方向的夹角为 θ ; 绳 CD 的拉力为 F_2 , 与竖直方向的夹角为 α , 由几何关系有 $90^\circ - \frac{90^\circ - \theta}{2} = \theta + \alpha$, 可得 $\alpha = 45^\circ - \frac{\theta}{2}$, 根据平衡条件及正弦定理有 $\frac{F_1}{\sin \alpha} = \frac{F_2}{\sin \theta} = \frac{mg}{\sin 180^\circ - \alpha - \theta}$, 整理得 $F_1 = mg \tan \alpha$, $F_2 = mg \frac{\cos 2\alpha}{\cos \alpha}$, 王进下降的过程中 α 由 0° 增大到 45° , 则 F_1 增大, F_2 减小, 故 A 错误, B 正确; 根据平衡条件, 两绳拉力的合力大小始终等于 mg , 故 C 正确; $\alpha = 30^\circ$ 时, $\theta = 30^\circ$, 则 $F_1 = F_2$, 根据平衡条件, $2F_2 \cos \alpha = mg$, 求出 $F_2 = \frac{\sqrt{3}}{3} mg$, 故 D 正确。



AB. 角速度较小时, 物块各自受到的静摩擦力 f 充当向心力, 绳中无拉力。根据牛顿第二定律: $f = m\omega^2 R$, 因为 $R_A < R_B$, 所以物块 B 与圆盘间的静摩擦力先达到最大值, 随着角速度增大, 轻绳出现拉力, 拉力 F_T 和

最大静摩擦力的合力充当向心力。对物块 B 分析: $F_T + \mu mg = m\omega^2 R_B$

则 $F_T = mR_B\omega^2 - \mu mg$ 则根据图像中斜率和截距的数据解得: $R_B = 2\text{m}$, $\mu = 0.1$

故 AB 选项正确;

C. 当 $\omega = 1\text{rad/s}$ 时, 由上述方程得绳子中拉力大小 $F_T = 1\text{N}$, 再对 A 分析, 由牛顿第二定律得:

$F_T + f = m\omega^2 R_A$ 解得 $f = 0$ 故 C 选项错误;

D. 当 A 恰好要相对圆盘发生滑动时, 其摩擦力为最大值且方向沿半径向外, 对 A 分析:

$F_T - \mu mg = m\omega^2 R_A$ 此时对 B 分析: $F_T + \mu mg = m\omega^2 R_B$

联立解得 $\omega = \sqrt{2}\text{rad/s}$ 故 D 选项正确。

11. 答案 (1)C (2)180 (3)2.5

解析 (1)测量电压时, 要将红表笔接在高电势点, 保证电流从红表笔流入多用电表, 故 A 错误; 测量电阻时, 更换倍率挡后, 需要重新欧姆调零, 故 B 错误; 测量电阻时, 多用电表内部有电源接入, 根据测量原理可知, 要使待测电阻与其他元件和外部电源断开, 故 C 正确。

(2)当选择开关接 2 挡时, 分流电阻阻值较大, 电流表量程较小, 为 1mA , 根据并联电路电流规律得:

$$I = \frac{I_g R_g}{R_1 + R_2} + I_g, \text{ 解得: } R_2 = \frac{I_g R_g}{I - I_g} - R_1 = 180\ \Omega.$$

(3)由(2)可知, 使用欧姆挡时, 电流表的满偏电流 $I_A = 1\text{mA}$, 中值电阻阻值等于欧姆表内阻, 所以欧姆表内阻为 $R = 25 \times 100\ \Omega = 2500\ \Omega$, 电源电动势大小为 $E = I_A R = 1 \times 10^{-3} \times 2500\ \text{V} = 2.5\ \text{V}$ 。

12. 答案 (1)增加

(2)砂和砂桶的总质量 $m = \frac{mL - Mh}{M\sqrt{L^2 - h^2}}$

解析 (1)如果通过光电门 1 的遮光时间 t_1 小于通过光电门 2 的遮光时间 t_2 , 说明物块在做减速运动; 要使物块通过两个光电门的遮光时间相等, 物块应做匀速运动, 需要增加细线的拉力, 也就是增加砂桶内砂的质量。

(2)实验还需要测量砂和砂桶的总质量 m , 设斜面倾角为 θ , 根据平衡条件有 $mg = T$, $T = Mg\sin\theta + \mu Mg\cos\theta$, 根据几何关系有 $\sin\theta = \frac{h}{L}$, $\cos\theta = \frac{\sqrt{L^2 - h^2}}{L}$, 联立解得 $\mu = \frac{mL - Mh}{M\sqrt{L^2 - h^2}}$ 。

13. (1) 16m/s ; 2m/s^2 ; (2) 6m ;

解析

(1) 汽车从 O 到标志杆 B 的过程中:

$$LOA + \Delta L = v_0 \Delta t + v_0 (t_B - \Delta t) - \frac{1}{2} (t_B - \Delta t)^2$$

汽车从 O 到标志杆 C 的过程中:

$$LOA + 2\Delta L = v_0 \Delta t + v_0 (t_C - \Delta t) - \frac{1}{2} (t_C - \Delta t)^2$$

联立方程组得: $v_0 = 16\text{m/s}$ $a = 2\text{m/s}^2$

$$(2) \text{ 汽车从开始到停下运动的距离: } x = v_0 \Delta t + \frac{v_0^2}{2a} = 16 \times 0.5 \text{ m} + \frac{16^2}{2 \times 2} \text{ m} = 72 \text{ m}$$

因此汽车停止运动时车头前端面在 CD 之间离 D 为:

$$LOA + 3\Delta L - s - x = 44 + 36 - 2 - 72 = 6 \text{ m}.$$

点睛: 此题要理解反应时间内汽车继续做匀速运动, 还要养成画运动过程示意图, 找位移之间的关系. 此题有一定的难度.

14. 答案 (1) $\frac{1}{4}$ (2) 2.5 s

解析 (1) 设小球碰撞前、后瞬间的速度大小分别为 v_1 、 v_2 , 滑块碰后瞬间的速度大小为 v , 则由机械能守恒定律有: $mgh_1 = \frac{1}{2}mv_1^2$, $mg(h_1 - h_2) = \frac{1}{2}mv_2^2$

小球与滑块发生弹性碰撞的过程中, 以竖直向下为正方向, 根据动量守恒定律和机械能守恒定律有:

$$mv_1 = -mv_2 + Mv, \quad \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}Mv^2$$

$$\text{联立并代入数据得: } \frac{m}{M} = \frac{1}{4}.$$

(2) 第一次碰后, 滑块向下做匀加速运动, 设其加速度大小为 a , 根据牛顿第二定律有: $Mg - f = Ma$

$$\text{经过时间 } t, \text{ 对滑块有: } y = vt + \frac{1}{2}at^2$$

$$\text{对小球有: } y = -v_2t + \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{联立并代入数据得: } t = 2.5 \text{ s}.$$

15. 答案 (1) $\frac{mgsin\theta}{2}$ (2) $\frac{7}{6}L$

解析 (1) 滑雪车 P 刚进入 BC 段时, 在沿雪道方向上, 以 P 和 Q 整体为研究对象,

根据牛顿第二定律有 $2mgsin\theta - \mu mgcos\theta = 2ma$

以滑雪车 P 为研究对象, 设轻杆所受的压力大小为 F_N ,

$$\text{有 } mgsin\theta + F_N - \mu mgcos\theta = ma$$

$$\text{又 } \mu = tan\theta$$

$$\text{联立解得 } F_N = \frac{mgsin\theta}{2}.$$

(2) 滑雪车 Q 刚进入 BC 段时, 滑雪车 P 和 Q 有共同速度, 设为 v , 则从两车开始释放至 Q 刚进入 BC 段的过程中, 由动能定理可得

$$2mgsin\theta \cdot 2L - \mu mgcos\theta \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 2mv^2$$

$$\text{解得 } v = \sqrt{3gLsin\theta}$$

由 $mgsin\theta = \mu mgcos\theta$ 可知, 滑雪车 Q 在 BC 段受力平衡, 做匀速运动, 故滑雪车 Q 刚离开 BC 段时, 匀速运动的时间 $t = \frac{L}{v}$

滑雪车 P 在这段时间 t 内沿雪道匀加速下滑,

由牛顿第二定律和运动学规律可得 $mg\sin\theta=ma'$

$$x=vt+\frac{1}{2}a't^2$$

$$\text{联立解得 } x=\frac{7}{6}L$$

可知滑雪车 Q 刚离开 BC 段时, 滑雪车 P 和 Q 之间的距离为 $s=x-L+L=\frac{7}{6}L$ 。

16. 答案 (1) $\frac{E}{B_0}$ $\frac{E}{2B_0^2R}$ (2) $1.2R$

$$(3) \frac{14}{17}B_0 \leq B \leq \frac{4}{3}B_0$$

解析 (1) 带电微粒在电场中做匀加速直线运动, 由动能定理有: $qER=\frac{1}{2}mv^2$

沿矩形区域 I 中间射入磁场的微粒垂直打在荧光屏上, 由几何关系知, 微粒在区域 II 中做匀速圆周运动的半径为: $r=2R$

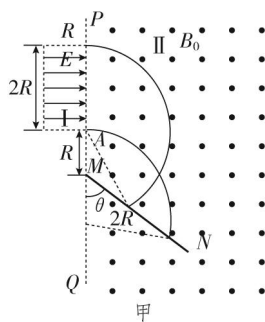
$$\text{由牛顿第二定律有: } qvB_0=\frac{mv^2}{r}$$

$$\text{联立解得: } v=\frac{E}{B_0}, \quad \frac{q}{m}=\frac{E}{2B_0^2R}。$$

(2) 如图甲所示, 设从区域 I 中最高点穿出的微粒, 打在屏上离 M 点 x_1 处, 由几何关系得:

$$(x_1\cos\theta+R)^2+(x_1\sin\theta)^2=(2R)^2$$

$$\text{解得: } x_1=\frac{2\sqrt{21}-3}{5}R$$

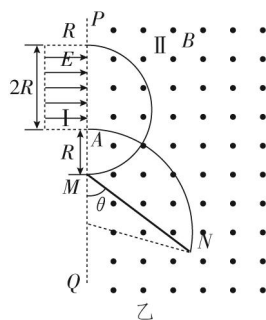


设从区域 I 中最低点穿出的微粒, 打在屏上离 M 点 x_2 处, 由几何关系得: $(x_2\cos\theta-R)^2+(x_2\sin\theta)^2=(2R)^2$

$$\text{解得: } x_2=\frac{2\sqrt{21}+3}{5}R$$

因此荧光屏上的发光区域长度为: $\Delta x=x_2-x_1=1.2R$ 。

(3) 如图乙所示, 从区域 I 中最高点穿出的微粒恰好打在 M 点时, 有: $r_1=\frac{3}{2}R$



由牛顿第二定律有： $qvB_1 = \frac{mv^2}{r_1}$,

解得： $B_1 = \frac{4}{3}B_0$

从区域 I 中最低点穿出的微粒恰好打在 N 点时，有：

$$(3R\cos\theta + R - r_2)^2 + (3R\sin\theta)^2 = r_2^2$$

解得： $r_2 = \frac{17}{7}R$

由牛顿第二定律有： $qvB_2 = \frac{mv^2}{r_2}$

解得： $B_2 = \frac{14}{17}B_0$

则若要让所有微粒全部打中荧光屏，区域 II 中磁场的磁感应强度大小应满足的条件是： $\frac{14}{17}B_0 \leq B \leq \frac{4}{3}B_0$ 。