

高三物理试卷

本试卷满分 100 分,考试用时 75 分钟。

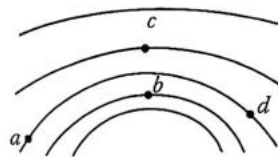
注意事项:

1. 答题前,考生务必将自己的姓名、考生号、考场号、座位号填写在答题卡上。
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。
4. 本试卷主要考试内容:高考全部内容。

一、选择题:本题共 10 小题,共 46 分。在每小题给出的四个选项中,第 1~7 题只有一项符合题目要求,每小题 4 分;第 8~10 题有多项符合题目要求,每小题 6 分,全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分。

1. 当雷云放电接近地面时,地面电场会发生畸变。某次雷云放电时,一高塔顶端附近的等势线分布如图所示,相邻等势线的电势差相等,则在 a 、 b 、 c 、 d 四点中,电场强度最大的是

- A. a 点
- B. b 点
- C. c 点
- D. d 点

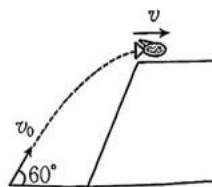


2. 科学家观察到:氧 13 ($^{13}_{8}\text{O}$) 通过衰变释放出 3 个 α 粒子 (^4_2He)、一个正电子 (^0_1e) 和 1 个未知粒子。氧 13、 α 粒子、正电子、未知粒子的质量分别为 m_1 、 m_2 、 m_3 、 m_4 , 光在真空中的传播速度大小为 c 。下列说法正确的是

- A. 未知粒子为中子 (^1_0n)
- B. 氧 13 冷藏时的半衰期变小
- C. 氧 13 的比结合能大于 α 粒子的比结合能
- D. 核反应过程中释放的能量为 $(m_1 - 3m_2 - m_3 - m_4)c^2$

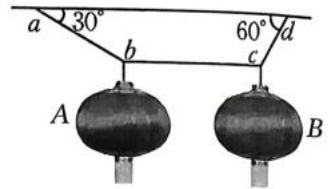
3. 如图所示,河流某处存在高度差,一条小鱼(视为质点)从低处以大小为 v_0 、方向与水平方向的夹角为 60° 的速度斜向上跃出水面,到达最高处时的速度恰好水平。重力加速度大小为 g , 不计空气阻力。小鱼在空中运动的时间为

- A. $\frac{v_0}{g}$
- B. $\frac{\sqrt{3}v_0}{g}$
- C. $\frac{\sqrt{3}v_0}{3g}$
- D. $\frac{\sqrt{3}v_0}{2g}$



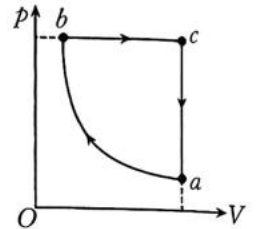
4. 如图所示, A 、 B 两个灯笼用轻绳悬挂于同一水平轻杆 bc 上, 当灯笼静止时, ab 绳、 cd 绳与水平方向的夹角分别为 30° 、 60° 。 A 、 B 的质量之比为

- A. $1 : \sqrt{3}$
 B. $\sqrt{3} : 1$
 C. $1 : 3$
 D. $3 : 1$



5. 一定质量的理想气体经历了 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow a$ 的循环过程, 该循环过程的 $p-V$ 图像如图所示, 其中 $a \rightarrow b$ 为绝热过程, bc 平行 V 轴, ca 垂直 V 轴。下列说法正确的是

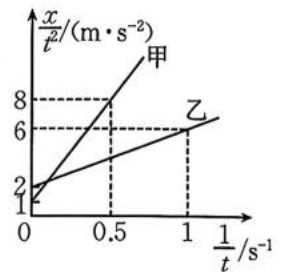
- A. 气体在状态 b 时的内能大于在状态 a 时的内能
 B. $b \rightarrow c$ 过程, 气体吸收的热量等于增加的内能
 C. $c \rightarrow a$ 过程, 气体分子的平均动能增大
 D. 在 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow a$ 的全过程中, 气体对外界做负功



6. $t=0$ 时刻, 甲、乙两玩具赛车同时进入一段直线赛道(足够长), 之后它们在该赛道中运动的

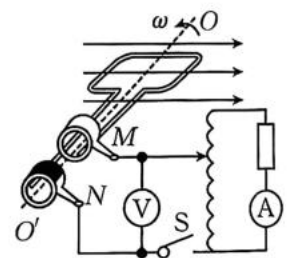
$\frac{x}{t^2} - \frac{1}{t}$ 图像如图所示。两车相遇前, 从两车刚进入该赛道到两车相距最远的时间为

- A. 4 s
 B. 5 s
 C. 6 s
 D. 7 s



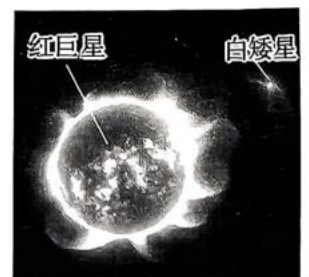
7. 如图所示, 一多匝线圈通过电刷 M 、 N 与理想自耦变压器相连。线圈绕与磁场方向垂直的 OO' 轴以大小为 ω 的角速度匀速转动。当开关 S 断开时, 理想交流电压表的示数为 U_0 ; 当开关 S 接通, 变压器原、副线圈的匝数比为 $2 : 3$ 时, 电压表的示数为 U , 理想交流电流表的示数为 I 。若穿过线圈的最大磁通量为 Φ_m , 则下列说法正确的是

- A. 线圈的电阻为 $\frac{2(U_0 - U)}{3I}$
 B. 线圈的匝数为 $\frac{U_0}{\Phi_m \omega}$
 C. 当磁感线与线圈平面垂直时, 线圈产生的电动势为 $\sqrt{3}U_0$
 D. 当开关 S 接通时, 为维持线圈匀速转动, 外力做功的功率为 $\frac{2}{3}U_0 I$



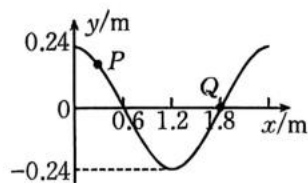
8. 北冕座 T 双星系统是由一颗白矮星和一颗红巨星组成的, 两星绕同一圆心做匀速圆周运动, 角速度相同, 如图所示。其中, 白矮星的质量约为太阳的 1.4 倍, 红巨星的质量约为太阳的 1.1 倍。下列说法正确的是

- A. 白矮星与红巨星的轨道半径之比约为 $11 : 14$
 B. 白矮星与红巨星的轨道半径之比约为 $14 : 11$
 C. 白矮星与红巨星的向心加速度大小之比约为 $11 : 14$
 D. 白矮星与红巨星的向心加速度大小之比约为 $14 : 11$



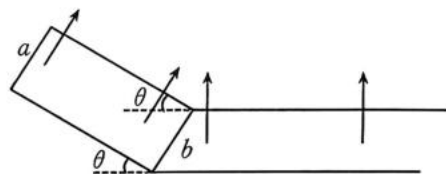
9. 水袖舞是中国京剧的特技之一,现将水袖运动的波形视为简谐横波, $t=0$ 时刻的波形图如图所示,其中质点 P 、 Q 的横坐标分别为 0.3 m 、 1.8 m 。若 Q 的振动方程为 $y = -0.24\sin(\pi t)\text{ m}$,水袖足够长,则下列说法正确的是

- A. $t=0$ 时 P 沿 y 轴负方向运动
- B. 该波的波速大小为 1.2 m/s
- C. $t=1.25\text{ s}$ 时, P 第一次到达波谷
- D. $t=0.5\text{ s}$ 时, P 偏离平衡位置的位移为 0.12 m



10. 如图所示,两根固定的平行金属导轨(足够长,电阻不计)由倾角为 θ 的倾斜部分和水平部分平滑连接构成,两导轨的间距为 L ,整个装置处于磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中,倾斜导轨区域的磁场方向垂直导轨所在平面向上,水平导轨区域的磁场方向竖直向上。现将一质量为 m 、电阻为 R 、长度为 L 的导体棒 b 锁定在水平导轨的左端,从倾斜导轨顶端由静止释放另一相同的导体棒 a , a 棒到达倾斜导轨底端前已匀速运动,当 a 棒刚到达水平导轨左端时,将 b 棒解锁,两棒在水平导轨上发生弹性正碰,碰撞时间极短。两棒始终与导轨垂直且接触良好,重力加速度大小为 g ,不计一切摩擦。下列说法正确的是

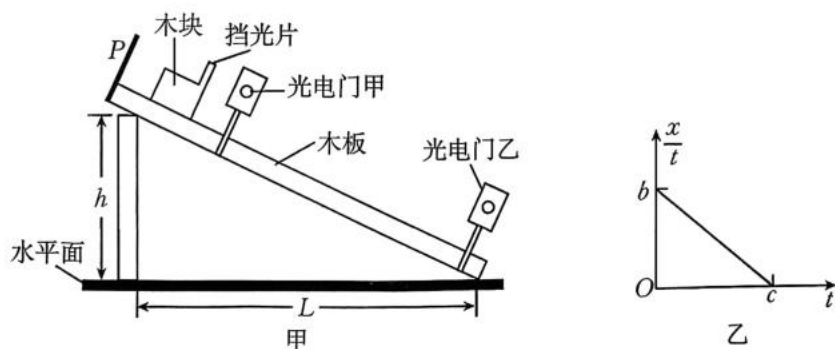
- A. 碰撞前瞬间, a 棒的速率为 $\frac{2mgR\sin\theta}{B^2L^2}$
- B. 碰撞后, a 棒的最大加速度为 $\frac{1}{2}g\sin\theta$
- C. 两棒最终以相同的速率匀速运动
- D. 从碰撞结束到两棒稳定运动,系统产生的总焦耳热为 $\frac{m^3g^2R^2\sin^2\theta}{B^4L^4}$



二、非选择题:本题共 5 小题,共 54 分。

11. (7 分)某同学用如图甲所示的装置测量木块与木板间的动摩擦因数。木板右端固定在水平面上,测得垫起木板左端的支架的高度为 h ,支架与木板底端间的水平距离为 L 。当地的重力加速度大小为 g 。主要实验步骤如下:

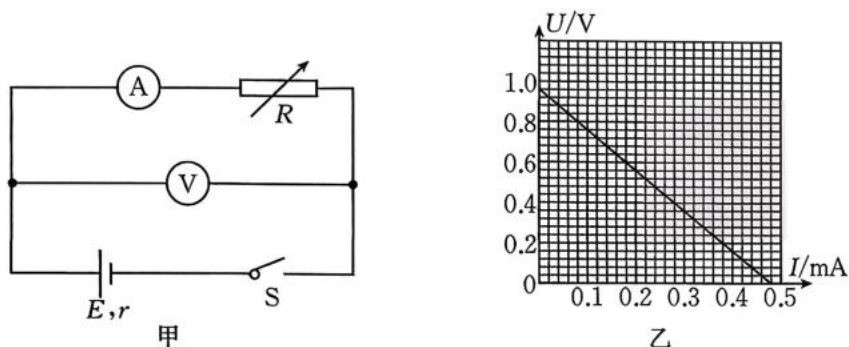
- ①测得木板上两个光电门之间的距离为 x ;
- ②木块靠在挡板 P 处由静止释放,记录挡光片从通过光电门甲到通过光电门乙所用的时间为 t ;
- ③保持光电门乙的位置不变,改变光电门甲的位置,重复步骤②,可获得多组 (x, t) 的数据;
- ④作出 $\frac{x}{t} - t$ 图像如图乙所示。



(1)若不考虑空气阻力,则挡光片通过光电门乙时的速度大小为_____,木块与木板间的动摩擦因数的表达式为 $\mu=_____$ 。(均选用 h 、 L 、 b 、 c 和 g 表示)

(2)若考虑空气阻力,则由上述表达式求出的动摩擦因数_____ (填“大于”“等于”或“小于”)真实值。

12. (8分)将两个金属电极锌、铜片插入水果(橘子、苹果、柠檬等)中就可以做成一个水果电池。学校物理兴趣小组制作了一个水果电池后,想测量该水果电池的电动势和内阻。



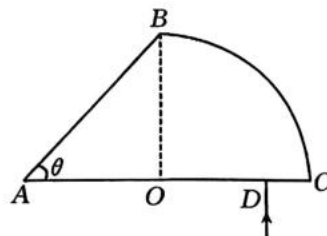
(1)张同学用多用电表的直流电压挡,选择合适的量程,直接测量铜、锌两金属片之间的电压时,若示数为 U ,则水果电池的实际电动势 E_0 _____ (填“>”“=”或“<”) U ;若水果电池的内阻为 r_0 ,所用多用电表的直流电压挡的内阻为 R_V ,则水果电池的实际电动势可表示为 $E_0=_____$ 。

(2)李同学用如图甲所示的电路测量水果电池的电动势和内阻,他根据实验数据用描点法作出电压表(V)的示数 U 随电流表(A)的示数 I 变化的关系图像如图乙所示。根据图乙可知,水果电池电动势的测量值 $E=_____$ V,内阻的测量值 $r=_____$ k Ω 。(结果均保留两位有效数字)

13. (10分)一透明棱镜由三棱柱和四分之一圆柱组成,其横截面如图所示,圆弧 BC 的半径为 R ,圆心为 O , AB 与 AC 的夹角 $\theta=45^\circ$, AC 上的 D 点到圆心 O 的距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2}R$ 。一光线垂直 AC 面从 D 点入射,并恰好在 BC 上的 M 点(图中未画出)发生全反射。光在真空中的传播速度大小为 c ,不考虑光线在棱镜中的多次反射。求:

(1)透明棱镜的折射率 n ;

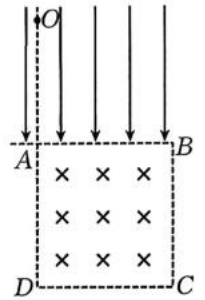
(2)光线在棱镜中传播的时间 t 。



14. (11分) 如图所示, 纸面内边长为 d 的正方形区域 $ABCD$ 内, 有一磁感应强度大小为 B_0 、方向垂直于纸面向里的匀强磁场, 在 AB 的上方有一电场强度大小为 E 、方向垂直 AB 向下的匀强电场。现将一质量为 m 、电荷量为 q 的带正电粒子从 DA 延长线上的 O 点由静止释放, 结果粒子通过 A 点后恰好从 C 点射出磁场。不计粒子所受的重力。

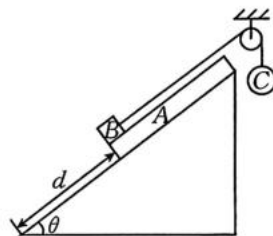
(1) 求 O 、 A 两点间的距离 x_0 ;

(2) 若 O 点可以在 DA 的延长线上移动, 要使粒子通过 A 点后不会从 B 点左侧(包括 B 点) 进入电场区域, 求 O 、 A 两点间的距离 x 应满足的条件。



15. (18分)如图所示,质量 $m_1=0.4\text{ kg}$ 的木板 A 放置在倾角 $\theta=37^\circ$ 的固定斜面(足够长)上,斜面底端固定一挡板, A 的底端到挡板的距离 $d=2.25\text{ m}$, 质量 $m_2=0.1\text{ kg}$ 的物块 B (视为质点)放置在 A 的底端, B 通过一根跨过光滑轻质定滑轮的轻绳(足够长)与质量 $m_3=0.1\text{ kg}$ 的小球 C 相连,滑轮左侧的轻绳与斜面平行。现将 A 、 B 、 C 从图示位置同时由静止释放,且在 A 第一次与挡板碰撞前瞬间突然剪断轻绳,同时对 B 施加一大小 $F=5\text{ N}$ 、方向沿斜面向上的恒定拉力(图中未画出)。 A 与斜面间的动摩擦因数 $\mu_1=0.5$, A 、 B 间的动摩擦因数 $\mu_2=0.25$, 取重力加速度大小 $g=10\text{ m/s}^2$, $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, 最大静摩擦力等于滑动摩擦力,所有碰撞均为弹性正碰,且碰撞时间极短, B 始终未脱离 A , 轻绳被剪断前始终处于伸直状态。求:

- (1) 释放瞬间 A 的加速度大小 a_A 以及 B 的加速度大小 a_B ;
- (2) 剪断轻绳时 B 的速度大小 v_B ;
- (3) 剪断轻绳后 A 沿斜面第一次上升到最大高度处时 B 的速度大小 v_{B1} 以及此时 B 到 A 的底端的距离 s 。



弥

封

线

高三物理试卷参考答案

1. B 【解析】本题考查静电场,目的是考查学生的理解能力。静电场中等差等势线的疏密程度反映电场强度的大小,在 a 、 b 、 c 、 d 四点中, b 点处的等差等势线相对最密集,故该点的电场强度最大,选项 B 正确。
2. D 【解析】本题考查原子核的衰变,目的是考查学生的理解能力。氧 13 衰变的核反应方程为 ${}^{13}_8\text{O} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^9_4\text{Be} + {}^1_1\text{H}$,未知粒子为 ${}^1_1\text{H}$,选项 A 错误;放射性元素半衰期的长短由原子核自身因素决定,选项 B 错误; α 粒子是衰变后的产物,比氧 13 稳定,氧 13 的比结合能小于 α 粒子的比结合能,选项 C 错误;氧 13 在衰变过程中亏损的质量 $\Delta m = m_1 - 3m_2 - m_3 - m_4$,根据爱因斯坦质能方程有 $\Delta E = \Delta mc^2 = (m_1 - 3m_2 - m_3 - m_4)c^2$,选项 D 正确。
3. D 【解析】本题考查平抛运动,目的是考查学生的推理论证能力。小鱼从最低点到最高点的逆运动为平抛运动,有 $v_0 \sin 60^\circ = gt$,解得 $t = \frac{\sqrt{3}v_0}{2g}$,选项 D 正确。
4. C 【解析】本题考查物体的平衡条件,目的是考查学生的推理论证能力。设 A 、 B 的质量分别为 m_A 、 m_B ,水平轻杆 bc 的拉力大小为 T ,对 A 、 B ,根据物体的平衡条件分别有 $m_A g = T \tan 30^\circ$ 、 $m_B g = T \tan 60^\circ$,解得 $\frac{m_A}{m_B} = \frac{1}{3}$,选项 C 正确。
5. A 【解析】本题考查气体,目的是考查学生的推理论证能力。 $a \rightarrow b$ 为绝热压缩过程, $Q = 0$,外界对气体做正功, $W > 0$,根据热力学第一定律可知 $\Delta U > 0$,因此气体在状态 b 时的内能大于在状态 a 时的内能,选项 A 正确; $b \rightarrow c$ 为等压膨胀过程,气体对外界做正功, $W < 0$,根据盖-吕萨克定律可知,该过程中气体的温度升高,内能增大, $\Delta U > 0$,根据热力学第一定律可知 $\Delta U < Q$,选项 B 错误; $c \rightarrow a$ 为等容降压过程,根据查理定律可知,该过程中气体的温度降低,气体分子的平均动能减小,选项 C 错误;根据“ $p-V$ 图像中图线与 V 轴所包围的面积表示做的功”可知,在 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow a$ 的全过程中,气体对外界做正功,选项 D 错误。
6. B 【解析】本题考查直线运动,目的是考查学生的推理论证能力。由 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 可得 $\frac{x}{t^2} = v_0 \frac{1}{t} + \frac{1}{2} a$,结合题图可知,甲车的初速度大小 $v_{01} = \frac{8-1}{0.5} \text{ m/s} = 14 \text{ m/s}$,加速度大小 $a_1 = 2 \times 1 \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2$;乙车的初速度大小 $v_{02} = \frac{6-2}{1} \text{ m/s} = 4 \text{ m/s}$,加速度大小 $a_2 = 2 \times 2 \text{ m/s}^2 = 4 \text{ m/s}^2$ 。当两车的速度相同时,两车相距最远,有 $v_{01} + a_1 t_0 = v_{02} + a_2 t_0$,解得 $t_0 = 5 \text{ s}$,选项 B 正确。
7. A 【解析】本题考查交变电流,目的是考查学生的创新能力。根据理想变压器的变流原理有 $\frac{I_1}{I} = \frac{3}{2}$,解得 $I_1 = \frac{3}{2} I$,感应电动势的有效值 $E = U_0 = I_1 r + U$,解得线圈的电阻 $r = \frac{2(U_0 - U)}{3I}$,选项 A 正确;感应电动势的最大值 $E_m = \sqrt{2} E$,又 $E_m = n B L^2 \omega$, $\Phi_m = B S$,解得线

圈的匝数 $n = \frac{\sqrt{2}U_0}{\Phi_m \omega}$, 选项 B 错误; 当磁感线与线圈平面垂直时, 线圈产生的电动势为零, 选项 C 错误; 当开关 S 接通时, 为维持线圈匀速转动, 外力做功的功率 $P = I_1 E = \frac{3}{2} U_0 I$, 选项 D 错误。

8. AC 【解析】本题考查万有引力定律, 目的是考查学生的推理论证能力。设白矮星与红巨星的质量分别为 m_1 、 m_2 , 白矮星与红巨星的轨道半径分别为 r_1 、 r_2 , 有 $G \frac{m_1 m_2}{L^2} = m_1 \omega^2 r_1$ 、

$G \frac{m_1 m_2}{L^2} = m_2 \omega^2 r_2$, 其中 $L = r_1 + r_2$, 解得 $\frac{r_1}{r_2} = \frac{11}{14}$, 选项 A 正确、B 错误; 设白矮星与红巨星的

向心加速度大小分别为 a_1 、 a_2 , 由 $a = \omega^2 r$ 可得 $\frac{a_1}{a_2} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{11}{14}$, 选项 C 正确、D 错误。

9. BC 【解析】本题考查机械波, 目的是考查学生的推理论证能力。根据 $y = -0.24 \sin(\pi t) \text{ m}$ 可知, 经极短时间 Δt , $y < 0$, 说明 $t = 0$ 时 Q 沿 y 轴负方向运动, 则波沿 x 轴正方向传播, 可判断此时 P 沿 y 轴正方向运动, 选项 A 错误; 该波的周期 $T = \frac{2\pi}{\pi} \text{ s} = 2 \text{ s}$, 由题图可知该波的

波长 $\lambda = 2.4 \text{ m}$, 可得该波的波速大小 $v = \frac{\lambda}{T} = 1.2 \text{ m/s}$, 选项 B 正确; $t = 0$ 时刻起 P 到达波

峰的最短时间 $\Delta t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{0.3}{1.2} \text{ s} = 0.25 \text{ s}$, P 再经时间 $\frac{T}{2} = 1 \text{ s}$ 到达波谷, 因此 $t = 1.25 \text{ s}$ 时 P

第一次到达波谷, 选项 C 正确; $t = 0$ 时 $y_{P0} = A \cos \frac{2\pi}{\lambda} x_P = 0.24 \cos \left(\frac{2\pi}{2.4} \times 0.3 \right) \text{ m} =$

$0.12\sqrt{2} \text{ m}$, 因此 P 的振动方程为 $y = 0.24 \sin(\pi t + \frac{\pi}{4}) \text{ m}$, 当 $t = 0.5 \text{ s}$ 时 $y_{P1} = 0.12\sqrt{2} \text{ m}$, 选

项 D 错误。

10. ACD 【解析】本题考查电磁感应与动量, 目的是考查学生的模型建构能力。设 a 棒在倾斜导轨上匀速运动时的速率为 v , 有 $mg \sin \theta = BIL = \frac{B^2 L^2 v}{2R}$, 解得 $v = \frac{2mgR \sin \theta}{B^2 L^2}$, 选项 A 正

确; 对两棒碰撞的过程, 有 $mv = mv_a' + mv_b'$ 、 $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_a'^2 + \frac{1}{2}mv_b'^2$, 解得 $v_a' = 0$ 、

$v_b' = v$, 两棒碰撞后瞬间 a 棒的加速度最大, 最大加速度 $a_m = \frac{B \frac{BLv_b'}{2R} L}{m} = g \sin \theta$, 选项 B 错

误; 碰撞后两棒在水平导轨上向右运动, a 棒的速度增大, b 棒的速度减小, 最终两棒的速度

差为零(无感应电流), 选项 C 正确; 稳定时两棒的速度相同, 有 $mv = 2mv_{共}$, 系统产生的总

焦耳热 $Q = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}(2m)v_{共}^2$, 解得 $Q = \frac{m^3 g^2 R^2 \sin^2 \theta}{B^4 L^4}$, 选项 D 正确。

11. (1) b (2分) $\frac{h}{L} - \frac{2b\sqrt{h^2 + L^2}}{cgL}$ (3分)

(2)大于 (2分)

【解析】本题考查牛顿第二定律,目的是考查学生的实验探究能力。

(1)设木块沿木板向下做匀加速直线运动的加速度大小为 a ,木块通过光电门乙时的速度大小为 v ,根据逆向思维,木块以初速度大小 v 、加速度大小 a 沿木板向上做匀减速直线运动,有 $x=vt-\frac{1}{2}at^2$,可得 $\frac{x}{t}=-\frac{1}{2}at+v$,结合题图乙有 $\frac{1}{2}a=\frac{b}{c}$ 、 $v=b$ 。在不考虑空气阻力的情况下,对木块,由牛顿第二定律有 $mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta=ma$,又 $\tan\theta=\frac{h}{L}$,解得 $\mu=\frac{h}{L}-\frac{2b\sqrt{h^2+L^2}}{cgL}$ 。

(2)若考虑空气阻力,则测得的加速度偏小, $\frac{x}{t}-t$ 图像的斜率偏小,由上述表达式求出的动摩擦因数大于真实值。

12. (1) $>$ (2分) $\frac{(R_V+r_0)U}{R_V}$ (2分)

(2)0.96 (2分) 2.0 (2分)

【解析】本题考查电源电动势与内阻的测量,目的是考查学生的实验探究能力。

(1)多用电表测得的是水果电池的路端电压,因为水果电池有内阻,所以 $E_0>U$ 。经分析可知 $\frac{E_0}{R_V+r_0}=\frac{U}{R_V}$,解得 $E_0=\frac{(R_V+r_0)U}{R_V}$ 。

(2) $U-I$ 图像的纵轴截距表示电源的电动势,斜率的绝对值表示电源的内阻,根据题图乙可得 $E=0.96\text{ V}$ 、 $r=2.0\text{ k}\Omega$ 。

13. **【解析】**本题考查光的全反射,目的是考查学生的推理论证能力。

(1)光路如图所示,设光线在透明棱镜中发生全反射的临界角为 C_0 ,有

$$\sin C_0=\frac{1}{n} \quad (2\text{分})$$

$$\text{又 } \sin C_0=\frac{\frac{\sqrt{2}}{2}R}{R} \quad (1\text{分})$$

$$\text{解得 } n=\sqrt{2}。 \quad (1\text{分})$$

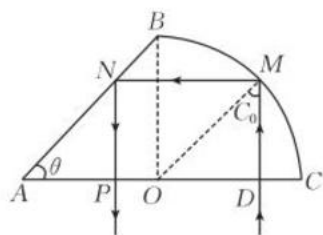
(2)因为光线在 AB 上的 N 点的入射角为 45° ,所以光线在 N 点也发生全反射,最后从 AC 上的 P 点射出,根据几何关系可知,光线在棱镜中传播的距离

$$s=(\sqrt{2}+1)R \quad (2\text{分})$$

光线在棱镜中传播的速度大小

$$v=\frac{c}{n} \quad (1\text{分})$$

$$\text{又 } t=\frac{s}{v} \quad (2\text{分})$$



$$\text{解得 } t = \frac{(2+\sqrt{2})R}{c}。 \quad (1 \text{ 分})$$

14. 【解析】本题考查带电粒子在电场、磁场中的运动,目的是考查学生的推理论证能力。

(1)设粒子通过 A 点时的速度大小为 v_0 ,根据动能定理有

$$qEx_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 - 0 \quad (2 \text{ 分})$$

根据几何关系可知,粒子在磁场中做圆周运动的半径

$$r_0 = d \quad (1 \text{ 分})$$

洛伦兹力提供粒子做圆周运动所需的向心力,有

$$qv_0B_0 = m \frac{v_0^2}{r_0} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } x_0 = \frac{qB_0^2 d^2}{2mE}。 \quad (1 \text{ 分})$$

(2)根据几何关系可知,在粒子通过 A 点后不进入电场区域而直接到达 B 点的情况下,粒子在磁场中做圆周运动的半径

$$r_1 = \frac{d}{2} \quad (1 \text{ 分})$$

设此种情况下粒子在磁场中做圆周运动的线速度大小为 v_1 ,有

$$qv_1B_0 = m \frac{v_1^2}{r_1} \quad (1 \text{ 分})$$

设此种情况下 O、A 两点间的距离为 x_1 ,根据动能定理有

$$qEx_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 - 0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } x_1 = \frac{qB_0^2 d^2}{8mE} \quad (1 \text{ 分})$$

因此,要使粒子通过 A 点后不会从 B 点左侧(包括 B 点)进入电场区域,O、A 两点间的距离 x 应满足的条件为

$$x > \frac{qB_0^2 d^2}{8mE}。 \quad (1 \text{ 分})$$

15. 【解析】本题考查力学知识,目的是考查学生的创新能力。

(1)将 A、B、C 释放后,A 下滑,B 上滑,对 A,根据牛顿第二定律有

$$m_1g \sin \theta - \mu_1(m_1 + m_2)g \cos \theta - \mu_2m_2g \cos \theta = m_1a_A \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } a_A = 0.5 \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{ 分})$$

对 B、C 整体,根据牛顿第二定律有

$$m_3g - m_2g \sin \theta - \mu_2m_2g \cos \theta = (m_2 + m_3)a_B \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } a_B = 1 \text{ m/s}^2。 \quad (1 \text{ 分})$$

(2)设从 A、B、C 被释放到剪断轻绳的时间为 t ,根据匀变速直线运动的规律有

$$d = \frac{1}{2} a_A t^2 \quad (2 \text{ 分})$$

解得 $t = 3 \text{ s}$

$$\text{又 } v_B = a_B t \quad (1 \text{ 分})$$

解得 $v_B = 3 \text{ m/s}$ 。 (1分)

(3) 剪断轻绳时 A 的速度大小

$$v_A = a_A t \quad (1 \text{ 分})$$

解得 $v_A = 1.5 \text{ m/s}$

经计算可知,在剪断轻绳后 A 上升的过程中,有

$$F = (m_1 + m_2) g \sin \theta + \mu_1 (m_1 + m_2) g \cos \theta \quad (1 \text{ 分})$$

故在此过程中, A、B 组成的系统动量守恒,有

$$m_1 v_A + m_2 v_B = m_2 v_{B1} \quad (2 \text{ 分})$$

解得 $v_{B1} = 9 \text{ m/s}$ (1分)

(用牛顿第二定律求得 v_{B1} 的正确结果,同样给分)

设 A 沿斜面第一次上升到最大高度时 A 的底端到挡板的距离为 d_1 ,对 A,根据动能定理有

$$-m_1 g d_1 \sin \theta - \mu_1 (m_1 + m_2) g \cos \theta \cdot d_1 + \mu_2 m_2 g \cos \theta \cdot d_1 = 0 - \frac{1}{2} m_1 v_A^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } d_1 = \frac{3}{28} \text{ m}$$

从 A、B、C 被释放到剪断轻绳, B 的位移大小

$$x = \frac{v_B}{2} t \quad (1 \text{ 分})$$

解得 $x = 4.5 \text{ m}$

设 A 沿斜面第一次上升到最大高度时 B 到挡板的距离为 d_2 ,对 B,根据动能定理有

$$(F - m_2 g \sin \theta - \mu_2 m_2 g \cos \theta)(d_2 - d - x) = \frac{1}{2} m_2 v_{B1}^2 - \frac{1}{2} m_2 v_B^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } d_2 = \frac{213}{28} \text{ m}$$

$$\text{又 } s = d_2 - d_1 \quad (1 \text{ 分})$$

解得 $s = 7.5 \text{ m}$ 。 (1分)