

辽宁省名校联盟 2026 年高考模拟卷(信息卷)

物理(三)

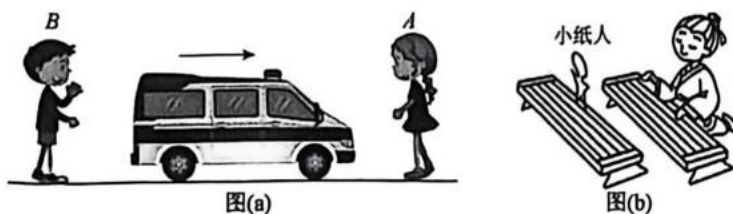
本试卷满分 100 分,考试时间 75 分钟。

注意事项:

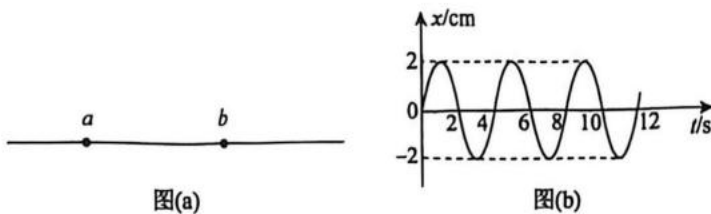
1. 答卷前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
2. 答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。答非选择题时,将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
3. 考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

一、选择题:本题共 10 小题,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. 一个 α 粒子融合到一个 ${}^{16}_8\text{O}$ 核中,核反应方程为 ${}^4_2\text{He} + {}^{16}_8\text{O} \rightarrow {}^A_Z\text{X}$, 其中 ${}^{16}_8\text{O}$ 和 ${}^A_Z\text{X}$ 的比结合能分别为 7.975 MeV、8.03 MeV, 则下列说法正确的是
A. X 的质子数为 20
B. X 的结合能为 160.6 MeV
C. X 的中子数为 9
D. ${}^{16}_8\text{O}$ 比 ${}^A_Z\text{X}$ 更稳定
2. 振动和波存在于我们生活的方方面面,图(a)是救护车在向右行驶,A、B 两人都听到了救护车发出的警笛声;图(b)是宋代科学家沈括在《梦溪笔谈》中记录的“古琴正声”实验:剪小纸人放在需要调整音准的弦上,然后拨动另一个音调准确的琴上对应的琴弦,同样地拨动力度下,小纸人晃动越明显代表音调越准确。下列说法正确的是

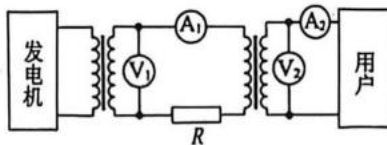


- A. 图(a)中,A、B 两人听到警笛声的频率相同
 - B. 图(a)中,B 听到的警笛声比 A 听到的更尖锐
 - C. 图(b)“古琴正声”实验的原理是共振
 - D. 图(b)“古琴正声”实验的原理是波的干涉
3. 如图(a)所示,一列简谐横波沿水平直线传播,a、b 为介质中相距 30 m 的两个质点,某时刻 a、b 两质点恰好都经过平衡位置,且 a、b 间只有一个波峰。已知该波波源做简谐运动的图像如图(b)所示,则下列说法正确的是



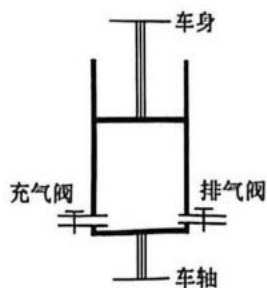
- A. 波源的振动方程为 $x = \cos\left(\frac{\pi}{2}t\right)$ cm B. 40 s 内位于波源的质点运动的路程为 40 cm
- C. 该波的传播速度可能为 7.5 m/s D. 该波的传播速度可能为 10 m/s

4. 如图所示为某水电站远距离输电的原理图。已知升压变压器的原、副线圈匝数比为 k , 输电线的总电阻为 R , 发电机输出的电压恒为 U 。现由于用户端负载变化, 使发电机输出功率增加了 ΔP , 升压变压器和降压变压器均可视为理想变压器, 电表均为理想电表, 下列说法正确的是



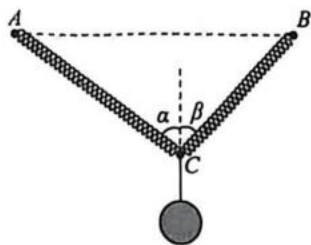
- A. 输电线上损失的电压增加了 $\frac{k\Delta P}{U}R$
- B. 电压表 V_1 的示数与电流表 A_1 的示数之比不变
- C. 电压表 V_2 的示数与电流表 A_2 的示数之比增大
- D. 输电线上损失的功率增加了 $\frac{k^2(\Delta P)^2}{U^2}R$

5. 汽车的整个空气悬挂系统可简化为一个如图所示的模型, 导热性能良好的汽缸内封闭有一定质量的空气, 面积为 S 的活塞可无摩擦地在其内滑动。汽缸底部安装有充气阀和排气阀(体积不计), 活塞和汽缸分别通过竖直连杆与车身及水平车轴连接。已知活塞和车身的总质量为 M , 大气压强为 p_0 , 重力加速度为 g , 环境温度为 T_0 。保持不变, 当汽车静止在地面时, 活塞与汽缸底部的距离为 h 。若在车内装入一定质量的货物后, 发现活塞与汽缸底部的距离降为 $\frac{4}{5}h$ 。为让活塞与汽缸底部的距离恢复为 h , 需用压缩机将大气通过充气阀缓慢充入汽缸, 则充入气体在 p_0 、 T_0 状态下的体积为

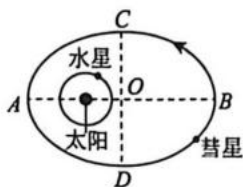


- A. $\frac{hS}{4}$ B. $\frac{h}{4}\left(S + \frac{Mg}{p_0}\right)$
- C. $\frac{3hS}{4}$ D. $\frac{3h}{4}\left(S + \frac{Mg}{p_0}\right)$

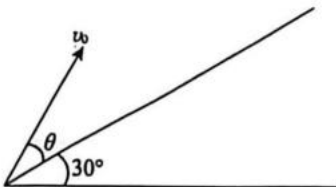
6. 两个劲度系数分别为 k_1 、 k_2 ，原长分别为 l_1 、 l_2 的轻质弹簧，一端相连，另一端分别悬挂在相距 $d = l_1 + l_2$ 的位于同一水平线上的 A、B 两点。将一小球悬挂在两弹簧的连接点 C，小球静止时两弹簧与竖直方向的夹角分别为 α 、 β ，下列说法正确的是



- A. 若 $l_1 = l_2$ 、 $k_1 = k_2$ ，则 α 可能不等于 β B. 若 $l_1 > l_2$ 、 $k_1 = k_2$ ，则 α 可能小于 β
 C. 若 $l_1 = l_2$ 、 $k_1 > k_2$ ，则 α 可能大于 β D. 若 $l_1 > l_2$ 、 $k_1 > k_2$ ，则 α 可能等于 β
7. 2025 年 9 月 11 日，天文学家发现了一颗新的彗星并命名为 SWAN25B，如图所示，SWAN25B 绕太阳沿逆时针方向运行的轨道为椭圆，O 为椭圆的中心，半长轴 OA 为 $13L$ ，半短轴 OC 为 $12L$ 。已知水星绕太阳运行轨道可视为正圆，轨道半径为 R 、周期为 T ，引力常量为 G ，椭圆的面积 $S = \pi ab$ （其中 a 为椭圆的半长轴， b 为椭圆的半短轴）。下列说法正确的是

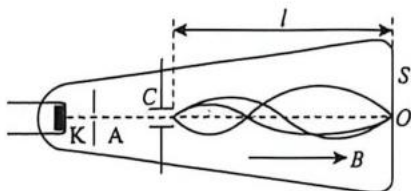


- A. 太阳的密度为 $\frac{3\pi}{GT^2}$
 B. SWAN25B 经过 A、B 两点的速率之比为 13 : 12
 C. SWAN25B 从 D 运动至 C 的最短时间为 $\frac{(13\pi+10)L}{2\pi R} \sqrt{\frac{13L}{R}} T$
 D. SWAN25B 从 C 运动至 D 的最短时间为 $\frac{13L}{2R} \sqrt{\frac{13L}{R}} T$
8. 如图所示，倾角为 30° 的斜面固定在水平地面上，从斜坡底端以初速度 v_0 将可视为质点的小球斜向上抛出，初速度方向与斜面间夹角为 θ ，小球在斜面上的落点与抛出点之间的距离为 x 。已知重力加速度为 g ，小球运动过程中的空气阻力不计，下列说法正确的是

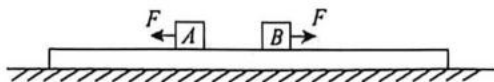


- A. 由抛体运动的对称性可知，小球落在斜面上时的速度方向与斜面夹角也为 θ
 B. 小球运动过程中的速度变化率不变
 C. 当 $\theta = 45^\circ$ 时， x 有最大值
 D. x 的最大值为 $x_m = \frac{2v_0^2}{3g}$

9. 磁聚焦法测量电子比荷的装置如图所示。在抽成真空的玻璃管中装有热阴极 K 和有小孔的阳极 A。在 A、K 之间加大小为 U_0 的电压，对电子进行加速（初速度视为零），电子由阳极小孔高速射出；在尺寸很小的电容器 C 的两极板间加一周期性交变电场，使不同时刻通过这里的电子速度方向发生不同程度的微小偏转，在电容器右端和荧光屏之间加一沿轴线方向（图中水平虚线）的匀强磁场，进入磁场的电子会沿不同的螺旋线运动，每绕行一周后都会到达同一位置聚焦，电容器右端到荧光屏的水平距离为 l ，调节磁感应强度的大小为 B 时，可使电子流的第一个焦点落在荧光屏 S 上。若不计电子所受的重力和电子间的相互作用，当 θ 非常小时满足 $\cos \theta = 1$ 、 $\sin \theta = \theta$ ，则下列说法正确的是



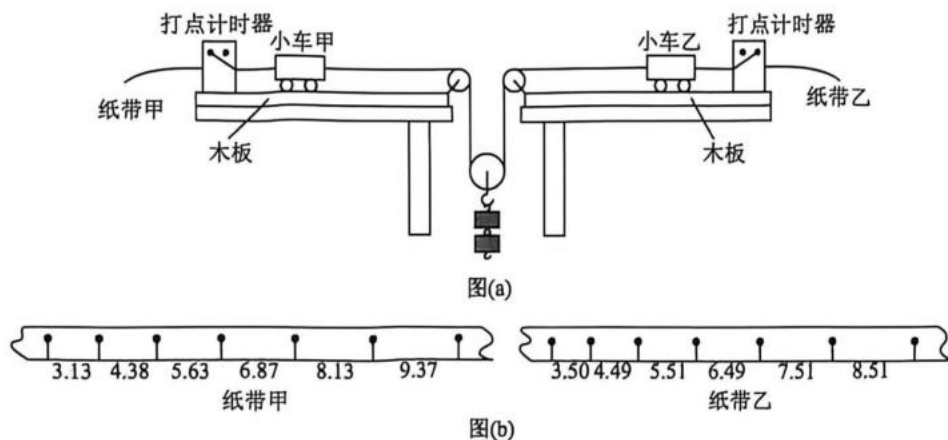
- A. 电子所受洛伦兹力的方向与轴线垂直
 B. 不同时刻进入电容器的电子运动轨迹一定不同
 C. 利用该设备测出电子的比荷 $\frac{e}{m} = \frac{4\pi^2 U_0}{l^2 B^2}$
 D. 若电子经过电容器后偏离轴线方向的最大角度为 θ ，则该装置中带电粒子螺旋运动段的玻璃管内径（直径）应满足 $D \geq \frac{\theta l}{\pi}$
10. 如图所示，A、B 两物块分别置于光滑水平面上足够长的轻质泡沫板的左、右两端。其中物块 A 质量 $m = 2 \text{ kg}$ ，与泡沫板间的动摩擦因数 $\mu_1 = 0.5$ ；物块 B 质量 $M = 8 \text{ kg}$ ，与泡沫板间的动摩擦因数 $\mu_2 = 0.2$ 。 $t = 0$ 时刻分别对 A、B 施加水平向左、水平向右的拉力，两拉力随时间均满足 $F = 2 + 2t$ (N)，重力加速度 g 取 10 m/s^2 ，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，在拉力不断变化的过程中，下列说法正确的是



- A. 物块 A 与泡沫板之间始终不会发生相对滑动
 B. 物块 B 与泡沫板之间的摩擦力最大为 10 N
 C. $t = 7 \text{ s}$ 时，物块 B 与泡沫板之间刚要发生相对滑动
 D. $t = 10 \text{ s}$ 时，物块 A 的速度大小为 18 m/s
- 二、非选择题：本题共 5 小题，共 54 分。
11. (8 分) 在学习了牛顿第二定律后，某同学设计了“验证加速度与质量关系”的实验装置，原理如图 (a) 所示。实验操作步骤如下：

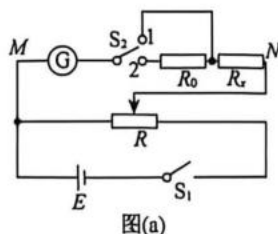
- a. 根据原理图组装并调试好仪器；
- b. 在两小车上放置不同数量的钩码，用天平分别测出甲、乙两小车及小车上放置钩码的质量，计为 m_1 、 m_2 ；

- c. 在动滑轮下方挂上适当数量的钩码,接通甲、乙打点计时器,同时释放甲、乙两小车,分别打出甲、乙两条纸带,如图(b)所示;
- d. 根据甲、乙两小车的总质量及对应纸带的数据来验证加速度与质量的关系。



- (1) 下列有关本实验的操作,说法正确的是_____。
- A. 连接小车的细绳与桌面要平行
 - B. 平衡两小车的阻力时,需要在动滑轮下方挂上适当的钩码,并保证两小车均做匀速运动
 - C. 本实验不需要测出动滑轮和钩码的总质量
 - D. 要求动滑轮及所挂钩码的总质量远远小于任一小车的质量
- (2) 测量得到相邻计数点间的距离如图(b)所示(单位:cm,相邻两计数点间有4个点未画出,打点计时器所接交流电源频率为50 Hz),计算可得乙的加速度为_____ m/s^2 (结果保留2位有效数字),由此可以判断出小车_____ (填“甲”或“乙”)的加速度较大。求出甲、乙两小车加速度 a_1 、 a_2 ,若在误差允许范围内满足_____ (用 a_1 、 a_2 、 m_1 和 m_2 表示),则可验证加速度与质量的关系。
- (3) 实验操作时如果没有同时释放甲、乙两小车,其他操作正确且打出的纸带清晰,则是否影响本实验的验证? _____ (填“影响”或“不影响”)。

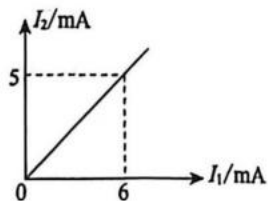
12. (8分) 某兴趣小组用如图(a)所示电路测量待测电阻 R_x 的阻值(为几百欧),图中 G (内阻 $R_g = 100 \Omega$) 为量程 $0 \sim 10 \text{ mA}$ 的灵敏电流计, R_0 为定值电阻 ($R_0 = 100 \Omega$), R 为滑动变阻器(滑动变阻器 R_1 : 阻值范围 $0 \sim 10 \Omega$; 滑动变阻器 R_2 : 阻值范围 $0 \sim 100 \Omega$)。



- (1) 操作一: 将滑动变阻器的滑片置于适当位置后,闭合开关 S_1 ,将单刀双掷开关 S_2 接1端,改变滑动变阻器滑片的位置,记录此时电流计的示数 I_1 ; 操作二: 保持滑动变阻器滑片不动,将 S_2 接2端,记录此时电流计的示数 I_2 。若要求上述两次操作中 M 、 N 两点间的电压变化极小,可

以忽略,则滑动变阻器应选择_____ (填“ R_1 ”或“ R_2 ”)。改变滑动变阻器的位置重复上述操作并记录对应的 I_1 和 I_2 。

(2)由(1)中电流的数据描点作图,以 I_2 为纵坐标,以 I_1 为横坐标,得到如图(b)所示的图线,图线斜率的物理意义用表达式表示为 $k =$ _____ (用物理量的标号表示),则 $R_x =$ _____ Ω (结果保留 3 位有效数字)。



图(b)

(3)由于(1)中操作一和操作二, M 、 N 两点间的电压会发生变化,实验过程中认为该电压不变,这会给实验结果带来_____ (填“系统”或“偶然”)误差;该误差的存在会使得 R_x 的测量值_____ (填“大于”“小于”或“等于”)真实值。

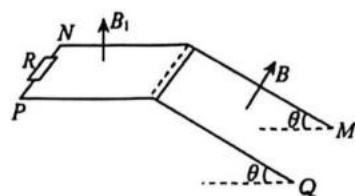
13. (10分)中国科学院研制的电磁弹射微重力实验室,是亚洲首个采用电磁弹射技术实现地面微重力环境的实验装置。整个装置像一个高 44.5 m 的“大电梯”,高 2 m 的实验舱在精确的电磁系统控制下可以在这个“大电梯”内沿竖直方向运动。某次实验中,实验舱从装置底部由静止开始竖直向上做匀加速直线运动,当到某位置速度刚好为 20 m/s 时撤去电磁控制,此后实验舱只在重力作用下运动;当实验舱回到该位置时重新加以电磁控制,让它减速回落到地面。重力加速度 g 取 10 m/s^2 。

(1)求实验舱只在重力作用下运动的总时间;

(2)为了保证实验舱的安全,实验舱不能与装置顶部相碰,求实验舱向上匀加速运动的最小加速度大小(结果保留 2 位有效数字)。

14. (12分) 如图所示, MN 与 PQ 为间距 $L=1\text{ m}$ 的平行导轨, 导轨的上部分水平长度 $l=1.2\text{ m}$, 下部分足够长且处于倾角 $\theta=37^\circ$ 的绝缘斜面上, 水平导轨的左端接一阻值 $R=0.8\ \Omega$ 的电阻, 水平部分处于竖直方向的匀强磁场 B_1 中, $t=0$ 时刻开始, 磁感应强度 B_1 从 0 开始均匀增大; 倾斜部分处于垂直导轨平面向上的、磁感应强度 $B=1\text{ T}$ 的匀强磁场中。在 $t_1=0.1\text{ s}$ 时将一质量 $m=0.4\text{ kg}$ 、电阻 $r=0.2\ \Omega$ 的金属棒静止放在倾斜导轨部分的上端, 金属棒恰好不上滑, 金属棒与两导轨间的动摩擦因数处处相同, 均为 $\mu=0.75$, 最大静摩擦力等于滑动摩擦力。在 $t_2=0.25\text{ s}$ 时磁感应强度 B_1 不再变化, 此时给金属棒一个沿斜面向下的拉力 F 使金属棒从静止开始运动, 拉力 F 的大小与金属棒运动的速度大小的关系式为 $F=kv+0.8(\text{N})$, 其中 k 为定值。已知金属棒运动后测得电阻 R 两端的电压随时间均匀增大, 金属棒在运动过程中与两导轨接触良好且始终与导轨垂直, 不计导轨的电阻, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 , $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$ 。

- (1) 取磁感应强度 B_1 竖直向上为正方向, 请描绘出 B_1 随时间变化的图线(需要写出关键坐标点与计算过程);
- (2) 求 $t_3=1.25\text{ s}$ 时拉力的大小 F ;
- (3) 求 $t_2=0.25\text{ s}$ 到 $t_3=1.25\text{ s}$ 时间内通过金属棒的电荷量。

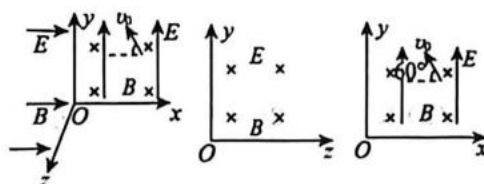


15. (16分) 如图所示, 在空间建立 $O-xyz$ 三维坐标系, 在 yOz 平面右侧存在沿 z 轴负方向的匀强磁场和沿 y 轴正方向的匀强电场, yOz 平面左侧存在沿 x 轴正方向的匀强电场和匀强磁场, 两部分匀强电场场强大小及匀强磁场的磁感应强度大小均相同。一电子从 xOy 平面内的 M 点沿着与 x 轴负方向成 60° 角以初速度 v_0 射出, 电子的运动轨迹的最下端恰好与 x 轴相切, 之后电子沿着与 y 轴负方向夹角 45° 通过 yOz 平面。已知电子质量为 m 、电荷量为 $-e$, 匀强磁场的磁感应强度 $B = \frac{mv_0}{ea}$, 匀强电场的电场强度 $E = Bv_0$, 不计电子重力。

(1) 求电子在 yOz 平面右侧运动过程中的最大速率;

(2) 求 M 点 x 坐标的可能值;

(3) 若从电子通过 yOz 平面开始计时, 求 $t = \frac{3\pi a}{v_0}$ 时电子的位置坐标。



物理(三)

一、选择题

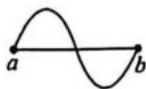
1. B 【解析】根据质量数守恒可知 $A = 4 + 16 = 20$, 根据质子数守恒可知 $Z = 2 + 8 = 10$, A、C 项错误; 原子核的结合能与核子数之比, 叫作比结合能, X 的结合能为 $8.03 \times 20 \text{ MeV} = 160.6 \text{ MeV}$, B 项正确; 比结合能越大, 原子核越稳定, D 项错误。

2. C 【解析】根据多普勒效应, 图(a)救护车向右运动的过程中, A 听到警笛声的频率大于车发出的频率, B 听到警笛声的频率小于车发出的频率, A、B 两人听到警笛声的频率不同, A、B 项错误; 同样地拨动力度下, 小纸人晃动越明显代表音调越准确, 小纸人所在的琴弦发生了共振, C 项正确, D 项错误。

3. C 【解析】由图(b)可知, 波源的振幅和周期分别为 $A = 2 \text{ cm}$ 、 $T = 4 \text{ s}$, 则圆频率为 $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{2} \text{ rad/s}$, 所以波源的振动方程为 $x = A \sin(\omega t) = 2 \sin\left(\frac{\pi}{2} t\right) \text{ cm}$, A 项错误; 由题可知 $t = 40 \text{ s} = 10T$, 故路程为 $s = 10 \times 4A = 80 \text{ cm}$, B 项错误; 第 1 种情况, 如图所示,

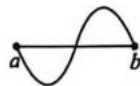


则 $x = \frac{\lambda}{2}$, 此时波速为 $v_1 = \frac{\lambda}{T} = 15 \text{ m/s}$, 第 2 种情况, 如图所示,

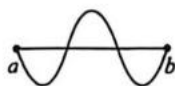


则 $x = \lambda$, 此时波速为 $v_2 = \frac{\lambda}{T} = 7.5 \text{ m/s}$, 第 3

种情况, 如图所示,



则 $x = \lambda$, 此时波速为 $v_3 = \frac{\lambda}{T} = 7.5 \text{ m/s}$, 第 4 种情况, 如图所示,



则 $x = \frac{3\lambda}{2}$, 此时波速为 $v_4 = \frac{\lambda}{T} = 5 \text{ m/s}$, 综上, 该简谐横波传播速度的大小可能值为 15 m/s 、 7.5 m/s 、 5 m/s , C 项正确, D 项错误。

4. A 【解析】发电机输出功率增加了 ΔP 后, 升压变压器的匝数比不变, 即 $\frac{U}{U_1} = k$, 电压表 V_1 的示数不变, 但功率增加后, 电流表 A_1 的示数增大, 所以 $\frac{U_1}{I_1}$ 比值会变小, B 项错误; 发电机输出功率增加了 ΔP 后, 传输的电流 I_1 和 I_2 增加, 输电线上损耗的电压增加, 电压表 V_2 减小, 所以电压表 V_2 的示数与电流表 A_2 的示数之比 $\frac{U_2}{I_2}$ 变小, C 项错误; 输电线上损失的电压增加了 $\Delta IR = \frac{k\Delta P}{U} R$, A 项正确; 输电线上损失的功率增加量 $\Delta P_{\text{损}} \neq (\Delta I)^2 R$, D 项错误。

5. B 【解析】设装载前汽缸里封闭空气的压强为 p_1 , 装载后汽缸里气体的压强为 p_2 , 由玻意耳定律有 $p_1 Sh = p_2 S \times \frac{4}{5} h$, $p_1 S = Mg + p_0 S$,

设充入气体在压强为 p_0 、温度为 T_0 的状态下
 体积为 V ，由玻意耳定律有 $p_0 V + p_2 \times \frac{4}{5} h S =$

$p_2 S h$ ，解得 $V = \frac{h}{4} \left(S + \frac{M g}{p_0} \right)$ ，故选 B 项。

6. D 【解析】若 $l_1 = l_2, k_1 = k_2$ ，由对称性可知 $\alpha = \beta$ ，A 项错误；若 $l_1 = l_2, k_1 > k_2, \alpha > \beta$ ，则左侧弹簧弹力大，在水平方向的分力也大，一定不平衡，C 项错误；若 $l_1 > l_2, k_1 = k_2, \alpha < \beta$ ，则左侧弹簧弹力小，在水平方向的分力也小，一定不平衡，B 项错误；若 $l_1 > l_2, k_1 > k_2$ ，当 $\alpha = \beta$ 时，两弹簧弹力可能相等，系统平衡，D 项正确。

7. C 【解析】未知太阳的半径，不能估算太阳的密度，A 项错误；由几何知识可知，太阳至 O 的距离 $d = \sqrt{(13L)^2 - (12L)^2} = 5L$ ，SWAN25B 经过 A、B 两点的速率的比为 $(13L + 5L) : (13L - 5L) = 9 : 4$ ，B 项错误；由开普勒第三定律有 $\frac{R^3}{T^2} = \frac{(13L)^3}{T'^2}$ ，解得 $T' =$

$\frac{13L}{R} \sqrt{\frac{13L}{R}} T$ ，由面积定律可知 $\frac{\pi \times 12L \times 13L}{2} + 2 \times \frac{1}{2} \times 5L \times 12L = \frac{t_1}{T'}$ ，解得 SWAN25B 从 D 运动至 C 的最短时间为

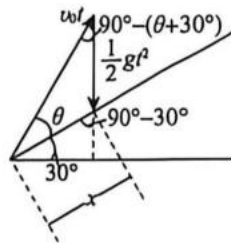
$t_1 = \frac{(13\pi + 10)L}{2\pi R} \sqrt{\frac{13L}{R}} T$ ，C 项正确；

SWAN25B 从 C 运动至 D 的最短时间为

$t_2 = T' - t_1 = \frac{(13\pi - 10)L}{2\pi R} \sqrt{\frac{13L}{R}} T$ ，D 项错误。

8. BD 【解析】小球沿斜面方向做匀减速运动，垂直于斜面方向先减速后反向加速（类竖直上抛运动），故小球落至斜面时垂直于斜面方向的分速度不变，沿斜面方向的分速度减小，故落至斜面时与斜面的夹角大于 θ ，

A 项错误；速度变化率即加速度，小球运动过程中加速度恒定，即速度变化率不变，B 项正确；如图所示，



将小球的运动分解为沿初速度方向的匀速直线运动和自由落体运动，由正弦定理有

$\frac{\frac{1}{2} g t^2}{\sin \theta} = \frac{x}{\cos(30^\circ + \theta)} = \frac{v_0 t}{\cos 30^\circ}$ ，整理得 $t = \frac{2v_0 \sin \theta}{g \cos 30^\circ}$ ， $x = \frac{2v_0^2 \sin \theta \cdot \cos(30^\circ + \theta)}{g \cos^2 30^\circ}$ ，由数学

方法求极值可知，当 $\theta = 30^\circ$ 时， $x_m = \frac{2v_0^2}{3g}$ ，C

项错误，D 项正确。

9. AD 【解析】洛伦兹力方向既垂直于磁场方向（即轴线方向），又垂直于速度方向，A 项正确；不同时刻进入电容器中的电子，若进入电容器的时刻相隔整数个电场周期，则离开电容器进入磁场时的速度相同，电子运动轨迹相同，B 项错误；电子的螺旋运动可分解为沿 B 方向的匀速运动和垂直于 B 方向上的匀速圆周运动，电子在 A、K 之间加速，根据动能定理有 $eU_0 = \frac{1}{2} m v^2$ ，设进入磁场时电子的速度大小为 v ，与水平方向夹角为 θ ，设其垂直磁场的分速度为 v_1 ，平行磁场方向的分速度为 v_2 ，由题意可知，速度分量 $v_2 = v \cos \theta \approx v$ ，可得电子回旋周期 $T = \frac{2\pi r}{v_1} =$

$\frac{2\pi m}{eB}$ ，故电子在磁场中做螺旋运动的螺距

$l = v_2 T = \frac{2\pi m}{eB} v$ ，可得 $\frac{e}{m} = \frac{8\pi^2 U_0}{l^2 B^2}$ ，C 项错误；

垂直 B 的速度分量为 $v_1 = v \sin \theta = v \theta$ ，根据

洛伦兹力提供向心力 $evB = m \frac{v_1^2}{r}$, 可知 $r =$

$\frac{mv_1}{eB} = \frac{l\theta}{2\pi}$, 所以管内直径 $D \geq \frac{\theta l}{\pi}$, D 项正确。

10. BD 【解析】A 与泡沫板间的最大静摩擦力 $F_{f1} = \mu_1 mg = 10 \text{ N}$, B 与泡沫板间的最大静摩擦力 $F_{f2} = \mu_2 Mg = 16 \text{ N}$, 随着 F 的增大, A 与泡沫板间先达到最大静摩擦力, 之后发生相对滑动, A、B 与泡沫板间的摩擦力最大均为 $F_f = F_{f1} = 10 \text{ N}$, A 项错误, B 项正确; A 与泡沫板间发生相对滑动时 $F = F_{f1}$, 解得 $t = 4 \text{ s}$, 之后满足 $F - F_{f1} = ma$, $t = 10 \text{ s}$ 时, $a = 6 \text{ m/s}^2$, $t = 10 \text{ s}$ 时, A 的速度为 $\frac{0+6}{2} \times (10-4) \text{ m/s} = 18 \text{ m/s}$, C 项错误, D 项正确。

二、非选择题

11. (1) C (2 分)

(2) 1.0 (1 分) 甲 (1 分) $m_1 a_1 = m_2 a_2$

(2 分)

(3) 不影响 (2 分)

【解析】(1) 连接小车的细绳与木板要平行, 保证绳子拉力沿木板方向, A 项错误; 平衡两小车的阻力时, 无须在动滑轮下方挂钩码, B 项错误; 根据实验原理可知, 只要保证两小车合力相等就可以达到实验目的, 所以不需要测出动滑轮和钩码的质量, 也不需要满足总质量必须远小于两个小车的这个要求, C 项正确, D 项错误。

(2) 相邻计数点间有 4 个点未画出, 则相邻计数点的时间间隔为 $T = 0.1 \text{ s}$, 由逐差法可得小车乙的加速度大小 $a = \frac{\Delta x}{T^2} = \frac{(8.51+7.51+6.49)-(3.50+4.49+5.51)}{(3 \times 0.1)^2} \times$

$10^{-2} \text{ m/s}^2 \approx 1.0 \text{ m/s}^2$ 。根据匀变速直线运动的判别式 $\Delta x = aT^2$, 由于纸带甲上点迹之间

的位移差更大, 所以甲的加速度更大。根据牛顿第二定律可知, 若满足 $m_1 a_1 = m_2 a_2$, 则可验证加速度与质量的关系。

(3) 根据上述分析可知, 即使没有同时释放小车, 也不影响实验结果。

12. (1) R_1 (1 分)

(2) $\frac{R_g + R_x}{R_g + R_x + R_0}$ (2 分) 400 (2 分)

(3) 系统 (1 分) 大于 (2 分)

【解析】(1) 两次操作中 M、N 两点间的电压变化极小, 可以忽略, 滑动变阻器越小越好, 应选 R_1 。

(2) 根据题意, 电路 M、N 间电压保持不变, 由串联电路特点与欧姆定律有 $I_1(R_g + R_x) = I_2(R_g + R_x + R_0)$, 解得 $I_2 = \frac{R_g + R_x}{R_g + R_x + R_0} I_1$, 故图线斜率的物理意义用

表达式表示为 $k = \frac{R_g + R_x}{R_g + R_x + R_0}$, 将 k 代入

解得 $R_x = \frac{R_0}{\frac{I_1}{I_2} - 1} - R_g = 400 \Omega$ 。

(3) 由于实验原理本身带来的误差应为系统误差; 单刀双掷开关 S_2 接 2 时, 电路总电阻变大, 由闭合电路的欧姆定律可知, 干路电流变小, 路端电压变大, 分压电路分压变大, 即 M、N 间电压变大, I_2 的测量值偏大,

待测电阻阻值为 $R_x = \frac{R_0}{\frac{I_1}{I_2} - 1} - R_g$, 电流 I_2

值偏大, 则待测电阻 R_x 测量值大于真实值。

13. (1) 4 s

(2) 8.9 m/s^2

【解析】(1) 设实验舱只在重力作用下向上运动时间为 t_1 , 只在重力作用下运动总时间为 t , 则 $t_1 = \frac{v_0}{g} = \frac{20}{10} \text{ s} = 2 \text{ s}$ (2 分)

则 $t = 2t_1 = 4 \text{ s}$ (2分)

(2) 为了保证实验舱的安全, 实验舱不能到达装置顶部, 或者达到顶部时速度刚好为零。设实验舱只在重力作用下向上运动的

位移为 x_1 , 则 $x_1 = \frac{v_0^2}{2g}$ (2分)

设装置高为 H , 实验舱高为 h , 则实验舱在电磁控制下向上匀加速运动最大位移为 x_2 , 对应的最小加速度为 a , 则

$$x_2 = H - h - x_1 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{又 } x_2 = \frac{v_0^2}{2a} \quad (1 \text{分})$$

$$\text{解得 } a = \frac{80}{9} \text{ m/s}^2 \approx 8.9 \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{分})$$

14. (1) 见解析

(2) 2.8 N

(3) 1 C

【解析】 (1) 金属棒恰好不上滑, 根据平衡条件有 $BI_0L = mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta$

$$\text{解得 } I_0 = 4.8 \text{ A} \quad (1 \text{分})$$

由左手定则可得, 电阻 R 中电流方向由 P 指向 N , 由楞次定律可知, 磁感应强度应竖直向上均匀增大

$t_1 = 0.1 \text{ s}$ 时, 电阻 R 中的电流大小为 I_0 , 根据法拉第电磁感应定律有

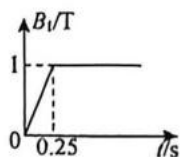
$$E = \frac{\Delta B_1}{\Delta t} \cdot Ll \quad (1 \text{分})$$

$$\text{又 } I_0 = \frac{E}{R+r}$$

$$\text{解得 } \frac{\Delta B_1}{\Delta t} = 4 \text{ T/s} \quad (1 \text{分})$$

$t = 0.25 \text{ s}$ 时 $B_1 = 1 \text{ T}$

由题意磁场随时间的变化图线为



(1分)

(2) 金属棒在倾斜导轨上向下运动时, 由 $\mu = 0.75 = \tan \theta$

可知 $mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta$

金属棒速度为 v 时, 电阻 R 两端的电压 $U =$

$$\frac{BLv}{R+r} \cdot R \quad (1 \text{分})$$

已知金属棒运动后测得电阻 R 两端的电压随时间均匀增大, 可知 v 与时间 t 成正比, 金属棒在倾斜导轨上做匀加速运动, 金属棒在倾斜导轨上运动时受到的安培力大小

$$F_A = BIL, E = BLv, I = \frac{E}{R+r}$$

由牛顿第二定律有 $F - F_A = ma$

$$\text{代入数据有 } \left(k - \frac{B^2 L^2}{R+r}\right)v + 0.8 = ma \quad (1 \text{分})$$

由于 a 不随 v 变化, 故有 $k - \frac{B^2 L^2}{R+r} = 0$

$$\text{可得 } k = 1 \text{ N} \cdot \text{s/m} \quad (1 \text{分})$$

金属棒运动的加速度大小 $a = 2 \text{ m/s}^2$

$t_3 = 1.25 \text{ s}$ 时, 金属棒的速度大小 $v = a(t_3 - t_2)$

$$\text{此时 } F = kv + 0.8 (\text{N}) = 2.8 \text{ N} \quad (1 \text{分})$$

(3) $t_2 = 0.25 \text{ s}$ 到 $t_3 = 1.25 \text{ s}$ 时间内金属棒在倾斜导轨上下滑的距离

$$x = \frac{1}{2} a (t_3 - t_2)^2 = 1 \text{ m} \quad (2 \text{分})$$

此段时间内通过金属棒的电荷量

$$q_2 = \bar{I} \Delta t = \frac{B \Delta S}{\Delta t (R+r)} \Delta t = \frac{BLx}{R+r} = 1 \text{ C} \quad (2 \text{分})$$

15. (1) $2v_0$

$$(2) 2\pi a n + \frac{5\pi - 6 - 3\sqrt{3}}{6} a \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

$$(3) \left(-3\pi a - \frac{9\pi^2 a}{2}, a, -2a\right)$$

【解析】 (1) 运用配速法处理电子在 yOz 平面右侧的运动, 有 $evB = eE$ (1分)

解得 $v = v_0$ (1分)

由左手定则可知该速度方向沿 x 轴负向
电子做匀速圆周运动的速度为其初速度与
 $-v$ 的矢量和, 大小为 v_0 , 方向与 x 轴正方
方向的夹角为 60°

电子在 yOz 平面右侧运动过程中的最大速
度为匀速直线运动与圆周运动速度方向相
同时, 最大速度为 $v_0 + v_0 = 2v_0$ (2分)

(2) 电子运动的周期 $T = \frac{2\pi m}{eB} = \frac{2\pi a}{v_0}$ (1分)

一个周期沿 x 轴负向运动的位移

$$x_1 = v_0 T = 2\pi a \quad (1分)$$

电子与 y 轴负方向夹角 45° 通过 yOz 平面,
则其圆周运动的速度沿 y 轴负向, 运动的

时间 $t_1 = nT + \frac{5}{12}T (n=1, 2, 3, \dots)$ (1分)

M 点 x 坐标的可能值为 $x = v_0 t_1 - (1 +$

$$\frac{\sqrt{3}}{2})R \quad (1分)$$

洛伦兹力提供向心力有 $ev_0 B = \frac{mv_0^2}{R}$ (1分)

解得 $R = a$ (1分)

则 M 点 x 坐标的可能值为 $x = 2\pi an +$

$$\frac{5\pi - 6 - 3\sqrt{3}}{6}a (n=1, 2, 3, \dots) \quad (1分)$$

(3) 电子在 yOz 平面左侧以 v_0 的速度沿 x
轴负向匀加速直线运动的同时, 在垂直 x
轴方向以 v_0 做匀速圆周运动, 有 $t = 1.5T$

电子在 yOz 右侧运动时轨迹可与 x 轴相
切, 则电子经过 y 轴时的坐标 $y = R = a$

则 $t = \frac{3\pi a}{v_0}$ 时, 有 $y = a, z = -2a$ (2分)

$$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \quad (1分)$$

其中 $a = \frac{eE}{m}$

解得 $x = 3\pi a + \frac{9\pi^2 a}{2}$ (1分)

故 $t = \frac{3\pi a}{v_0}$ 时, 电子的位置坐标为 $(-3\pi a -$

$$\frac{9\pi^2 a}{2}, a, -2a) \quad (1分)$$