

高三题库

物理学科

考生须知：

1. 本试题卷共 8 页，满分 100 分，考试时间 90 分钟。
2. 答题前，在答题卷指定区域填写班级、姓名、考场号、座位号及准考证号。
3. 所有答案必须写在答题卷上，写在试卷上无效。
4. 考试结束后，只需上交答题卷。
5. 可能用到的相关参数：重力加速度 g 取 10m/s^2 。

选择题部分

一、选择题 I（本题共 10 小题，每小题 3 分，共 30 分。每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的，不选、多选、错选均不得分）

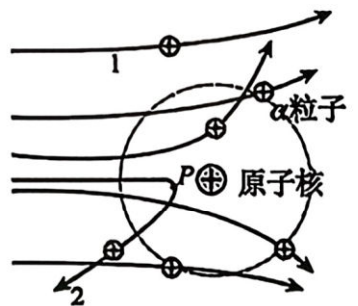
1. 磁感应强度 B 也叫磁通密度，其大小可以用磁感线的疏密表示，下列 B 的单位正确的是
 A. $\text{T} \cdot \text{m}^2$ B. T/m^2 C. $\text{Wb} \cdot \text{m}^2$ D. Wb/m^2

2. 2025 年 9 月 25 日，歼-35 在福建舰完成起降训练的画面被公开。如图所示为歼-35 舰载战斗机在福建舰电磁弹射起飞。关于歼-35



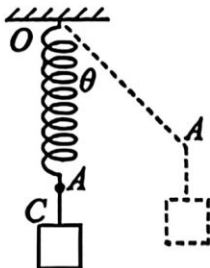
第 2 题图

- A. 研究电磁弹射起飞推力的作用点时，可将歼-35 视为质点
 - B. 加速飞行时，空气对歼-35 的作用力大于歼-35 对空气的作用力
 - C. 匀速爬升时，歼-35 的机械能增大
 - D. 在航母甲板上减速时，歼-35 对飞行员的作用力小于飞行员的重力
3. 在 α 粒子散射实验中，假设所有 α 粒子初速度都相同，当 α 粒子靠近静止的金原子核，它们发生了不同角度的偏转，如图所示。图中虚线是以金原子核为圆心的圆，轨迹 2 中的 P 点离金原子核最近，不考虑 α 粒子间的相互作用。则在与金原子核相互作用过程中，沿轨迹 2 运动的 α 粒子



第 3 题图

- A. 与沿轨迹 1 运动的 α 粒子相比，动量变化大
 - B. 与沿轨迹 1 运动的 α 粒子相比，散射后获得的动能大
 - C. 与图中其它的 α 粒子相比，经过虚线位置时动能较大
 - D. 经过 P 点时电势能最小，且速度方向与库仑力方向垂直
4. 一质量为 m 的物体 C 用轻弹簧悬挂，悬点为 O ，此时轻弹簧的长度为 L ；现对 A 点施加一始终垂直弹簧轴线方向的作用力 F ，缓慢拉至 OA 与竖直方向的夹角为 θ 时

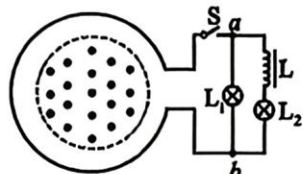


第 4 题图

- A. 弹簧长度保持不变
- B. 作用力 F 不断增大
- C. 弹簧的弹性势能先增大后减小
- D. 拉力做的功等于物体 C 增加的机械能

5. 如图所示, 一个匝数 $N=100$ 、横截面积 $S_1=0.02\text{m}^2$ 、电阻不计的圆形导体线圈, 线圈内存在垂直线圈平面的匀强磁场区域, 面积 $S_2=0.01\text{m}^2$ 。电路中灯 L_1 、 L_2 的电阻均为 $R=6\Omega$, L_2 与直流电阻为 6Ω 的自感线圈 L 串联。线圈内的磁感应强度 B 随时间 t 变化的规律为 $B=\frac{3\sqrt{2}}{50\pi} \cos(100\pi t)$ T, 则

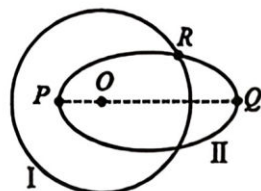
- A. 所产生的感应电流的频率为 100Hz
 B. 线圈产生的感应电动势的有效值为 6V
 C. 线圈中的感应电流的有效值为 3A
 D. 灯 L_2 的功率为灯 L_1 的 $\frac{1}{4}$ 倍



第 5 题图

6. 如图所示, 航天器在绕月飞行时, 月球位于 O 点, 航天器甲沿半径为 r 的圆轨道 I 飞行; 航天器乙沿焦点为 O 的椭圆轨道 II 飞行, 其中 P 为近月点, Q 为远月点, 且 $OP=\frac{1}{2}r$, $OQ=\frac{3}{2}r$, 则

- A. 航天器乙在 Q 点时的加速度大小是甲的 $\frac{4}{9}$ 倍
 B. 航天器乙在 P 点时的加速度大小与在 Q 点时相等
 C. 航天器乙在 Q 点时的速度大小是在 P 点时的 3 倍
 D. 航天器乙和甲与月球的连线在相同的时间内扫过的面积相等



第 6 题图

7. 如图所示, 在一场人形机器人跑步大赛中, 某型号机器人在平直路面上以速度 v 匀速跑步, 此时电池工作电压为 U , 输出电流为 I , 已知输出功率的 80% 用于电机驱动, 驱动电机的输出能量转化为机器人跑步的机械能的效率为 η , 机器人跑步时受到的阻力为 f , 则

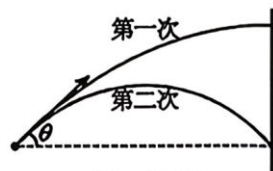
- A. 驱动电机的输出功率为 $0.8UI$
 B. 驱动电机线圈的电阻为 $\frac{0.8\eta UI - fv}{0.64\eta I^2}$
 C. 驱动电机的效率为 $\frac{fv}{0.8UI}$
 D. 机器人克服阻力做功的功率为 $0.8\eta UI$



第 7 题图

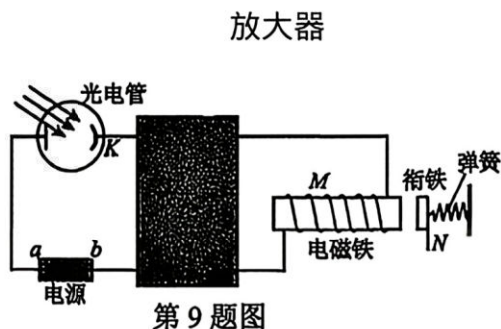
8. 某同学在对竖直墙练习网球时, 球竖直落到地面弹起到最高点时把球击出, 两次击球点的位置与球飞出的方向均相同, 第一次球恰好水平击中墙面, 第二次击中墙面的位置与击球点高度相同, 如图所示。设第一次击出球的速度大小为 v_1 , 球的运动时间为 t_1 , 第二次击出球的速度大小为 v_2 , 球的运动时间为 t_2 , 空气阻力忽略不计。则

- A. $v_1=2v_2$, $t_2=2t_1$
 B. $v_2=2v_1$, $t_1=2t_2$
 C. 两次击球时对球做功之比为 $2:1$
 D. 两次击球后, 球在空中飞行过程中动量变化量为 $1:2$



第 8 题图

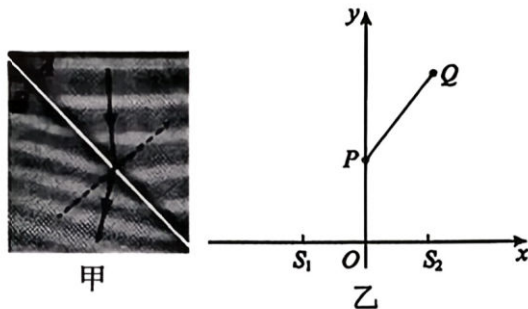
9. 光控继电器是一种利用光信号控制电路通断的半导体器件, 其工作原理如图所示。它由电源、光电管、放大器、电磁继电器等组成。当光照强度达到一定值时, 形成的光电流被放大器放大后, 电磁铁产生足够强的磁场吸引衔铁, 从而达到控制电路通断的目的。已知“硬磁材料”一经磁化即能保持恒定磁性, 而“软磁材料”则易于磁化, 也易于退磁。对于这一控制电路, 下列说法正确的是



第 9 题图

- A. 放大器左边的电路电流方向沿顺时针
- B. 光控继电器的电磁铁的铁芯应采用“硬磁材料”
- C. 如果蓝光能使该继电器工作，那么黄光也一定能使其工作
- D. 用该光控继电器控制路灯工作时，白天电磁铁吸住衔铁接通电路

10. 如图甲所示，实验中水波从深水区 A 传向浅水区 B ，沿垂直波面（振动相同的点构成的面）方向画出波线（波的传播方向）得水波在深浅水分界线上的入射角为 53° ，折射角为 37° ，已知水波的折射原理与光的折射原理相同（在光的折射中，某种介质的折射率等于光在真空中的传播速度 c 与光在这种介质中的传播速度 v 之比）。 S_1 、 S_2 是 x 轴上的两个完全相同的波源，它们到原点 O 的距离相等，质点 P 在 y 轴上， Q 点位于第一象限，如图乙所示。 S_1 、 S_2 、 P 、 Q 都在 A 区时， Q 是振动极弱点，且 PQ 连线上还有 3 个振动极弱点。则



第 10 题图

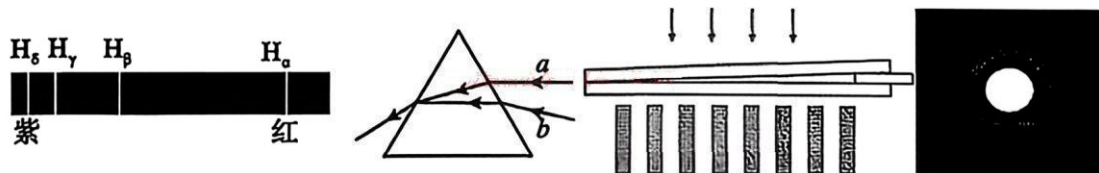
- A. 水波在浅水区 B 中的波速比深水区 A 中的大
- B. 浅水区 B 中水波的波长是深水区 A 中水波波长的 $\frac{4}{3}$ 倍
- C. 若 S_1 、 S_2 、 P 、 Q 都在 B 区， PQ 连线上（不包括 Q 点）有 3 个振动极弱点
- D. 若 S_1 、 S_2 、 P 、 Q 都在 B 区， PQ 连线上（不包括 Q 点）有 5 个振动极弱点

二、选择题 II（本题共 3 小题，每小题 4 分，共 12 分，每小题列出的四个备选项中至少有一个是符合题目要求的。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分）

11. 下列判断正确的是

- A. 比结合能越大的原子核越稳定
- B. 放射性元素经过 4 个半衰期还剩 $\frac{1}{4}$ 的元素没有发生衰变
- C. 红外线和 X 射线都是电磁波，在真空中传播的速度相等
- D. 一个系统把所吸收的热量全部用来对外做功是不可能的

12. 氢光谱中有 4 条可见光光谱，如图甲所示，对其发出的 H_γ 和 H_β 两种光，下列说法正确的是



甲：氢光谱的谱线

乙：光的折射

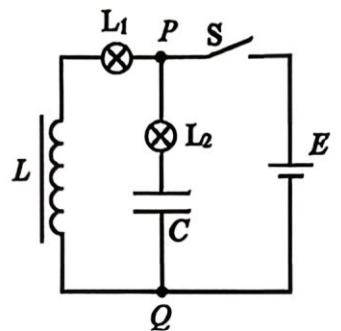
丙：劈尖干涉及条纹

丁：圆孔衍射

第 12 题图

- A. H_γ 光子的能量比 H_β 的小
- B. H_γ 和 H_β 两种光射向三棱镜后光线如乙图，则 a 光是 H_γ
- C. 在图丙实验中，把 H_γ 换成 H_β 后条纹间距将变大
- D. 用同一装置做圆孔衍射实验， H_γ 的中央亮斑直径比 H_β 的小

13. 如图所示的电路中, L_1 、 L_2 是两个完全相同的小灯泡, 分别与线圈 L 和电容器 C 串联后并接在 P 、 Q 两点间。两个小灯泡的额定电压都是 1.5V , 电阻随温度的变化可忽略不计, 线圈 L 有较大的自感系数, 其直流电阻可忽略不计, 电容器 C 有较大的电容。电源 E 的电动势为 1.5V , 内阻可忽略不计, 则



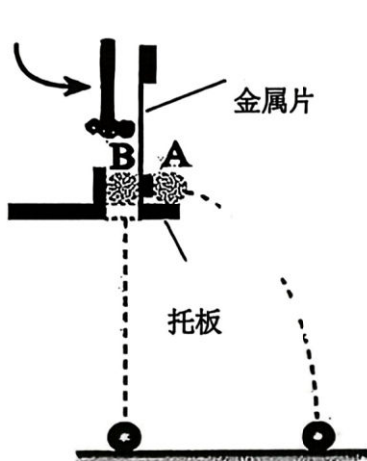
第 13 题图

- A. 开关 S 闭合时, L_1 、 L_2 同时亮
- B. 开关 S 闭合时, L_1 逐渐变亮, L_2 立即变亮后逐渐熄灭
- C. 电路稳定后断开 S , L_1 闪亮后逐渐熄灭
- D. 电路稳定后断开 S 瞬间, PQ 间的电压为 0

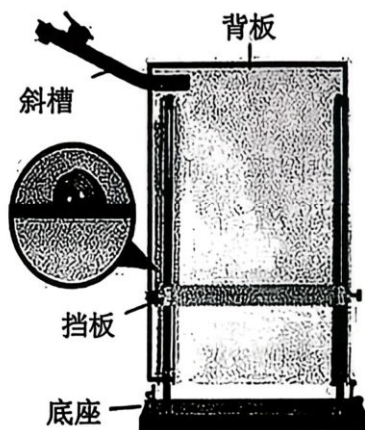
非选择题部分

三、实验题 (本大题共 14I、II 二小题, 共 14 分)

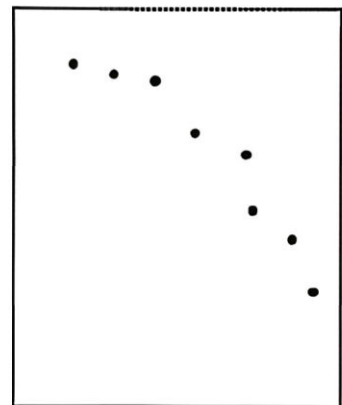
14-I. (7 分) 在“探究平抛运动的特点”实验中



第 14-I 题图 1



第 14-I 题图 2



第 14-I 题图 3

(1) 用图 1 装置研究“平抛运动在竖直方向的运动规律”

① 下列说法正确的是 ▲

- A. A 与 B 应选用大小相同的小球
- B. A 与 B 应选用质量相同的小球
- C. 托板离地面的高度越大, 两小球落地时间差也越大
- D. 减小铁锤打击金属片的力度, A 球落地的时间会变短

② 实验时总是发现两小球不是同步落地, 可能的原因是 ▲ (多选)

- A. 托板未调水平
- B. 托板长度偏大
- C. 小铁锤打击金属片的力度偏大
- D. 小球与金属片之间的存在摩擦力

(2) 用图 2 装置重复实验, 记录钢球经过的多个位置, 拟合所得到的点迹, 就可以得到平抛运动的轨迹。

① 某同学实验后发现在白纸上留下的点迹如图 3 所示, 原因可能是 ▲

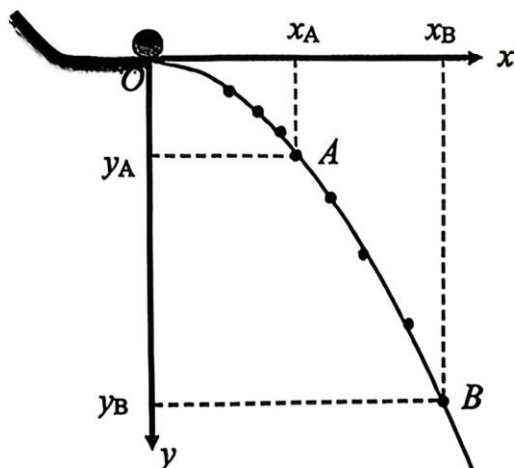
- A. 斜槽有摩擦
- B. 实验小球的密度太小, 受到阻力的影响较大
- C. 小球没有每次都从斜槽上同一个位置释放

②经规范操作得到相应点迹后，某同学以槽口上边缘为原点 O 建立坐标系，得到轨迹曲线如图 4。

在曲线上取 A 、 B 两点，其坐标值分别为 $A(x_A, y_A)$ 和 $B(x_B, y_B)$ 。

(i) 若测得 $x_B = 2x_A$ ，则 y_B ▲ $4y_A$ (填“>”、“=”或“<”)；

(ii) 用图中 B 两点的坐标值计算水平抛出的初速度，其结果 ▲ 实际值 (填“大于”、“等于”或“小于”)。

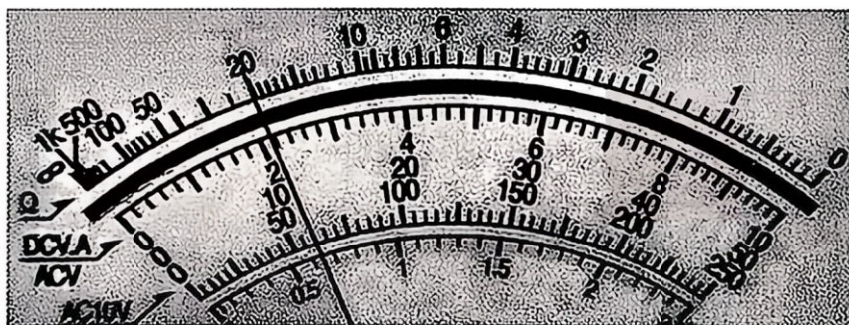


第 14-I 题图 4

14-II. (7分) 实验小组测量某一棒材的电阻率，测得其直径 $d = 2.000\text{mm}$ 、长 $l = 40.00\text{cm}$ 。实验室提供了如下器材：电流表 (量程 3mA ，电阻 R_A 约为 3Ω)，电压表 (量程 6V ，电阻 R_V 约为 $10\text{k}\Omega$)，滑动变阻器 ($0\sim 20\Omega$ ，额定电流 1A)，电源 (6V ，内阻约 1Ω)，多用电表，开关一只，导线若干。

(1) 测量直径所用仪器是 ▲

- A. 50 分度的游标卡尺 B. 螺旋测微器 C. 毫米刻度尺

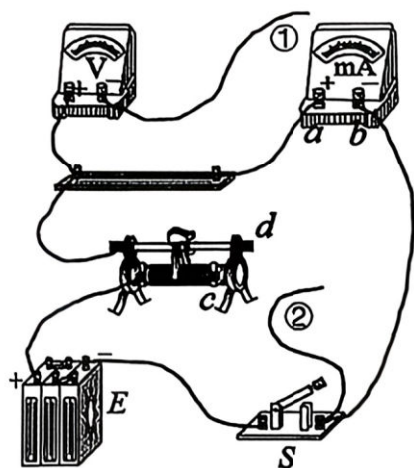


第 14-II 题图 1

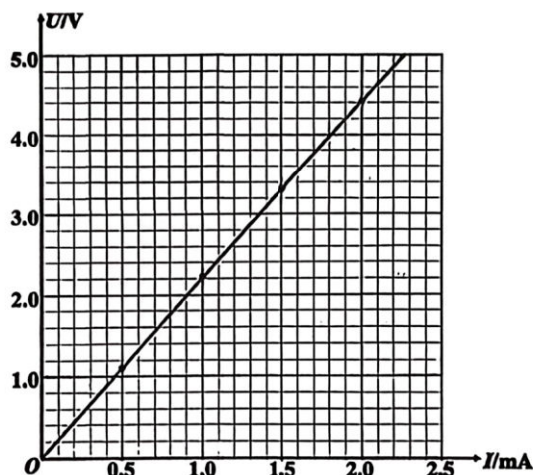
(2) 用多用电表的“ $\times 100$ ”欧姆挡粗测该棒的电阻值时，表盘上指针如图 1 所示，则该棒的电阻约为 ▲ Ω 。

(3) 为更精确测量这根棒的电阻，实验小组用如图 2 所示的电路进行测量，导线①、②最优的连线方式应选 ▲

- A. ①连 a ，②连 c B. ①连 a ，②连 d C. ①连 b ，②连 c D. ①连 b ，②连 d



第 14-II 题图 2

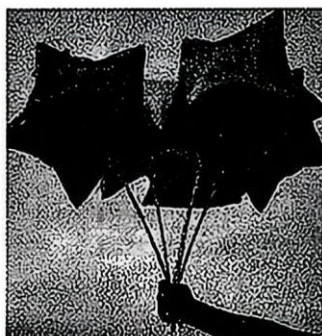


第 14-II 题图 3

(4) 正确连接电路后，闭合开关，测得一组 U 、 I 值；再调节滑动变阻器，重复上述测量步骤，得到多组 U 、 I 值，并在坐标纸中作出 U - I 关系图线，如图 3 所示。则

- ① 棒的电阻 $R = \underline{\quad \blacktriangle \quad} \Omega$ (结果保留三位有效数字)；
 ② 棒电阻率 $\rho = \underline{\quad \blacktriangle \quad} \Omega \cdot \text{m}$ (结果保留三位有效数字)。

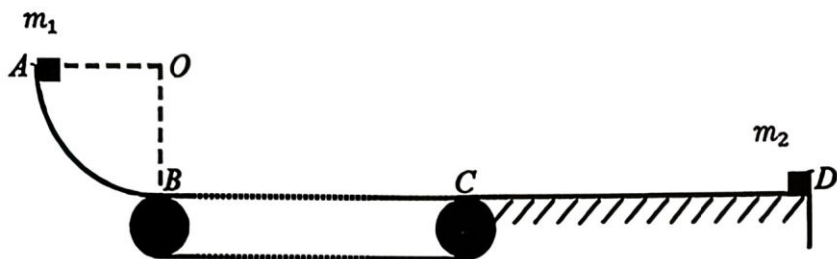
15. (8 分) 氦气球是小孩喜欢的玩具。在地面附近时，气温为 300K ，大气压强为 $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ ，一充气铝膜气球内氦气的压强与外界大气压相等，体积为 $1.8 \times 10^4 \text{cm}^3$ 。小孩不小心气球脱手，气球缓慢上升，由于外界气压降低，球内气体压强大于外界大气压，气球体积增大，当气球上升到离地 1km 高度时，球内气体体积膨胀为原来的 1.05 倍，周围气温降至 294K ，气球刚好悬浮，铝膜导热良好。则：



第 15 题图

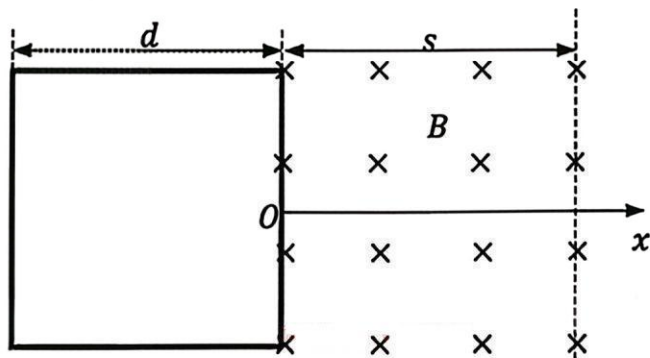
- (1) 气球在上升过程中，球内气体分子的平均动能 (填“增大”、“减小”或“不变”)，球内气体的压强 (填“增大”、“减小”或“不变”)。
 (2) 气球悬浮时，球内气体的压强多大？(保留 2 位有效数字)
 (3) 已知氦气的内能与温度成正比，球内气体在 300K 时的内能为 $U_0 = 2730\text{J}$ ，上升过程中，球内气体从外界吸热 31.4J ，则球内气体对外做多少功？

16. (11分) 如图所示, 一装置由以 O 为圆心、半径为 $R=0.2\text{m}$ 的 $\frac{1}{4}$ 竖直圆弧轨道 AB 、水平传送带 BC 、水平轨道 CD 构成, 各部分之间平滑连接, BC 和 CD 的长度均为 $L=0.6\text{m}$ 。质量为 $m_1=0.1\text{kg}$ 的滑块 1 从 A 点静止自由释放, 当其下滑到 B 点时, 质量为 $m_2=0.7\text{kg}$ 的滑块 2 以初速度 $v_0 = 1\text{m/s}$ 从 D 处向左运动。传送带以恒定速度 $v = 3\text{m/s}$ 顺时针转动, 滑块与 BC 的动摩擦因数均为 $\mu=0.5$, 其他表面均光滑, 滑块 1 和 2 之间的碰撞为弹性碰撞。求滑块 1:



第 16 题图

- (1) 第一次经过圆弧最低点 B 时轨道所受的压力 F'_N ;
 - (2) 第一次碰撞后滑块 1 的速度大小 v_1 ;
 - (3) 碰后能上升的最大高度 h 。
17. (12分) 如图所示, 在光滑水平桌面上有一质量为 m 、边长为 d 的正方形超导线框, 其右侧有一长度大于 d 、宽度为 s ($s > \frac{d}{2}$) 的长方形区间存在方向垂直桌面向下、大小为 B 的匀强磁场。建立坐标原点 O 位于磁场左边界中点、水平向右为正方向坐标轴 Ox , 则超导线框在水平桌面上的位置坐标用其右边界的 midpoint 来描述。当超导线框的位置坐标 $x=0$ 时, 表示超导线框恰好开始进入磁场, 此时 $t = 0$ 。已知超导线框开始进磁场时的初速度 $v_0 = \frac{Bd^2}{\sqrt{mL}}$, 在运动过程中超导线框边长始终保持平行磁场边界。由于超导电阻为零, 当超导线框进入磁场时会产生感应电流, 该感应电流产生的磁场会阻止超导线框的磁通量变化, 以保持超导线框的磁通量不变。已知超导线框的电感为 L , 若超导线框中有电流 i , 则由此电流产生的磁通量为 $\phi = Li$ 。



第 17 题图

- (1) 当超导线框运动至 $x = \frac{d}{2}$ 处时, 求其中的电流 I ;
- (2) 超导线框运动至 $x = \frac{d}{2}$ 的过程中, 求安培力所做的功与安培力的冲量;
- (3) 求超导线框最终的速度和超导线框具有的磁能。

18. (13分) 某物理实验室利用回旋加速器加速氘核 (${}^2_1\text{H}$) 轰击静止的硅-28 靶 (${}^{28}_{14}\text{Si}$), 研究核反应。回旋加速器的 D 形盒半径为 R , 加速电压为 U , 磁感应强度大小为 B 。氘核被加速至最大动能后引出轰击靶核, 发生核反应: ${}^{28}_{14}\text{Si} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^{29}_{14}\text{Si} + {}^1_1\text{H}$

已知相关核质量:

$$\text{氘核 } m_d = 2.014\text{u}$$

$$\text{硅-28 } m_{\text{Si}^{28}} = 27.977\text{u}$$

$$\text{硅-29 } m_{\text{Si}^{29}} = 28.976\text{u}$$

$$\text{质子 } m_p = 1.007\text{u}$$

其中 $1\text{u} = 931.5\text{MeV}/c^2$, 电子电荷量 $e = 1.60 \times 10^{-19}\text{C}$, 真空光速 $c = 3.00 \times 10^8\text{ m/s}$ 。忽略相对论效应和核反应的辐射能量损失, 相关数值计算均保留二位有效数字。

- (1) 求氘核在磁场中回旋的时间 (用题给字母表示);
- (2) 若氘核经加速后获得动能为 9.0MeV , 求反应后子核 (硅-29) 和质子的动能之和 (以 MeV 为单位)
- (3) 实际核反应中, 质子射出方向与氘核入射方向的夹角 θ 可在 0° 到 180° 之间变化, 因而质子速率 v 在一定范围内连续分布, 试给出 v 取最大值和最小值的条件;
- (4) 若氘核经加速后获得动能为 9.0MeV , 反应后质子以垂直于氘核入射方向的速度射出 (氘核入射方向为 x 轴正方向, 质子沿 y 轴正方向射出), 求质子的动量大小 (以 MeV/c 为单位)。

高三物理 参考答案及解析

1. 【答案】D

【解析】由 $\Phi=BS$ 得 $B=\frac{\Phi}{S}$, 磁通量 Φ 的单位为 Wb, 所以磁场应强度的单位也可以表示为 Wb/m^2 。

2. 【答案】C

【解析】歼-35 起飞时既有电磁弹射的推力, 又有发动机的推力, 推力的作用效果与战斗机的结构有关, 所以此时不能把歼-35 视为质点, A 错。加速飞行时, 空气对歼-35 的作用力与歼-35 对空气的作用力是作用力与反作用力, 大小相等, 所以 B 错。歼-35 匀速爬升时, 动能不变, 重力势能增大, 所以机械能增大, C 正确。在航母甲板上减速时, 歼-35 对飞行员的作用力大于重力, D 错。故选 C。

3. 【答案】A

【解析】 α 粒子与静止的原子核相互排斥, 靠近时库仑力做负功, 远离时电场力做正功, 散射前后库仑力总功为 0, α 粒子的动能不变, 速度大小相等, 因沿轨迹 2 运动的 α 粒子与 1 比, 经散射后偏转的角度较大, 所以速度变化量较大, 即动量变化大, 故 A 对 B 错。虚线是一条等势线, 不同的 α 粒子经过虚线时的电势能相等, 因为 α 粒子的初动能都相等, 所以经过虚线位置时的动能也相等, C 错; 经过 P 点时 α 粒子的电势能最大, 动能最小, 力与速度垂直, 所以 D 错。故选 A。

4. 【答案】B

【解析】对 A 点受力分析, 可得弹力与拉力的合力等于重力, 在缓慢拉动的过程中, 弹力减小, 拉力增大, 所以弹簧的长度减小, 弹性势能减小, 故 AC 错, B 对; 又因为弹力也做了功, 所以拉力做的功小于物体 C 增加的机械能, D 错。故选 B。

5. 【答案】B

【解析】由 $B=\frac{6\sqrt{2}}{\pi}\cos 100\pi t$ 可知, 磁场变化的频率 $f=\frac{\omega}{2\pi}=50\text{Hz}$, A 错; 线圈的磁通量变化情况与一个面积为 $S_2=0.01\text{m}^2$ 的矩形在 $B=\frac{6\sqrt{2}}{\pi}\times 10^{-2}\text{T}$ 的匀强磁场中绕垂直于磁场的轴转动时的磁通量变化情况相一致, 所以其感应电动势的最大值为 $E_m=NBS\omega=6\sqrt{2}\text{V}$, 所以电动势的有效值为 6V , B 正确; 灯 L_1 中的电流 $I_1=\frac{E}{R}=1\text{A}$, 灯 L_2 中的电流由于电感对交流电有阻碍作用, 所以电流小于 0.5A , 所以灯 L_2 的功率小于灯 L_1 的 $\frac{1}{4}$, CD 错。故选 B。

6. 【答案】A

【解析】由 $a=\frac{GM}{R^2}$ 得航天器的加速度与航天器到月球的距离的平方成反比, 所以航天器乙在 Q 点时到月球的距离是甲的 $\frac{3}{2}$ 倍, 所以加速度甲的 $\frac{4}{9}$ 倍, A 对 B 错; 由开普勒第二定律可得, 航天器乙在 P 点时的速度是在 Q 点时的 3 倍, C 错; 航天器乙和甲周期相同, 椭圆的长轴与圆的直径相等时, 其面积小于圆面积, 所以航天器乙与月球的连线在相同的时间内扫过的面积小于甲, D 错。

7. 【答案】答案: B

【解析】由题意得, 驱动电机的输入功率为 $0.8UI$, A 错; 机器人克服阻力做功的功率为 $f v$, 驱动电机的输出功率为 $\frac{f v}{\eta}$, 所以驱动电机的电热功率为 $P_{\text{热}}=0.8UI-\frac{f v}{\eta}$, 又 $P_{\text{热}}=0.64I^2R$, 所以 $R=\frac{0.8\eta UI-f v}{0.64\eta I^2}$,

驱动电机的效率为 $\frac{f v}{0.8\eta UI}$, CD 错, B 正确。故选 B。

8. 【答案】C

【解析】解析：设击球点到墙的水平距离为 x ，球飞出的方向与水平方向成 θ 角，则 $t_1 = \frac{v_1 \sin \theta}{g}$ ， $t_2 = \frac{2v_2 \sin \theta}{g}$ ， $x = v_1 \cos \theta \frac{v_1 \sin \theta}{g}$ ， $x = v_2 \cos \theta \frac{2v_2 \sin \theta}{g}$ ，得 $v_1 = \sqrt{2}v_2$ ， $t_2 = \sqrt{2}t_1$ ，A、B 错；击球时对球所做的功等于球的动能，因为 $v_1 = \sqrt{2}v_2$ ，所以 $E_{k1} = 2E_{k2}$ ，C 正确。球飞行过程中只受重力作用，球的动量变化量等于重力的冲量，而冲量与时间成正比，所以冲量之比为 $1 : \sqrt{2}$ ，D 错。故选 C。

9. 【答案】A

【解析】解析：当光电管工作时，光照阴极 K 打出的电子向阳极运动形成光电流，电流方向与电子运动方向相反，所以放大器左边的电路电流方向沿顺时针，A 正确。电磁铁通过电流控制磁场变化，的铁芯应采用“软磁材料”，B 错；黄光频率比蓝光低，蓝光能照射时光电管阴极是能发生光电效应，改用黄光照射时就不一定能发生光电效应，所以 C 错；用路灯白天断开，晚上工作时，所以控制器白天电磁铁吸住衔铁时应断开电路，D 错。故选 A。

10. 【答案】D

【解析】解析：光的折射率 $n = \frac{c}{v} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ ，水波折射时 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{4}{3}$ ，所以水波在深水区 A 波速较大，A 错；波的传播过程中，频率不变，波长与波速成正比，所以 B 区水波的波长是 A 区水波波长的 $\frac{3}{4}$ 倍，B 错；因 P 点到两波源的路程差为 0，Q 点与 P 点的连线上有 3 个振动极弱点，Q 点本身也是振动极弱点，意味着 Q 点到两波源的路程差为 $\frac{7}{2}\lambda_A = \frac{14}{3}\lambda_B$ ， $\frac{9}{2}\lambda_B < \frac{14}{3}\lambda_B < \frac{11}{2}\lambda_B$ ，所以若 S_1 、 S_2 、P、Q 都在 B 区，PQ 连线上有 5 个振动极弱点，C 错 D 对。故选 D。

11. 【答案】AC

【解析】解析：比结合能越大，即核子结合成原子核时平均每个核子释放的能量越多，原子核结合越牢固，A 正确；放射性元素经过 4 个半衰期还剩 $(\frac{1}{2})^4$ 的元素没有发生衰变，B 错；红外线和 X 射线都是电磁波，在真空中传播的速度相等，C 正确；在气体等温膨胀时，所吸收的热量全部用来对外做功，D 错。故选 AC。

12. 【答案】CD

【解析】解析：由甲图可知， H_γ 光子的频率比 H_β 的大，所以 H_γ 光子的能量比 H_β 的大，A 错；在乙图 a 光偏折角度较小，折射率较小，即 a 光的频率较小，所以 a 光是 H_β ，B 错；在劈尖干涉中，条纹间距与波长成正比，所以 H_γ 在图丙实验中的条纹间距换成 H_β 后将变大，C 正确，在圆孔衍射时，波长越短，中央亮斑的直径越小，所以 D 正确。故选 CD。

13. 【答案】BD

【解析】解析：开关 S 闭合时，线圈上的电流要从 0 开始逐渐增大，当电路稳定时，线圈上没有电压，小灯泡 L1 正常发光；而电容器上原来不带电，会有一个充电过程，充电流逐渐减小为 0，所以 L1 逐渐变亮，L2 立即变亮后逐渐熄灭，A 错 B 对；C. 电路稳定后断开 S，线圈上的电流从原来值逐渐减小，所以 L1 不会闪亮，C 错。电路稳定时，线圈 L 中的电流 $I = \frac{E}{R}$ ，电容器所在支路电流为 0，电容器两端电压为 E，断开 S 瞬间，线圈中的电流 I 保持不变，线圈 L 与电容器 C 及两个灯泡构成回路，电流方向为逆时针方向，所以电容器处于放电状态，两个小灯泡上的电流都是 I，所以小灯泡两端电压 $U=IR=1.5V$ ，可得 PQ 间的电压为 0，也可得线圈 L 的自感电动势为 $E_{自}=U=1.5V$ ，D 正确。故选 BD。

14. 实验题 (I、II二题, 共 14 分)

【答案】 14-I. (7 分)

- (1) ① A 1 分
 ② AB 2 分
 (2) ① C 1 分
 ② (i) > 2 分
 (ii) 大于 1 分

【答案】 14-II. (7 分)

- (1) B 1 分
 (2) 2000 1 分
 (3) C 2 分
 (4) ① $R = 2.21 \times 10^3 (2.20 \sim 2.22)$ 1 分

$$\rho = \frac{RS}{l} = \frac{\pi d^2 R}{4l} = 1.72 \times 10^{-2} (1.71 \sim 1.73) \quad 2 \text{ 分}$$

15. 【答案】 (1) 减小, 减小; (2) $9.33 \times 10^4 \text{ Pa}$; (3) 86J

【解析】 (1) 球内气体温度降低, 分子平均动能减小 (1 分), 体积增大, 压强减小 (1 分)

(2) 由 $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ (2 分), 得 $p_2 = \frac{T_2 V_1}{T_1 V_2} p_1 = 9.3 \times 10^4 \text{ Pa}$ (1 分)

(3) 由 $U = \frac{T_2 U_0}{T_0} = 2675.4 \text{ J}$ (1 分), $\Delta U = Q - W = U - U_0$ (1 分), $W = Q + U_0 - U = 86 \text{ J}$ (1 分)

16. 【答案】 (11 分)

(1) 机械能守恒定律 $m_1 g R = \frac{1}{2} m v_B^2$ ①

$$v_B = 2 \text{ m/s}$$

牛顿第二定律 $F_N - m_1 g = m_1 \frac{v_B^2}{R}$ ②

牛顿第三定律, $F'_N = -F_N = -3 \text{ N}$ 即方向向下 ③

(2) 滑块 1 与传送带达到共速用时 $t_1 = \frac{v - v_B}{\mu g} = 0.2 \text{ s}$

滑块 1 从共速到达 C 点用时 $t'_1 = \frac{L - \frac{1}{2}(v + v_B)t_1}{v} = 0.033 \text{ s}$

滑块 2 运动到 C 点的时间 $t_2 = \frac{L}{v_0} = 0.6 \text{ s}$

$t_2 > t_1 + t'_1$, 滑块 1 与滑块 2 在 CD 段发生完全弹性碰撞(向左为正) ④

$$m_2 v_0 - m_1 v = m_2 v_2 + m_1 v_1 \quad ⑤$$

$$\frac{1}{2} m_2 v_0^2 + \frac{1}{2} m_1 v^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + \frac{1}{2} m_1 v_1^2 \quad ⑥$$

解得 $v_1 = 4 \text{ m/s}$ $v_2 = 0$ 即第一次碰撞后滑块 1 的速度为 4m/s (往左运动), 滑块 2 碰撞后静止。 ⑦

另一组解 $v_1 = -3 \text{ m/s}$ $v'_0 = 1 \text{ m/s}$ (舍去)

(3) 由功能关系, 有 $\frac{1}{2} m_1 v_1^2 - \mu m_1 g L = m_1 g h$ ⑧

$$h = 0.5m$$

⑨

评分标准：①~⑨式，⑦⑧两式各2分，其它式子各1分，共11分

17. (12分)

(1) 超导线框中磁通量不变， $dBx = LI$

①

$$I = \frac{dBx}{L} = \frac{d^2B}{2L}x$$

②

$$(2) F_A = -dBI = -\frac{d^2B^2}{L}x$$

③

$$W_A = -\frac{1}{2} \frac{d^2B^2}{L} x^2 = -\frac{1}{8} \frac{d^4B^2}{L} x^2$$

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = -\frac{1}{2} \frac{d^2B^2}{L} x^2$$

⑤

$$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{d^2B^2}{Lm} x^2} = \sqrt{v_0^2 - \frac{1}{4}v_0^2} = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0$$

⑥

$$I_A = mv - mv_0 = -\left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)mv_0$$

⑦

沿负 x 轴方向

⑧

(3) 若 $\frac{d}{2} < s < d$ ，超导线框先减速至 $v_s = \sqrt{v_0^2 - \frac{d^2B^2}{Lm}s^2}$ ，其右边出磁场，左边仍在磁场中，而电流方向不变，超导线圈受力方向与速度方向一致，沿 x 轴方向加速运动，根据对称性知，超导线圈以速度 v_0 全部出磁场，电流减小至 0

⑨

超导线框中电流为零，磁场能也为零

⑩

若 $s \geq d$ 超导线框减速至 0，电流最大 $I = \frac{d^2B}{L}$

⑪

超导线框停止运动，电流最大，磁场能最大 $E_m = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}m \frac{d^4B^2}{Lm} = \frac{1}{2} \frac{d^4B^2}{L}$

⑫

评分标准：①~⑫式各1分，共12分

18. 【答案】 (13分)

$$(1) T = \frac{2\pi m_d}{eB} \quad \text{或} \quad v_m = \frac{eBR}{m_d}$$

①

$$\text{动能定理} \quad 2neU = \frac{1}{2}m_d v_m^2$$

②

$$t = nT = \frac{\pi BR^2}{2U}$$

③

$$(2) \text{质量亏损} \quad \Delta m = m_d + m_{\text{Si}}^{28} - m_{\text{Si}}^{29} - m_p = 0.008u$$

④

$$\text{能量守恒} \quad E_{\text{k总}} = \Delta mc^2 + E_{\text{km}} \approx 16\text{MeV}$$

⑤

(3) 根据动量守恒定律和能量守恒定律, 知

$$\theta=0^\circ \text{ (质子沿氦核方向射出), 速率最大} \quad \textcircled{6}$$

$$\theta = 180^\circ \text{ (质子反氦核方向射出), 速率最小} \quad \textcircled{7}$$

(4) 动量守恒: x 方向: $p_d = p_{\text{Si},x}$ (29 硅 x 分量动量) ⑧

$$y \text{ 方向: } 0 = p_p + p_{\text{Si},y} \text{ (29 硅 } y \text{ 分量动量)} \quad \textcircled{9}$$

$$\text{或 } p_{\text{Si}}^2 = p_p^2 + p_d^2$$

$$\text{能量守恒: } \frac{p_p^2}{2m_p} + \frac{p_{\text{Si}}^2}{2m_{\text{Si}}^{29}} = E_{\text{k总}}$$

$$\frac{p_p^2 c^2}{2m_p c^2} + \frac{p_p^2 c^2 + p_d^2 c^2}{2m_{\text{Si}}^{29} c^2} = E_{\text{k总}} \quad \textcircled{10}$$

$$\frac{p_d^2 c^2}{2m_{\text{Si}}^{29} c^2} = \frac{p_d^2 c^2}{2m_d c^2} \times \frac{m_d}{m_{\text{Si}}^{29}} \approx 9 \times \frac{1}{29} \approx 0.31 \text{ MeV}$$

$$p_p^2 c^2 \left(\frac{1}{2m_p c^2} + \frac{1}{2m_{\text{Si}}^{29} c^2} \right) = 15.7 \text{ MeV} \quad \textcircled{11}$$

$$p_p^2 c^2 = 15.7 \times \frac{2m_p m_{\text{Si}}^{29} c^2}{m_p + m_{\text{Si}}^{29}} \approx \frac{15.7 \times 2 \times 2 \times 29}{2+29} \times 932 (\text{MeV})^2 \quad \textcircled{12}$$

$$p_p = 2.3 \times 10^2 \frac{\text{MeV}}{c} \quad \textcircled{13}$$

评分标准: ①~⑬式各 1 分, 共 13 分