



物理

(考试时间: 75分钟 满分: 100分)

一、选择题: 本大题共 10 小题, 共 46 分。第 1~7 题, 每小题 4 分, 只有一项符合题目要求, 错选、多选或未选均不得分; 第 8~10 题, 每小题 6 分, 有多项符合题目要求, 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. 在物理学的探索 and 发现过程中, 物理过程和研究方法比物理知识本身更加重要。以下关于物理学研究方法和物理学史的叙述中正确的是 ()

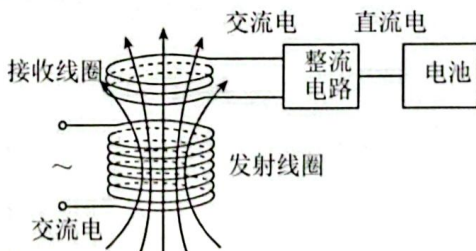
- A. 丹麦物理学家奥斯特通过不断地探索发现了电流的磁效应
- B. 美国科学家密立根命名了正电荷和负电荷, 并通过油滴实验测得元电荷的数值
- C. 惯性定律即牛顿第一定律, 伽利略通过实验直接验证了惯性定律
- D. 根据速度定义式 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, 当 Δt 足够小时, $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 就可以表示物体在某时刻的瞬时速度, 对瞬时速度的定义应用了理想化模型的方法

2. 光电鼠标是一种常见的计算机输入设备, 其原理利用了光电效应。在鼠标表面安装一个光电传感器, 当光电传感器接收到光线, 就会产生电信号, 从而控制计算机的操作。关于光电效应, 下列说法正确的是 ()

- A. 只要光照射的时间足够长, 任何金属都能产生光电效应
- B. 入射光的强度越大, 从金属表面逸出的光电子的最大初动能越大
- C. 对于给定的金属, 入射光的频率越大, 逸出功越大
- D. 同一光电管, 入射光的波长越长, 对应的遏止电压越小

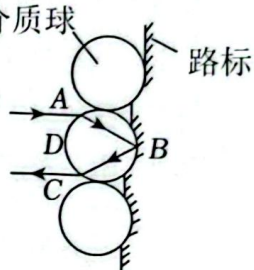


3. 无线充电是一种基于变压器原理的充电方式。如图发射线圈连接 $u = 220\sqrt{2} \sin 100\pi t$ (V) 的交流电, 发射线圈与接收线圈匝数之比为 44:1, 若工作状态下, 接收线圈内的磁通量约为发射线圈的 60%, 不计其它损耗, 下列说法正确的是 ()

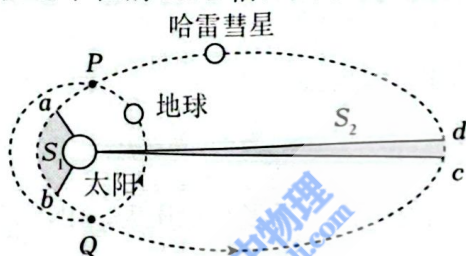


- A. 发射线圈中的电流每秒钟方向变化 50 次
- B. 发射线圈与接收线圈中电流之比为 1:44
- C. 发射线圈与接收线圈中交变电流的周期之比为 1:44
- D. 接收线圈的输出电压有效值约为 3V

4. 高速公路路标表面有一均匀透明介质球组成的“反光膜”，能把车灯射出的光逆向返回，使得夜晚路标在灯光的照射下特别亮。如图所示，介质球的半径为 R ，某单色光平行于直径 DB 从空气射入介质球，在球内经一次反射后，再次折射回空气时，出射光线恰好与入射光线平行，已知该单色光的入射点 A 到直径 DB 的距离为 $\frac{\sqrt{3}}{2}R$ 。下列说法正确的是（ ）



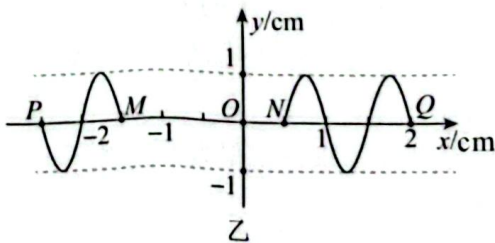
- A. 该单色光从空气射入介质球时，射入角为 30°
 B. 介质球对单色光的折射率为 $\sqrt{3}$
 C. 若仅改变该单色光的入射点，则出射光线一定与入射光线平行
 D. 仅增大该单色光的频率，可能没有光线射出介质球
5. 哈雷彗星每隔约 76.1 年就会回归一次，上一次回归是 1986 年，根据测算，哈雷彗星将于 2061 年 7 月过近日点（即离太阳最近的点）。地球和哈雷彗星绕太阳运行的轨迹如图所示，两轨迹相交于 P 、 Q 两点。彗星从 a 运行到 b 、从 c 运行到 d 的过程中，与太阳连线扫过的面积分别为 S_1 和 S_2 ，且 $S_1 = S_2$ 。彗星在近日点与太阳中心的距离约为地球公转轨道半径的 0.6 倍，在远日点与太阳中心的距离约为地球公转轨道半径的 53.2 倍，则下列说法正确的是（ ）



- A. 彗星从 a 运行到 b 的时间大于从 c 运行到 d 的时间
 B. 彗星在近日点的速度小于地球的运行速度
 C. 彗星在近日点的速度约为其在远日点速度的 88.7 倍
 D. 彗星和地球在 P 点的向心加速度大小相等
6. 如图甲为超声波悬浮仪，上方圆柱体中，高频电信号通过压电陶瓷转换成同频率的高频声信号，发出超声波，下方圆柱体将接收到的超声波信号反射回去。两列超声波信号叠加后，会出现振幅几乎为零的点（称为“节点”），在节点两侧声波压力的作用下，小水珠能在节点处附近保持悬浮状态，该情境可等效简化为图乙所示情形。图乙为某时刻两列超声波的波形图， P 、 Q 为波源，该时刻 P 、 Q 波源产生的波形恰好分别传到了点 $M(-1.5\text{cm}, 0)$ 和点 $N(0.5\text{cm}, 0)$ ，已知声波传播的速度为 340m/s ，则下列说法正确的是（ ）



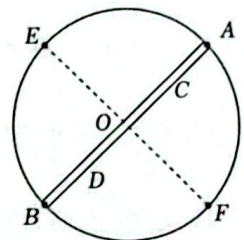
甲



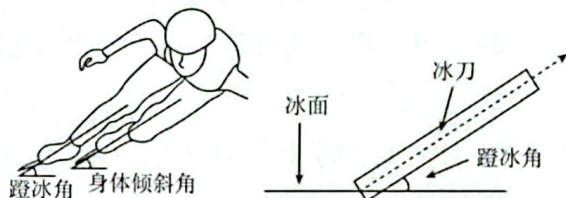
乙

- A. 该超声波的频率为 3400Hz
 B. 两列波充分叠加后，小水珠能悬浮在点 $(-1.25\text{cm}, 0)$ 附近
 C. 小水珠悬浮时，受到的声波压力为零
 D. 经过 $t = 1 \times 10^{-4}\text{s}$ ，点 M 沿 x 轴正方向移动 3.4cm

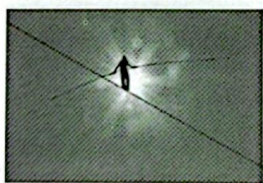
7. 如图所示, 在半径为 R 的水平圆周上固定有 A 、 B 、 E 、 F 四个点电荷, A 、 B 带电量为 $+Q$, E 、 F 带电量为 $-Q$, EF 连线过圆心 O 且与 AB 垂直, AB 间有一穿过 O 的光滑真空细通道, 带电量为 $+q$ 的绝缘小球从 C 点由静止释放, 通过通道最远到达 O 点另一侧的 D 点, 其中 C 点到 O 点的距离为 $\frac{R}{2}$ 。已知带电荷量为 Q 的点电荷在空间某点的电势 $\varphi = \frac{kQ}{r}$ (k 为静电力常量, r 为该点到点电荷的距离), 下列说法正确的是 ()



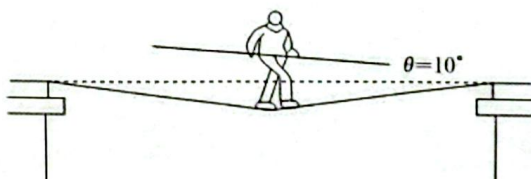
- A. 以无穷远为零势点, AB 连线上各点电势可能为正, 也可能为负
 B. 带电小球在通道内先做匀加速运动后做匀减速运动
 C. 若带电小球的最高速度为 v_m , 则小球由 C 点运动到 D 点的时间等于 $\frac{2R}{v_m}$
 D. 带电小球的最高动能为 $\frac{40-12\sqrt{5}}{15} k \frac{Qq}{R}$
8. 若将短道速滑运动员在弯道转弯的过程看成在水平冰面上的一段匀速圆周运动, 转弯时冰刀嵌入冰内从而使冰刀受与冰面夹角为 θ (蹬冰角) 的支持力, 不计一切摩擦, 弯道半径为 R , 重力加速度为 g 。以下说法正确的是 ()



- A. 运动员转弯时速度的大小为 $\sqrt{gR \tan \theta}$
 B. 运动员转弯时速度的大小为 $\sqrt{\frac{gR}{\tan \theta}}$
 C. 若运动员转弯速度变大则需要减小蹬冰角
 D. 运动员做匀速圆周运动, 他所受合外力保持不变
9. “走钢丝”的技艺在我国有着悠久的历史, 图示为杂技演员手握长杆正在两幢高楼之间表演“高空走钢丝”。当他缓慢经过钢丝的中点时, 钢丝与水平方向的夹角为 10° 。下列说法正确的是 ()



甲



乙

- A. 表演者受到钢丝的作用力方向与人 (包括杆) 的重心在同一条直线上
 B. 人对钢丝的压力与钢丝对人的支持力是一对平衡力
 C. 表演者手拿长杆会使整体重心升高, 从而更容易保持平衡
 D. 仍在该楼之间, 更换一根更长的钢丝表演, 同一演员经过钢丝中点时, 钢丝绳上的张力会减小
10. 如图甲所示, 某仪器平台悬挂在轻质弹簧的下端 O , 弹簧上端固定悬挂在 O' 点。为保持平台的稳定, 需要在下方安装减振装置。减振装置由通过绝缘轻杆固定在平台下表面的一个线圈和固定在桌面上能产生辐向磁场的铁磁体组成, 辐向磁场分布关于线圈中心竖直轴对称, 线圈所在处磁感应强度大小均为 B 。处于静止状态的平台受到外界微小扰动, 线圈在磁场中做竖直方向的阻尼运动, 其位移随时间变化的图像如图乙所示。已知 $t=0$ 时速度为 v_0 , 方向向下, t_1 、 t_2 时

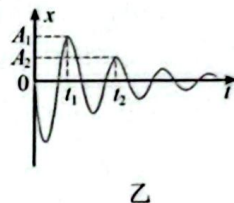
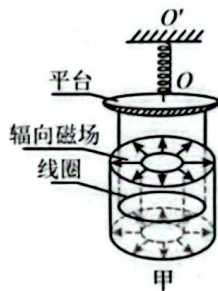
刻的振幅分别为 A_1 , A_2 。平台和线圈的总质量为 m , 弹簧的劲度系数为 k , 线圈半径为 r 、电阻为 R 。已知, 当弹簧形变量为 Δx 时, 其弹性势能为 $\frac{1}{2}k\Delta x^2$ 。不计空气阻力, $g = 10\text{m/s}^2$, 则下列说法正确的是 ()

A. $t = 0$ 时, 线圈中的感应电流为 $\frac{2Bv_0\pi r}{R}$

B. $t = 0$ 时, 线圈所受安培力大小为 $\frac{2B^2\pi^2 r^2 v_0}{R}$

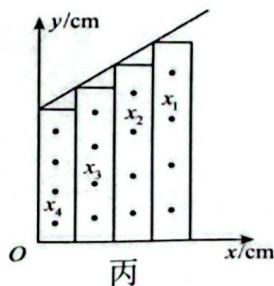
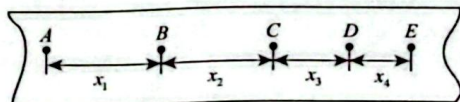
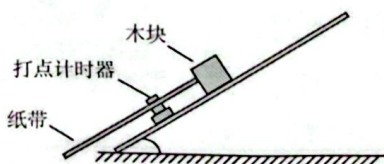
C. 在 $t_1 \sim t_2$ 时间内, 线圈产生的焦耳热为 $\frac{1}{2}kA_1^2 - \frac{1}{2}kA_2^2$

D. 在 $t_1 \sim t_2$ 时间内, 弹簧弹力冲量大小为 $mg(t_2 - t_1) - \frac{4\pi^2 r^2 B^2 (A_1 - A_2)}{R}$



二、非选择题: 本大题共 5 小题, 共 54 分。第 11 题 8 分, 第 12 题 8 分, 第 13 题 9 分, 第 14 题 12 分, 第 15 题 17 分。其中第 13~15 题解答时要求写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤, 只有最后答案而无演算过程的不得分; 有数值计算的, 答案中必须明确写出数值和单位。

11. (8 分) 某同学利用如图甲所示的装置测量木块的加速度。首先将木板倾斜固定在水平面上, 木板抬起一定的角度, 打点计时器固定在木板底端, 将纸带一端固定在木块上, 另一端穿过打点计时器。接通电源, 给木块一沿木板向上的初速度, 在木块运动到最高处前打出的纸带如图乙, 测得相邻两计数点之间的距离分别为 $x_1 = 14.51\text{cm}$ 、 $x_2 = 11.50\text{cm}$ 、 $x_3 = 8.51\text{cm}$ 、 $x_4 = 5.59\text{cm}$, 已知纸带上相邻两个计数点间还有四个点未画出, 打点计时器使用交流电的频率为 $f = 50\text{Hz}$ 。



- (1) 通过数据可得木块的加速度大小 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s^2 (保留两位有效数字)
- (2) 若该同学想继续测量木块与木板间动摩擦因数, 则仍需测量下列哪些物理量 。

A. 木块的质量 m	B. 木板抬起的倾角 θ
C. 木块上升的高度 h	D. 当地重力加速度 g
- (3) 该同学按课本“练习与应用”中提到的方法, 将图乙中的 4 段纸带剪开贴到坐标纸上, 如图丙, 发现这些纸带的左上顶点在一条倾斜直线上, 说明此物体做 (选填“匀速”、“匀减速”、“匀加速”) 直线运动。若图丙中直线斜率为 k (其中 $k = \frac{\Delta y}{\Delta x}$, k 无单位), 纸带宽为 d , 则用该方法得到的加速度 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(用 k 、 d 表示)

12. (8分) 工业上经常用“电导仪”来测定液体的电阻率，其中一个关键部件如图甲所示，两片金属放到液体中形成一个电容器形状的液体电阻，而中间的液体即电阻的有效部分。小明想测量某导电溶液的电阻率，在一透明塑料长方体容器内部左右两侧正对插入与容器等宽、与导电溶液等高的电极，两电极的正对面积为 $S=10\text{cm}^2$ ，电极电阻不计。实验提供的器材如下：

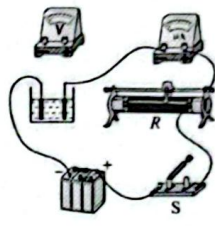
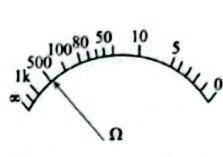
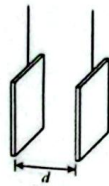
电压表（量程 15V ，内阻约为 $30\text{k}\Omega$ ）；

电流表（量程 $300\mu\text{A}$ ，内阻约为 50Ω ）；

滑动变阻器 R_1 (10Ω , 0.1A)；

滑动变阻器 R_2 (20Ω , 1A)；

电池组（电动势 $E=12\text{V}$ ，内阻 $r=6\Omega$ ）；单刀单掷开关一个；导线若干。



丙

(1) 小明先用欧姆表粗测溶液电阻，选择欧姆 $\times 100$ 挡后测量结果如图乙所示，为了使读数更精确些，接下来要进行的步骤是_____。

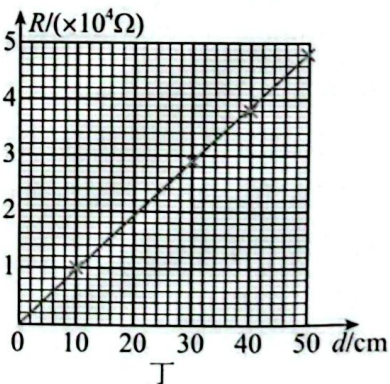
- A. 换为 $\times 10$ 挡，先机械调零再测量
- B. 换为 $\times 1\text{k}$ 挡，先机械调零再测量
- C. 换为 $\times 10$ 挡，先欧姆调零再测量
- D. 换为 $\times 1\text{k}$ 挡，先欧姆调零再测量

(2) 实验中，滑动变阻器应选择_____（选填“ R_1 ”或“ R_2 ”）。

(3) 为了准确测量溶液电阻阻值，需测量多组电压表、电流表数据，请用笔画线代替导线，将图丙的实物电路补充完整。

(4) 实验时，仅改变两电极间距 d ，测得多组 U 、 I 数据，计算出对应的电阻 R ，描绘出如图丁所示的 $R-d$ 图线，根据图线可得该导电溶液的电阻率 $\rho = \underline{\hspace{2cm}} \Omega \cdot \text{m}$ 。（计算结果保留整数）

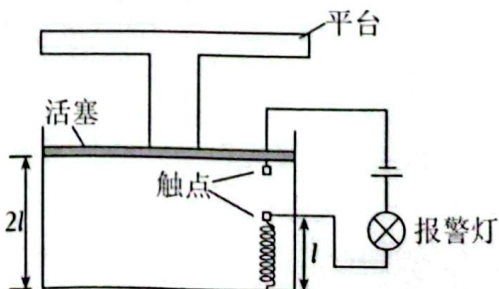
(5) 有同学认为，小明在实验中未考虑电表内阻的影响，用图像法计算的电阻率 ρ 必然有偏差。请判断该观点是否正确，简要说明理由_____。



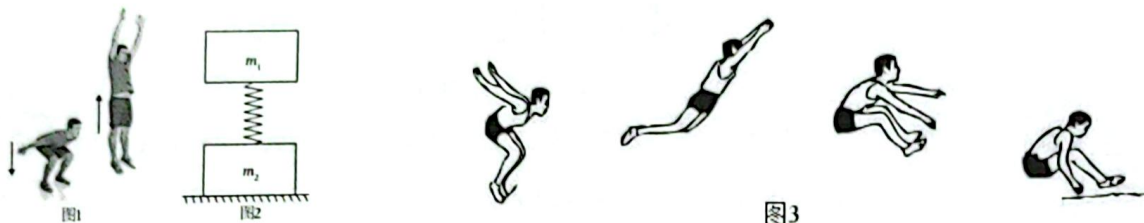
13. (9分) 如图是某超重报警装置示意图，它由导热性能良好的密闭气缸、固定有平台的活塞、报警电路组成，当活塞下移两触点接触时，电路发出超重报警。已知活塞与平台的总质量为 m ，活塞横截面积为 S ，弹簧长为 l ，大气压为 P_0 。平台不放物体，在环境温度为 T_0 时，活塞距气缸底高为 $2l$ 。设重力加速度为 g ，不考虑活塞与气缸间摩擦，忽略上触点与活塞之间的距离，气缸内气体视为理想气体。

(1) 轻放重物，活塞缓慢下移，求刚好触发超重预警时所放重物的质量 M 。

(2) 不放重物，若外界温度缓慢降低，从图示位置到刚好触发超重预警过程，气体向外界放出热量 Q 。求气体内能的变化 ΔU 。



14. (12分) 如图1所示, 同学们在体育课上做“蹲跳起”动作, 离开地面的瞬间, 全身绷紧, 之后离开地面的最大高度为 H 。设重力加速度为 g , 不计空气阻力。



- (1) 求运动员离开地面瞬间的速度。
- (2) 地面是不会对人做功的, 那么人是如何获得机械能的呢? 为了解释这个问题, 小亮同学构建了如下模型: 如图2所示, 将人的上半身和下半身分别看作质量为 m_1 和 m_2 的物块, 上、下半身间的作用力看成物块间竖直轻弹簧的弹力。将 m_1 从平衡位置向下压距离 h , 表示人“蹲下”; 然后松手, m_1 向上运动, 表示人“站起”; 当 m_1 回到平衡位置时, 突然将弹簧的长度锁定(此时弹簧可以看成是一个轻杆), m_2 被带离地面, 表示人“跳起”。试结合这一模型, 计算运动员在“站起”过程中至少要做多少功。
- (3) 如图3所示的是立定跳远动作分解图, 有一个动作要领是起跳过程中要大幅度摆臂, 且离开地面前瞬间手臂向前甩。将人的手臂和其他部位看成两个部分, 试从物理的角度解释起跳时摆臂的原因。

15. (17分) 如图所示, 在竖直平面内存在直角坐标系 xoy , 第二象限有沿 y 轴正方向的匀强电场, 电场强度为 E_1 , 第一象限有水平向右的匀强电场, 电场强度为 $E_2=0.15\text{N/C}$ 。在第一象限内, $y=4\text{m}$ 处有水平绝缘平台 PA , 右端与半径为 $R=2\text{m}$ 的光滑绝缘竖直半圆弧轨道平滑连接, 相切于 A 点, D 为其最高点。质量为 $m=2\times 10^{-3}\text{kg}$ 、带正电 $q=0.1\text{C}$ 的可视质点的小球从 x 轴上某点 Q 以与 x 轴负半轴成 60° 、大小 $v_0=10\text{m/s}$ 的速度射入第二象限, 恰好做匀速直线运动。现在第二象限内小球运动的某段路径上加上垂直于纸面向外的圆形边界的匀强磁场, 磁感应强度 $B=0.2\text{T}$, 小球经过磁场区域后恰好水平向右运动, 垂直于 y 轴从点 $P(0, 4\text{m})$ 无碰撞进入第一象限并沿平台 PA 方向运动, 已知小球与平台的动摩擦因数 $\mu=0.5$, 平台 PA 的长度 $L=2\text{m}$, 重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$, $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, 不计空气阻力, 结果可用根号表示。求:

- (1) 电场强度 E_1 的大小;
- (2) 小球第一次从 D 点落到平台 PA 上的位置与 A 点的距离;
- (3) 所加圆形磁场区域的最小面积。

