

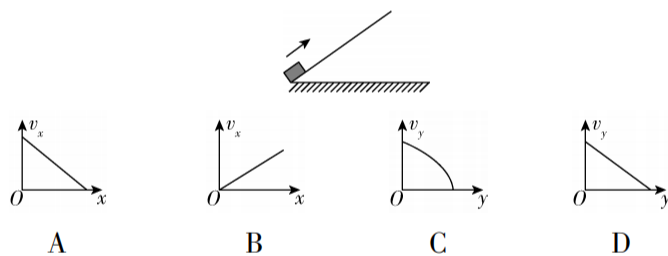


物理

本试卷满分 100 分,考试时间 75 分钟。

一、选择题:本题共 6 小题,每小题 4 分,共 24 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的。

- 关于原子核衰变,下列说法正确的是 ()
A. 原子核衰变后生成新核并释放能量,新核总质量等于原核质量
B. 大量某放射性元素的原子核有半数发生衰变所需时间,为该元素的半衰期
C. 放射性元素的半衰期随环境温度升高而变长
D. 采用化学方法可以有效改变放射性元素的半衰期
- 如图,物块以某一初速度滑上足够长的固定光滑斜面,物块的水平位移、竖直位移、水平速度、竖直速度分别用 x 、 y 、 v_x 、 v_y 表示。物块向上运动过程中,下列图像可能正确的是 ()



- 如图, ABC 为半圆柱体透明介质的横截面, AC 为直径, B 为 \widehat{ABC} 的中点。真空中一束单色光从 AC 边射入介质,入射点为 A 点,折射光直接由 B 点出射。不考虑光的多次反射,下列说法正确的是 ()
A. 入射角 θ 小于 45°
B. 该介质折射率大于 $\sqrt{2}$
C. 增大入射角,该单色光在 \widehat{BC} 上可能发生全反射
D. 减小入射角,该单色光在 \widehat{AB} 上可能发生全反射
- 我国研制的“天问二号”探测器,任务是对伴地小行星及彗星交会等进行多目标探测。某同学提出探究方案,通过释放卫星绕小行星进行圆周运动,可测得小行星半径 R 和质量 M 。为探测某自转周期为 T_0 的小行星,卫星先在其同步轨道上运行,测得距离小行星

表面高度为 h ,接下来变轨到小行星表面附近绕其做匀速圆周运动,测得周期为 T_1 。已知引力常量为 G ,不考虑其他天体对卫星的引力,可根据以上物理量得到 $R = \frac{a^{\frac{2}{3}}}{b^{\frac{2}{3}} - a^{\frac{2}{3}}}h$, $M = \frac{4\pi^2 R^3}{Gc^2}$ 。下列选项正确的是 ()

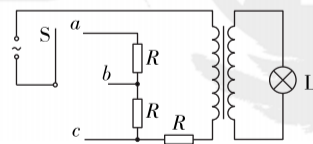
- a 为 T_1 , b 为 T_0 , c 为 T_1
- a 为 T_1 , b 为 T_0 , c 为 T_0
- a 为 T_0 , b 为 T_1 , c 为 T_1
- a 为 T_0 , b 为 T_1 , c 为 T_0

- 如图,两带电小球的质量均为 m ,小球 A 用一端固定在墙上的绝缘轻绳连接,小球 B 用固定的绝缘轻杆连接。 A 球静止时,轻绳与竖直方向的夹角为 60° ,两球连线与轻绳的夹角为 30° ,整个系统在同一竖直平面内,重力加速度大小为 g 。下列说法正确的是 ()

- A 球静止时,轻绳上拉力为 $2mg$
- A 球静止时, A 球与 B 球间的库仑力为 $2mg$
- 若将轻绳剪断,则剪断瞬间 A 球加速度大小为 g
- 若将轻绳剪断,则剪断瞬间轻杆对 B 球的作用力变小

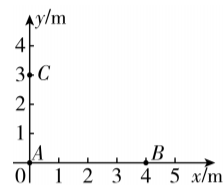
- 如图,某小组设计了灯泡亮度可调的电路, a 、 b 、 c 为固定的三个触点,理想变压器原、副线圈匝数比为 k ,灯泡 L 和三个电阻的阻值均恒为 R ,交变电源输出电压的有效值恒为 U 。开关 S 与不同触点相连,下列说法正确的是 ()

- S 与 a 相连,灯泡的电功率最大
- S 与 a 相连,灯泡两端的电压为 $\frac{kU}{k^2+3}$
- S 与 b 相连,流过灯泡的电流为 $\frac{U}{(k^2+2)R}$
- S 与 c 相连,灯泡的电功率为 $\frac{U^2}{(k^2+1)^2 R}$

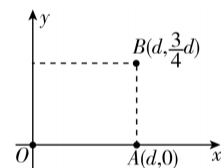


二、选择题:本题共 4 小题,每小题 5 分,共 20 分。在每小题给出的四个选项中,有多项符合题目要求。全部选对的得 5 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分。

- 如图, $A(0,0)$ 、 $B(4,0)$ 、 $C(0,3)$ 在 xy 平面内,两波源分别置于 A 、 B 两点。 $t=0$ 时,两波源从平衡位置起振,起振方向相同且垂直于 xy 平面,频率均为 2.5 Hz 。两波源持续产生振幅相同的简谐横波,波分别沿 AC 、 BC 方向传播,波速均为 10 m/s 。下列说法正确的是 ()

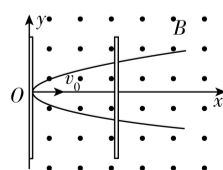


- 两横波的波长均为 4 m
 - $t=0.4\text{ s}$ 时, C 处质点加速度为 0
 - $t=0.4\text{ s}$ 时, C 处质点速度不为 0
 - $t=0.6\text{ s}$ 时, C 处质点速度为 0
- 一匀强电场的方向平行于 xOy 平面,平面内 A 点和 B 点的位置如图所示。电荷量为 $+q$ 、 $-q$ 和 $+2q$ 的三个试探电荷先后分别置于 O 点、 A 点和 B 点时,电势能均为 E_p ($E_p > 0$)。下列说法正确的是 ()



- OA 中点的电势为零
- 电场的方向与 x 轴正方向成 60° 角
- 电场强度的大小为 $\frac{\sqrt{2}E_p}{qd}$
- 电场强度的大小为 $\frac{2\sqrt{2}E_p}{qd}$

- 如图,关于 x 轴对称的光滑导轨固定在水平面内,导轨形状为抛物线,顶点位于 O 点。一足够长的金属杆初始位置与 y 轴重合,金属杆的质量为 m ,单位长度的电阻为 r_0 。整个空间存在竖直向上的匀强磁场,磁感应强度为 B 。现给金属杆一沿 x 轴正方向的初速度 v_0 ,金属杆运动过程中始终与 y 轴平行,且与电阻不计的导轨接触良好。下列说法正确的是 ()

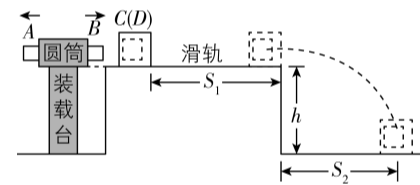


- 金属杆沿 x 轴正方向运动过程中,金属杆中电流沿 y 轴负方向
- 金属杆可以在沿 x 轴正方向的恒力作用下做匀速直线运动

C. 金属杆停止运动时,与导轨围成的面积为 $\frac{mv_0 r_0}{B^2}$

D. 若金属杆的初速度减半,则金属杆停止运动时经过的距离小于原来的一半

- 如图,某爆炸能量测量装置由装载台和滑轨等构成, C 是可以在滑轨上运动的标准测量件,其规格可以根据测量需求进行调整。滑轨安装在高度为 h 的水平面上。测量时,将弹药放入装载台圆筒内,两端用物块 A 和 B 封装,装载台与滑轨等高。引爆后,假设弹药释放的能量完全转化为 A 和 B 的动能。极短时间内 B 嵌入 C 中形成组合体 D , D 与滑轨间的动摩擦因数为 μ 。 D 在滑轨上运动 S_1 距离后抛出,落地点距抛出点水平距离为 S_2 ,根据 S_2 可计算出弹药释放的能量。某次测量中, A 、 B 、 C 质量分别为 $3m$ 、 m 、 $5m$, $S_1 = \frac{h}{\mu}$,整个过程发生在同一竖直平面内,不计空气阻力,重力加速度大小为 g 。则 ()



- D 的初动能与爆炸后瞬间 A 的动能相等
- D 的初动能与其落地时的动能相等
- 弹药释放的能量为 $36mgh\left(1 + \frac{S_2^2}{4h^2}\right)$
- 弹药释放的能量为 $48mgh\left(1 + \frac{S_2^2}{4h^2}\right)$

三、非选择题:本题共 5 小题,共 56 分。

- (7 分)某同学通过观察小球在黏性液体中的运动,探究其动力学规律,步骤如下:

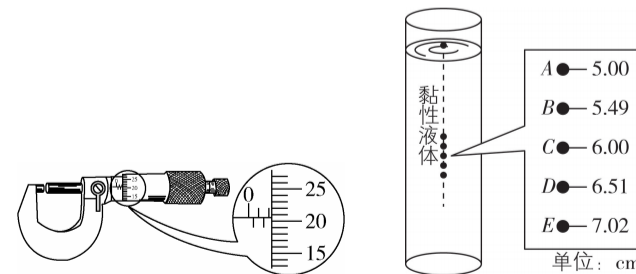


图 1

图 2

(1)用螺旋测微器测量小球直径 D 如图 1 所示, $D =$ _____ mm。

(2)在液面处由静止释放小球,同时使用频闪摄影仪记录小球下落过程中不同时刻的位置,频闪仪每隔 0.5 s 闪光一次。装置及所拍照片示意图如图 2 所示(图中的数字是小球到液面的测量距离,单位是 cm)。

(3)根据照片分析,小球在 A 、 E 两点间近似做匀速运动,速度大小 $v=$ _____ m/s (保留 2 位有效数字)。

(4)小球在液体中运动时受到液体的黏滞阻力 $f=kDv$ (k 为与液体有关的常量),已知小球密度为 ρ ,液体密度为 ρ_0 ,重力加速度大小为 g ,则 k 的表达式为 $k=$ _____ (用题中给出的物理量表示)。

(5)为了进一步探究动力学规律,换成直径更小的同种材质小球,进行上述实验,匀速运动时的速度将 _____ (填“增大”“减小”或“不变”)。

12. (9 分) 车辆运输中若存在超载现象,将带来安全隐患。由普通水泥和导电材料混合制成的导电水泥,可以用于监测道路超载问题。某小组对此进行探究。

(1)选择一块均匀的长方体导电水泥块样品,用多用电表粗测其电阻。将多用电表选择开关旋转到“ $\times 1\text{ k}$ ”挡,正确操作后,指针位置如图 1 所示,则读数为 _____ Ω 。

(2)进一步提高实验精度,使用伏安法测量水泥块电阻,电源 E 电动势 6 V ,内阻可忽略,电压表量程 $0\sim 6\text{ V}$,内阻约 $10\text{ k}\Omega$,电流表量程 $0\sim 600\text{ }\mu\text{A}$,内阻约 $100\text{ }\Omega$ 。实验中要求滑动变阻器采用分压接法,在图 2 中完成余下导线的连接。

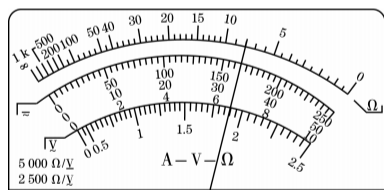


图 1

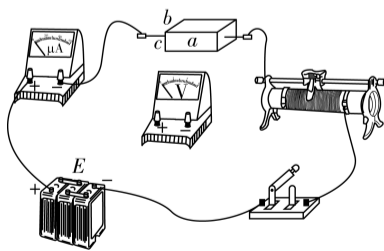


图 2

(3)如图 2,测量水泥块的长为 a ,宽为 b ,高为 c 。用伏安法测得水泥块电阻为 R ,则电阻率 $\rho=$ _____ (用 R 、 a 、 b 、 c 表示)。

(4)测得不同压力 F 下的电阻 R ,算出对应的电阻率

ρ ,作出 $\rho-F$ 图像如图 3 所示。

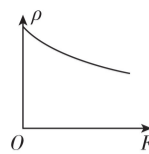


图 3

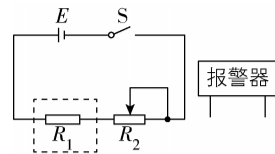


图 4

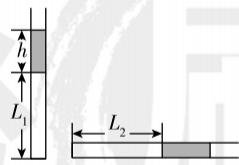
(5)基于以上结论,设计压力报警系统,电路如图 4 所示。报警器在两端电压大于或等于 3 V 时启动, R_1 为水泥块, R_2 为滑动变阻器,当 R_2 的滑片处于某位置, R_1 上压力大于或等于 F_0 时,报警器启动。报警器应并联在 _____ 两端(填“ R_1 ”或“ R_2 ”)。

(6)若电源 E 使用时间过长,电动势变小, R_1 上压力大于或等于 F_1 时,报警器启动,则 F_1 _____ F_0 (填“大于”“小于”或“等于”)。

13. (10 分) 用热力学方法可测量重力加速度。如图所示,粗细均匀的细管开口向上竖直放置,管内用液柱封闭了一段长度为 L_1 的空气柱。液柱长为 h ,密度为 ρ 。缓慢旋转细管至水平,封闭空气柱长度为 L_2 ,大气压强为 p_0 。

(1)若整个过程中温度不变,求重力加速度 g 的大小;

(2)考虑到实验测量中存在各类误差,需要在不同实验参数下进行多次测量,如不同的液柱长度、空气柱长度、温度等。某次实验测量数据如下,液柱长 $h=0.200\text{ 0 m}$,细管开口向上竖直放置时空气柱温度 $T_1=305.7\text{ K}$ 。水平放置时调控空气柱温度,当空气柱温度 $T_2=300.0\text{ K}$ 时,空气柱长度与竖直放置时相同。已知 $\rho=1.0\times 10^3\text{ kg/m}^3$, $p_0=1.0\times 10^5\text{ Pa}$ 。根据该组实验数据,求重力加速度 g 的值。

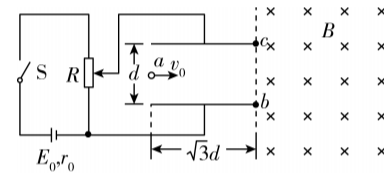


14. (14 分) 如图,直流电源的电动势为 E_0 ,内阻为 r_0 ,滑动变阻器 R 的最大阻值为 $2r_0$,平行板电容器两极板水平放置,板间距离为 d ,板长为 $\sqrt{3}d$,平行板电容器的右侧存在方向垂直纸面向里的匀强磁场。闭合开关 S ,当滑片处于滑动变阻器中点时,质量为 m 的带正电粒子以初速度 v_0 水平向右从电容器左侧中点 a 进入电容器,恰好从电容器下极板右侧边缘 b 点进入磁场,随后又从电容器上极板右侧边缘 c 点进入电容器,忽略粒子重力和空气阻力。

(1)求粒子所带电荷量 q ;

(2)求磁感应强度 B 的大小;

(3)若粒子离开 b 点时,在平行板电容器右侧再加一个方向水平向右的匀强电场,场强大小为 $\frac{4\sqrt{3}E_0}{3d}$,求粒子相对于电容器右侧的最远水平距离 x_m 。



15. (16 分) 某地为发展旅游经济,因地制宜利用山体举办了机器人杂技表演。表演中,需要将质量为 m 的机器人抛至悬崖上的 A 点,图为山体截面与表演装置示意图。 a 、 b 为同一水平面上两条光滑平行轨道,轨道中有质量为 M 的滑杆。滑杆用长度为 L 的轻绳与机器人相连。初始时刻,轻绳绷紧且与轨道平行,机器人从 B 点以初速度 v 竖直向下运动, B 点位于轨道平面上,且在 A 点正下方, $AB=1.2L$ 。滑杆始终与轨道垂直,机器人可视为质点且始终在同一竖直平面内运动,不计空气阻力,轻绳不可伸长, $\sin 37^\circ=0.6$,重力加速度大小为 g 。

(1)若滑杆固定, $v=\sqrt{gL}$,当机器人运动到滑杆正下方时,求轻绳拉力的大小;

(2)若滑杆固定,当机器人运动到滑杆左上方且轻绳与水平方向夹角为 37° 时,机器人松开轻绳后被抛至 A 点,求 v 的大小;

(3)若滑杆能沿轨道自由滑动, $M=km$,且 $k\geq 1$,当机器人运动到滑杆左上方且轻绳与水平方向夹角为 37° 时,机器人松开轻绳后被抛至 A 点,求 v 与 k 的关系式及 v 的最小值。

