

物 理

得分: _____

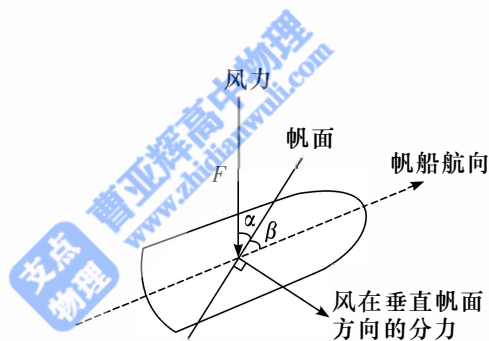
本试题卷分选择题和非选择题两部分,共 6 页。时量 75 分钟,满分 100 分。

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

1. 几十亿年后太阳内部氢元素消耗殆尽,内部高温高压使三个氦核发生短暂的热核反应,被称为氦闪,核反应方程为 $3\frac{1}{2}\text{He} \rightarrow \text{X}$,该反应放出的能量为 E ,真空中光速为 c 。则下列说法错误的是

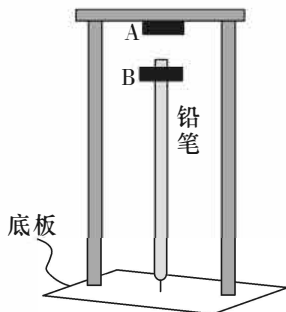
- A. 该反应属于核聚变
 B. X 核中有 6 个中子
 C. X 核的比结合能为 $\frac{E}{12}$
 D. 该反应的质量亏损为 $\frac{E}{c^2}$

2. 帆船是人类的伟大发明之一,船员可以通过调节帆面的朝向让帆船逆风行驶,如图所示为帆船逆风行驶时的简化示意图,此时风力 $F=2000\text{ N}$,方向与帆面的夹角 $\alpha=30^\circ$,航向与帆面的夹角 $\beta=37^\circ$,风力在垂直帆面方向的分力推动帆船逆风行驶。已知 $\sin 37^\circ=0.6$,则帆船在沿航向获得的动力为



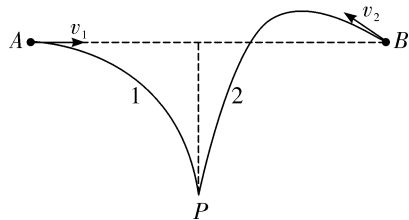
- A. 600 N
 B. 400 N
 C. 200 N
 D. 100 N

3. 如图所示是一个“II”形玩具支架(含底板),其底板置于水平桌面上,顶部固定一磁铁 A。铅笔尾部套一环形磁铁 B 后,置于 A 的正下方。铅笔保持竖直状态,且笔尖没有离开水平底板。若铅笔与 B 之间的最大静摩擦力大于铅笔的铅笔重力,则

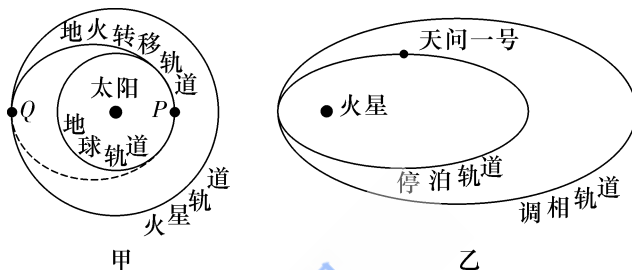


- A. 铅笔受到 2 个力的作用
 B. A 的下端和 B 的上端是同名磁极
 C. 底板对铅笔的支持力和铅笔的重力是一对平衡力
 D. 桌面对底板的支持力大小等于支架、铅笔和两磁铁的总重

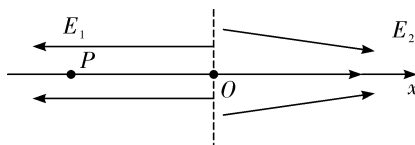
4. 操场上两同学练习排球,在空中同一水平直线上 A 、 B 两点处分别把 1、2 相同的两球同时击出,1 做平抛运动,2 做斜抛运动,两球的运动轨迹在同一竖直平面内,如图,轨迹交于 P 点, P 是 AB 连线中垂线上一点,球 1 的初速度为 v_1 ,球 2 的初速度为 v_2 ,不考虑排球的旋转,不计空气阻力,两球从抛出到 P 点的过程中



- A. 单位时间内,1 球速度的变化大于 2 球速度的变化
 - B. 两球在 P 点相遇
 - C. 2 球在最高点的速度小于 v_1
 - D. 1 球动量的变化大于 2 球动量的变化
5. “天问一号”从地球发射后,在如图甲所示的 P 点沿地火转移轨道到 Q 点,再依次进入如图乙所示的调相轨道和停泊轨道,则天问一号



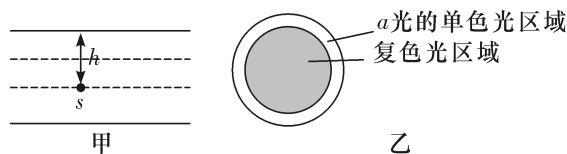
- A. 发射速度介于 7.9 km/s 与 11.2 km/s 之间
 - B. 从 P 点转移到 Q 点的时间小于 6 个月
 - C. 在地火转移轨道运动时的速度均大于地球绕太阳的速度
 - D. 在停泊轨道的机械能比在调相轨道的机械能小
6. 反射式速调管是常用的微波器件之一,它利用带电粒子在电场中的振荡来产生微波,振荡原理可以理解为:如图所示,以 O 为原点建立 x 轴, $x < 0$ 区域有匀强电场沿 x 轴负方向,其电场强度 $E_1 = 4 \text{ V/m}$, $x > 0$ 区域有非匀强电场沿 x 轴正方向,其电场强度 $E_2 = 4x(\text{V/m})$,一带负电粒子质量为 $2 \times 10^{-6} \text{ kg}$,电荷量大小为 $1 \times 10^{-5} \text{ C}$,从 $x = -40 \text{ cm}$ 处 P 点由静止释放,粒子仅在静电力作用下在 x 轴上往返运动。已知质点做简谐运动周期公式 $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ (m 为质点质量, k 为振动系数),设原点 O 处电势为零。下列说法正确的是



- A. 粒子的最大速度为 3 m/s
- B. 粒子运动到原点 O 右侧最低电势为 -1.5 V
- C. 粒子运动的周期为 $\frac{4 + \sqrt{5}}{10} \pi \text{ s}$
- D. 粒子向右运动距 O 点的最远距离为 $\frac{\sqrt{5}}{5} \text{ m}$

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

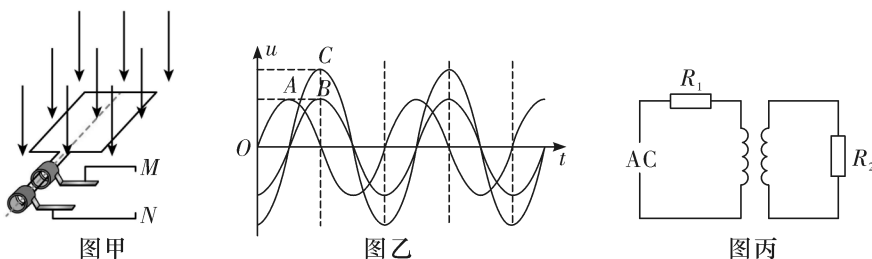
7. 如图甲所示,在平静的水面深处有一个点光源 s ,它发出两种不同颜色的 a 光和 b 光,在水面上形成了一个有光线射出的圆形区域,该区域的中间为由 a 、 b 两种单色光所构成的复色光圆形区域,周围为环状区域,且为 a 光的颜色(见图乙)。设 b 光的折射率为 n_b ,则下列说法正确的是



- A. 水对 a 光的折射率比 b 光小
- B. 在水中, a 光的传播速度比 b 光小
- C. 复色光圆形区域的面积为 $S = \frac{\pi h^2}{n_b^2 - 1}$

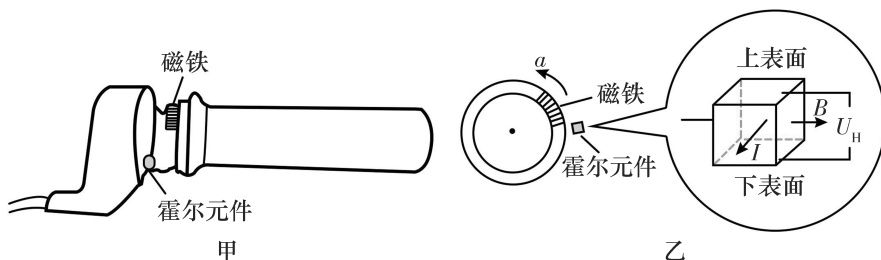
D. 在同一装置的杨氏双缝干涉实验中, a 光的干涉条纹比 b 光窄

8. 如图甲所示同一线圈在磁感应强度不同的磁场中转动,产生图乙所示 A 、 B 、 C 三种周期相同,峰值不同的正弦式交流电,其中峰值 $U_A : U_B : U_C = 1 : 1 : \sqrt{2}$,图丙为某理想变压器原副线圈匝数之比为 $3 : 1$, $R_1 = R_2$,则下列说法正确的是

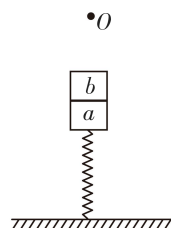


- A. 产生 B 和 C 交流电,线圈的角速度之比为 $1 : \sqrt{2}$
- B. 若将电感线圈接入输出端 M 、 N 时,线圈对 C 交流电的感抗最大
- C. 若该电源作为丙图电路的输入电源,则电阻 R_1 和 R_2 产生的热量之比为 $1 : 9$
- D. 对交流电 B , $t=0$ 时刻,穿过线圈的磁通量为零

9. 为了市民换乘地铁方便,长沙市开福区政府在地铁口和主要干道上投放了大量共享电动车。骑行者通过拧动手把来改变车速,手把内部结构如图甲所示,其截面如图乙所示。稍微拧动手把,霍尔元件保持不动,磁铁随手把转动,与霍尔元件间的相对位置发生改变,穿过霍尔元件的磁场强弱和霍尔电压 U_H 大小随之变化。已知霍尔电压越大,电动车能达到的最大速度 v_m 越大,霍尔元件工作时通有如图乙所示的电流 I ,载流子为电子,则



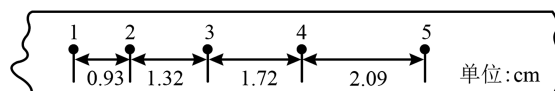
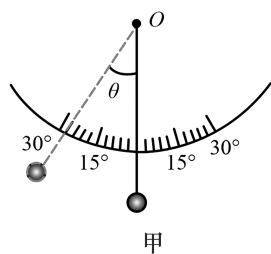
- A. 霍尔元件下表面电势高于上表面
 B. 霍尔元件下表面电势低于上表面
 C. 从图乙所示位置沿 a 方向稍微拧动手把, 可以增大 v_m
 D. 其他条件不变, 调大电流 I , 可以增大 v_m
10. 如图所示, 一竖直轻弹簧静止在水平面上, 其上端位于 O 点, 重力均为 G 的 a 、 b 两物体叠放在轻弹簧上并处于静止状态。现用一恒力 F 竖直向上拉 b , 将 a 、 b 视为质点, 则下列说法正确的是



- A. 若 $F=G$, 则 a 、 b 恰好在 O 点分离
 B. 若 $F=2G$, 则 a 、 b 恰好在图示的初始位置分离
 C. 若 $F=\frac{1}{2}G$, 则 a 、 b 在 O 点正下方某一位置分离
 D. 若 $F=\frac{3}{4}G$, 则 a 、 b 在 O 点正下方某一位置分离

三、实验题: 本题共 2 小题, 11 题 6 分、12 题 10 分, 共 16 分。

11. (6 分) 某实验小组用轻杆、小球和硬纸板等制作一个简易加速度计, 如图甲所示。在轻杆上端装上转轴, 固定于竖直放置的标有角度的纸板上的 O 点, 轻杆下端固定一小球, 杆可在竖直纸面内自由转动。将此装置固定于运动小车上, 可粗略测量小车的加速度。主要操作如下:



- (1) 若轻杆摆动稳定时与竖直方向的夹角为 θ , 则小车的加速度 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 θ, g 表示), 该加速度测量仪的刻度 (填“均匀”或“不均匀”);
- (2) 为了准确标出刻度, 还需要测出当地重力加速度 g , 利用重锤连接纸带做自由落体运动, 打点计时器在纸带上打出一系列点, 选取一条较理想的纸带, 纸带上计数点的间距如图乙所示, 相邻两个计数点间的时间间隔为 0.02 s 。根据数据求出当地重力加速度 $g = \underline{\hspace{2cm}}\text{ m/s}^2$ (保留 3 位有效数字)。

12. (10分)小X同学利用如图1所示电路测量多用电表欧姆挡内部电阻和电池的电动势。使用的器材有:多用电表,电压表(量程3V、内阻为3kΩ),滑动变阻器(最大阻值2kΩ),导线若干。请完善以下步骤:

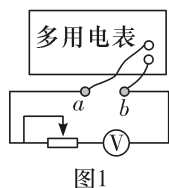


图1

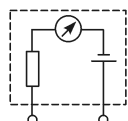


图2

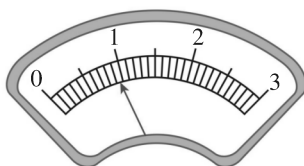


图3

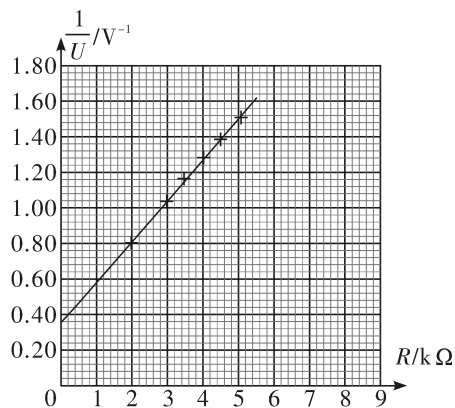
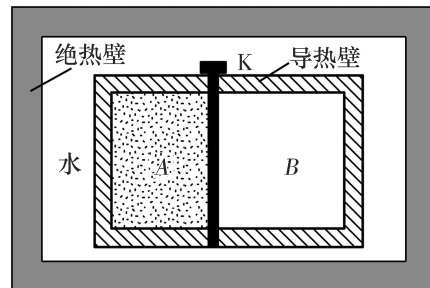


图4

- (1)将多用电表的选择开关调到欧姆“ $\times 100$ ”挡,再将红、黑表笔短接,_____ (选填“机械”或“欧姆”)调零;
- (2)将图1中多用电表的红表笔接 a 端,黑表笔接 b 端,那么电压表的左端应为_____ (选填“+”或“-”)接线柱;
- (3)欧姆表内部电路可等效为一个电池、一个理想电流表和一个电阻串联而成的电路,如图2所示,电池的电动势为 E ,多用电表欧姆“ $\times 100$ ”挡内部电路的总电阻为 r ,调节滑动变阻器,测得欧姆表的读数 R 和电压表读数 U ,某次测量电压表的示数如图3所示,读数为_____V,根据 $\frac{1}{U}-R$ 图线如图4所示,求得电动势 $E=$ _____V,内部电路的总电阻 $r=$ _____Ω。(结果均保留两位小数)

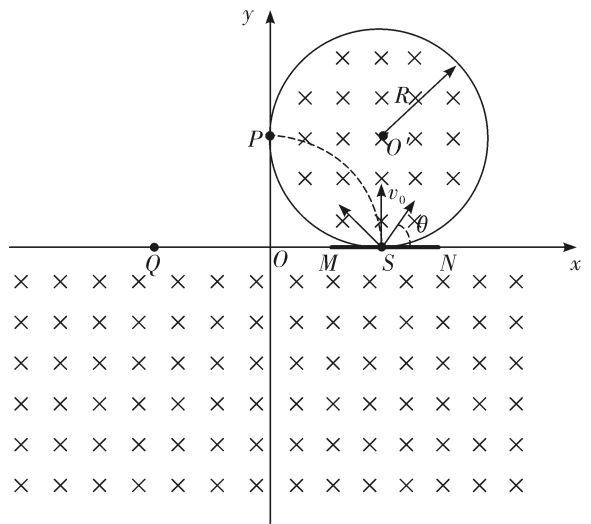
四、解答题:本题共3小题,共40分。其中第13题10分,第14题14分,第15题16分,写出必要的推理过程,仅有结果不得分。

13. (10分)如图所示,浸没在水中的容器被隔板K隔开成相等的A、B两部分,水与外界绝热。已知A内有一定量的稀薄气体,达到平衡状态时温度为 T_0 ,压强为 p_0 ;B内为真空。抽开隔板K后,A内气体进入B,在此过程中水温不变,最终达到新的平衡状态。若容器内气体内能与温度的关系为 $\Delta U = \alpha \Delta T$ (α 为已知常量)。



- (1)求达到新平衡态过程中气体吸收的热量 Q 和所做功 W_A ;
- (2)求达到新平衡态时容器的压强 p ;
- (3)若抽开隔板K后再将水温升至 $1.5T_0$,求容器内最终的压强 p' 和吸收的热量 Q' 。

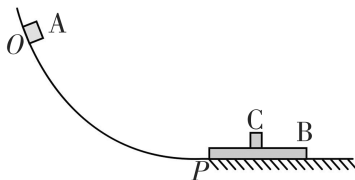
14. (14分) 如图所示, 在平面直角坐标系 xOy 的第一象限内存在一半径为 R 、分别与 x 轴、 y 轴相切的圆形边界, 圆形边界内和第三、四象限内均存在磁感应强度大小为 B 、方向垂直纸面向里的匀强磁场, 第一象限圆形边界外无磁场。在第二象限内存在平行于 y 轴方向的匀强电场(在图中未标出)。现将一群质量均为 m 、电荷量均为 $+q$ ($q > 0$) 的带电粒子从切点 S 以同一速度大小 v_0 (其中 v_0 大小未知) 与 x 轴正方向成 θ 角 ($\frac{\pi}{3} \leq \theta \leq \frac{2\pi}{3}$) 射入第一象限, 其中垂直于 x 轴入射的粒子刚好垂直 y 轴经过 P 点(切点), 与 x



轴正方向成 $\theta = \frac{2\pi}{3}$ 入射的粒子经过第二象限的电场后从 x 轴上的 Q 点射入第三象限, 其中 OQ 距离为 R 。在 x 轴正方向上有一块收集板 MN , 不计粒子重力及相互间的作用力, 求:

- (1) 粒子入射速度大小 v_0 ;
- (2) 电场强度 E 方向(选“ y 轴负方向”或“ y 轴正方向”)和大小;
- (3) 若收集所有粒子, 则收集板长度至少要多长。

15. (16分) 如图所示, 光滑的曲面轨道与粗糙水平轨道相切于 P 点, 质量 $M = 4 \text{ kg}$ 、长 $L = 4 \text{ m}$ 的长木板 B 静止在水平面上, 且长木板 B 的最左端刚好位于 P 点, 质量为 $m = 2 \text{ kg}$ 的可视为质点的物体 C 静止在长木板 B 的正中央, 另一质量为 $m_0 = 4 \text{ kg}$ 的物体 A 从曲面上的 O 点由静止释放, 经过一段时间与长木板 B 发生弹性碰撞(碰撞后立即将 A 取走), 已知 B 、 C 间的动摩擦因数为 $\mu_1 = \frac{1}{10}$, B 与水平轨道间的动摩擦因数为 $\mu_2 = \frac{1}{6}$, 重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$, A 、 C 均可视为质点, 假设最大静摩擦力等于滑动摩擦力。求:



- (1) 物体 A 与长木板 B 碰后瞬间, 长木板 B 与物体 C 的加速度大小;
- (2) 欲使物体 C 刚好不从长木板 B 的左端离开, 释放点 O 到 P 点的高度;
- (3) 若使物体 A 从距离 P 点高为 $h_0 = 0.2 \text{ m}$ 处由静止释放, A 、 B 碰后的瞬间, 立即在长木板 B 上施加水平向右的恒力 $F_0 = 20 \text{ N}$, 若物体 C 刚好不从长木板上离开, 则恒力作用的时间 t_1 为多少(结果可保留根号)。