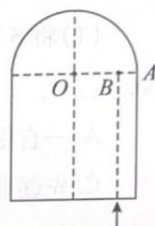


1. 2024 年 6 月 25 日,嫦娥六号返回器准确着陆于预定区域,实现世界首次月球背面采样返回。相关研究表明,月壤中氦-3 储量极为丰富,每 100 吨氦-3 原料足可以解决全球一年的电力供应。氦-3 常见的一种核反应为: ${}^3_2\text{He}+{}^2_1\text{H}\rightarrow{}^4_2\text{He}+\text{X}+18.3\text{MeV}$ ,对于该反应,下列说法正确的是

- A. X 是中子  
B. 该反应为裂变反应  
C. 该反应需在高温下才能进行  
D.  ${}^3_2\text{He}$  的比结合能大于  ${}^4_2\text{He}$  的比结合能

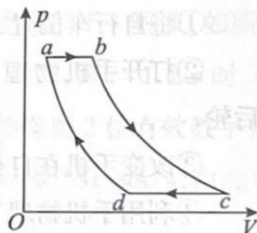
3. 发光二极管的发光帽由透明环氧树脂制成,它由半径为  $R$  的半球体与半径为  $R$  的圆柱体组成,如图为过半球球心  $O$  的竖直截面图。当用平行单色光垂直于圆柱体底面入射,经过半径  $OA$  上  $B$  点的光线恰好在圆弧面上发生全反射,已知  $OB=\frac{\sqrt{2}}{2}R$ ,则该透明环氧树脂材料的折射率为

- A.  $\sqrt{2}$   
B.  $\sqrt{3}$   
C. 2  
D. 3



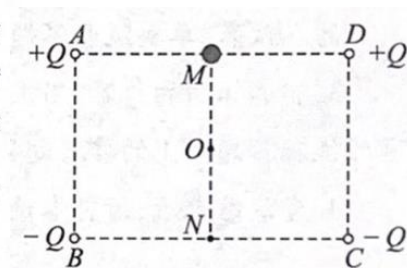
8. 如图所示,一定质量的理想气体的循环由下面 4 个过程组成: $a\rightarrow b$  为等压过程, $b\rightarrow c$  为绝热过程, $c\rightarrow d$  为等压过程, $d\rightarrow a$  为绝热过程。下列说法正确的是

- A.  $a\rightarrow b$  过程中,气体内能增加  
B.  $b\rightarrow c$  过程中,气体内能不变  
C.  $c\rightarrow d$  过程中,气体吸收热量  
D. 整个过程中,气体从外界吸收的总热量可以用  $abcd$  所围的面积表示



14. (15 分)

如图所示,竖直面内有一长为  $1.2l$ 、宽为  $0.8l$  的长方形  $ABCD$ ,  $M$ 、 $N$  分别为  $AD$  与  $BC$  的中点。四个电荷量均为  $Q$  ( $Q$  未知) 的点电荷位于长方形的四个顶点,  $A$ 、 $D$  处点电荷带正电,  $B$ 、 $C$  处点电荷带负电。一个质量为  $m$ 、电荷量为  $+q$  (可视为点电荷) 的带电小球从  $M$  处由静止释放,小球运动到  $MN$  中点  $O$  处时速度为  $\sqrt{2gl}$ 。已知重力加速度大小为  $g$ , 不计空气阻力,求



- (1)  $M$ 、 $O$  两点间的电势差  $U_{MO}$ ;
- (2) 小球到达  $N$  点时的速度大小  $v_N$ ;
- (3) 已知在电荷量为  $Q$  的点电荷产生的电场中,将无限远处的电势规定为零时,距离该点电荷  $r$  处的电势为  $\varphi=\frac{kQ}{r}$ ,其中  $k$  为静电力常量,多个点电荷产生的电场中某点的电势,等于每个点电荷单独存在时该点的电势的代数和。求点电荷  $Q$  的电荷量。

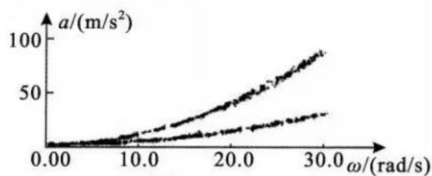
11. (7分)

某实验小组利用手机物理工坊 (Phyphox) 探究圆周运动向心加速度的影响因素。该小组先探究向心加速度与角速度的关系,实验装置如图(a)所示,步骤如下:

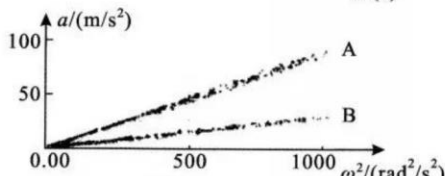
- ①将自行车倒置,并将手机固定在自行车后轮上;
- ②打开手机物理工坊,选择向心加速度测量功能,转动后轮;
- ③改变手机在自行车后轮上固定的位置,重复上述实验;
- ④利用手机物理工坊得到向心加速度与角速度的关系如图(b)和图(c)所示。



图(a)



图(b)



图(c)

(1) 探究向心加速度与角速度的关系,利用的科学思想方法是\_\_\_\_\_;

- A. 等效替代      B. 控制变量      C. 微小量放大

(2) 作  $a-\omega$  图像,得到图(b),可以初步得到结论:转动半径一定时,\_\_\_\_\_;

(3) 改变自变量,作  $a-\omega^2$  图像,得到图(c),图中 A、B 两次实验中,转动半径

$r_A$  \_\_\_\_\_  $r_B$  (选填“>”“=”或“<”)。

1. C    2. B    3. A    4. A    5. C    6. D    7. C    8. AD    9. AC    10. BD

二、非选择题: 本题共 5 小题, 共 60 分。

11. (7分)

(1) B (2分)

(2) 向心加速度随角速度的增大而增大 (3分)

(3) > (2分)

14. (15分)

(1) 小球从  $M$  运动到  $O$ , 由动能定理

$$mg \cdot 0.4l + qU_{MO} = \frac{1}{2}mv^2$$

(2) 由题意可知

$$U_{MN} = 2U_{MO}$$

小球从  $M$  运动到  $N$ , 由动能定理

$$mg \cdot 0.8l + qU_{MN} = \frac{1}{2}mv_N^2$$

解得

$$v_N = 2\sqrt{gl}$$

解得

$$U_{MO} = \frac{3mgl}{5q}$$

(3) 根据点电荷电势的定义,  $M$  点的电势

$$\varphi_M = \frac{4kQ}{3l}$$

$O$  点的电势

$$\varphi_O = 0$$

而

$$U_{MO} = \varphi_M - \varphi_O$$

与②式联立, 解得

解得

$$Q = \frac{9mgl^2}{20kq}$$