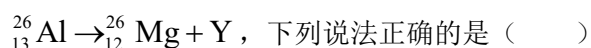


# 2021 年广东省普通高中学业水平选择性考试

## 物理

一、单项选择题：本题共 7 小题，每小题 4 分，共 28 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。

1. 科学家发现银河系中存在大量的放射性同位素铝 26，铝 26 的半衰期为 72 万年，其衰变方程为



- A. Y 是氦核
- B. Y 是质子
- C. 再经过 72 万年，现有的铝 26 衰变一半
- D. 再经过 144 万年，现有的铝 26 全部衰变

【答案】C

【解析】

【分析】

【详解】AB. 根据核反应的质量数和电荷数守恒可知，该核反应是



即 Y 是正电子，选项 AB 错误；

CD. 因 72 万年是一个半衰期，可知再过 72 万年，现有的铝 26 衰变一半；再过 144 万年，即两个半衰期，现有的铝 26 衰变四分之三，选项 C 正确，D 错误；

故选 C。

2. 2021 年 4 月，我国自主研发的空间站“天和”核心舱成功发射并入轨运行，若核心舱绕地球的运行可视为匀速圆周运动，已知引力常量，由下列物理量能计算出地球质量的是（ ）

- A. 核心舱的质量和绕地半径
- B. 核心舱的质量和绕地周期
- C. 核心舱的绕地角速度和绕地周期
- D. 核心舱的绕地线速度和绕地半径

【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】根据核心舱做圆周运动的向心力由地球的万有引力提供，可得

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$$

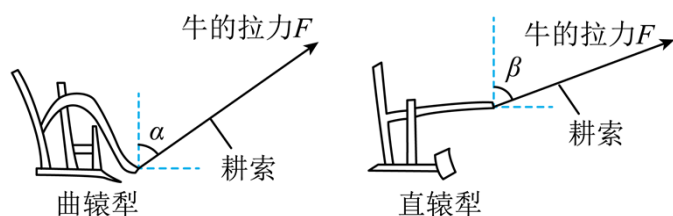
可得

$$M = \frac{v^2 r}{G} = \frac{\omega^2 r^3}{G} = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$$

可知已知核心舱的质量和绕地半径、已知核心舱的质量和绕地周期以及已知核心舱的角速度和绕地周期，都不能求解地球的质量；若已知核心舱的绕地线速度和绕地半径可求解地球的质量。

故选 D。

3. 唐代《耒耜经》记载了曲辕犁相对直辕犁的优势之一是起土省力，设牛用大小相等的拉力  $F$  通过耕索分别拉两种犁， $F$  与竖直方向的夹角分别为  $\alpha$  和  $\beta$ ， $\alpha < \beta$ ，如图所示，忽略耕索质量，耕地过程中，下列说法正确的是（ ）



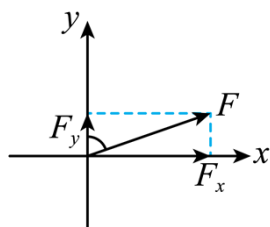
- A. 耕索对曲辕犁拉力的水平分力比对直辕犁的大
- B. 耕索对曲辕犁拉力的竖直分力比对直辕犁的大
- C. 曲辕犁匀速前进时，耕索对犁的拉力小于犁对耕索的拉力
- D. 直辕犁加速前进时，耕索对犁的拉力大于犁对耕索的拉力

【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】A. 将拉力  $F$  正交分解如下图所示



则在  $x$  方向可得出

$$F_{x \text{ 曲}} = F \sin \alpha$$

$$F_{x直} = F\sin\beta$$

在y方向可得出

$$F_{y曲} = F\cos\alpha$$

$$F_{y直} = F\cos\beta$$

由题知  $\alpha < \beta$  则

$$\sin\alpha < \sin\beta$$

$$\cos\alpha > \cos\beta$$

则可得到

$$F_{x曲} < F_{x直}$$

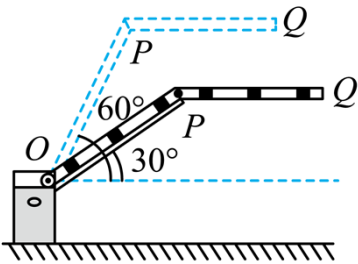
$$F_{y曲} > F_{y直}$$

A 错误、B 正确；

CD. 耕索对犁的拉力与犁对耕索的拉力是一对相互作用力，它们大小相等，方向相反，无论是加速还是匀速，则 CD 错误。

故选 B。

4. 由于高度限制，车库出入口采用图所示的曲杆道闸，道闸由转动杆  $OP$  与横杆  $PQ$  链接而成， $P$ 、 $Q$  为横杆的两个端点。在道闸抬起过程中，杆  $PQ$  始终保持水平。杆  $OP$  绕  $O$  点从与水平方向成  $30^\circ$  匀速转动到  $60^\circ$  的过程中，下列说法正确的是（ ）



- A.  $P$  点的线速度大小不变
- B.  $P$  点的加速度方向不变
- C.  $Q$  点在竖直方向做匀速运动
- D.  $Q$  点在水平方向做匀速运动

【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】A. 由题知杆  $OP$  绕  $O$  点从与水平方向成  $30^\circ$  匀速转动到  $60^\circ$ ，则  $P$  点绕  $O$  点做匀速圆周运动，则  $P$  点的线速度大小不变，A 正确；

B. 由题知杆  $OP$  绕  $O$  点从与水平方向成  $30^\circ$  匀速转动到  $60^\circ$ ，则  $P$  点绕  $O$  点做匀速圆周运动， $P$  点的加速度方向时刻指向  $O$  点，B 错误；

C.  $Q$  点在竖直方向的运动与  $P$  点相同，位移  $y$  关于时间  $t$  的关系为

$$y = l_{OP} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{6} + \omega t\right)$$

则可看出  $Q$  点在竖直方向不是匀速运动，C 错误；

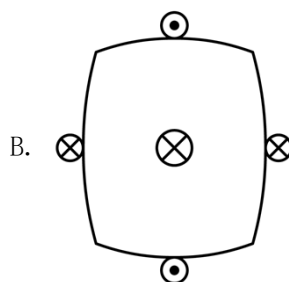
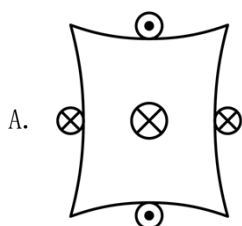
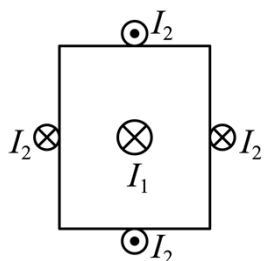
D.  $Q$  点在水平方向的位移  $x$  关于时间  $t$  的关系为

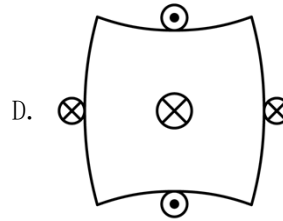
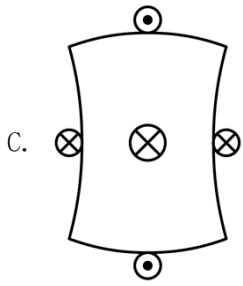
$$x = l_{OP} \cdot \cos\left(\frac{\pi}{6} + \omega t\right) + l_{PQ}$$

则可看出  $Q$  点在水平方向也不是匀速运动，D 错误。

故选 A。

5. 截面为正方形的绝缘弹性长管中心有一固定长直导线，长管外表面固定着对称分布的四根平行长直导线，若中心直导线通入电流  $I_1$ ，四根平行直导线均通入电流  $I_2$ ， $I_1 \gg I_2$ ，电流方向如图所示，下列截面图中可能正确表示通电后长管发生形变的是 ( )





【答案】C

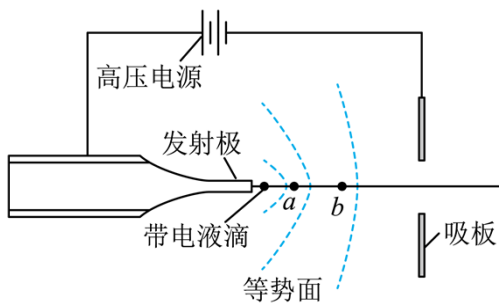
【解析】

【分析】

【详解】因  $I_1 \gg I_2$ ，则可不考虑四个边上的直导线之间的相互作用；根据两通电直导线间的安培力作用满足“同向电流相互吸引，异向电流相互排斥”，则正方形左右两侧的直导线  $I_2$  要受到  $I_1$  吸引的安培力，形成凹形，正方形上下两边的直导线  $I_2$  要受到  $I_1$  排斥的安培力，形成凸形，故变形后的形状如图 C。

故选 C。

6. 图是某种静电推进装置的原理图，发射极与吸极接在高压电源两端，两极间产生强电场，虚线为等势面，在强电场作用下，一带电液滴从发射极加速飞向吸极， $a$ 、 $b$  是其路径上的两点，不计液滴重力，下列说法正确的是（ ）



- A.  $a$  点的电势比  $b$  点的低
- B.  $a$  点的电场强度比  $b$  点的小
- C. 液滴在  $a$  点的加速度比在  $b$  点的小
- D. 液滴在  $a$  点的电势能比在  $b$  点的大

【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】A. 高压电源左为正极，则所加强电场的场强向右，而沿着电场线电势逐渐降低，可知

$$\varphi_a > \varphi_b$$

故 A 错误；

B. 等差等势线的疏密反映场强的大小，由图可知  $a$  处的等势线较密，则

$$E_a > E_b$$

故 B 错误；

C. 液滴的重力不计，根据牛顿第二定律可知，液滴的加速度为

$$a = \frac{qE}{m}$$

因  $E_a > E_b$ ，可得

$$a_a > a_b$$

故 C 错误；

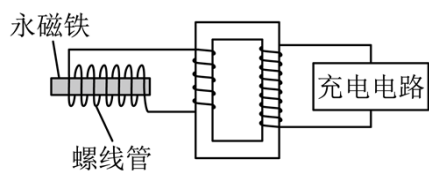
D. 液滴在电场力作用下向右加速，则电场力做正功，动能增大，电势能减少，即

$$E_{Pa} > E_{Pb}$$

故 D 正确；

故选 D。

7. 某同学设计了一个充电装置，如图所示，假设永磁铁的往复运动在螺线管中产生近似正弦式交流电，周期为 0.2s，电压最大值为 0.05V，理想变压器原线圈接螺线管，副线圈接充电电路，原、副线圈匝数比为 1 : 60，下列说法正确的是 ( )



- A. 交流电的频率为 10Hz
- B. 副线圈两端电压最大值为 3V
- C. 变压器输入电压与永磁铁磁场强弱无关
- D. 充电电路的输入功率大于变压器的输入功率

【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】A. 周期是  $T=0.2\text{s}$ ，频率是

$$f = \frac{1}{T} = 5\text{Hz}$$

故 A 错误；

B. 由理想变压器原理可知

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

解得，副线两端的最大电压为

$$U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1 = 3\text{V}$$

故 B 正确；

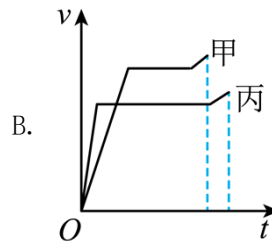
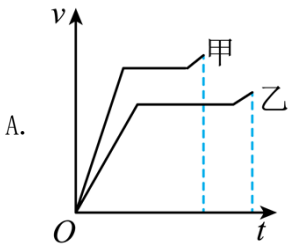
C. 根据法拉第电磁感应定律可知，永磁铁磁场强，线圈中产生的感应电动势越大，变压器的输入电压会越大，故 C 错误；

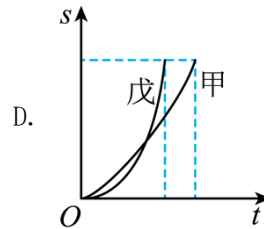
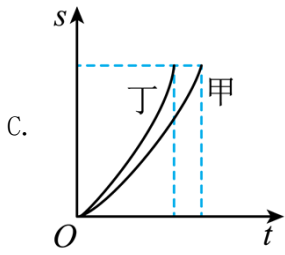
D. 由理想变压器原理可知，充电电路的输入功率等于变压器的输入功率，故 D 错误。

故选 B。

二、多项选择题：本题共 3 小题，每小题 6 分，共 18 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 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

8. 赛龙舟是端午节的传统活动。下列  $v-t$  和  $s-t$  图像描述了五条相同的龙舟从同一起点线同时出发、沿长直河道划向同一终点线的运动全过程，其中能反映龙舟甲与其它龙舟在途中出现船头并齐的有 ( )





【答案】BD

【解析】

【分析】

【详解】A. 此图是速度图像，由图可知，甲的速度一直大于乙的速度，所以中途不可能出现甲乙船头并齐，故 A 错误；

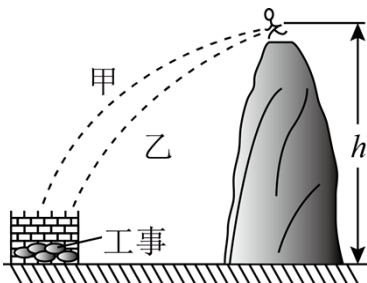
B. 此图是速度图像，由图可知，开始丙的速度大，后来甲的速度大，速度图像中图像与横轴围成的面积表示位移，由图可以判断在中途甲、丙位移会相同，所以在中途甲丙船头会并齐，故 B 正确；

C. 此图是位移图像，由图可知，丁一直运动在甲的前面，所以中途不可能出现甲丁船头并齐，故 C 错误；

D. 此图是位移图像，交点表示相遇，所以甲戊在中途船头会齐，故 D 正确。

故选 BD。

9. 长征途中，为了突破敌方关隘，战士爬上陡峭的山头，居高临下向敌方工事内投掷手榴弹，战士在同一位置先后投出甲、乙两颗质量均为  $m$  的手榴弹，手榴弹从投出的位置到落地点的高度差为  $h$ ，在空中的运动可视为平抛运动，轨迹如图所示，重力加速度为  $g$ ，下列说法正确的有（ ）



A. 甲在空中的运动时间比乙的长

B. 两手榴弹在落地前瞬间，重力的功率相等

C. 从投出到落地，每颗手榴弹的重力势能减少  $mgh$

D. 从投出到落地，每颗手榴弹的机械能变化量为  $mgh$

【答案】BC

【解析】

【分析】

【详解】A. 由平抛运动规律可知，做平抛运动的时间

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

因为两手榴弹运动的高度差相同，所以在空中运动时间相等，故 A 错误；

B. 做平抛运动的物体落地前瞬间重力的功率

$$P = mgv \cos \theta = mgv_y = mg\sqrt{2gh}$$

因为两手榴弹运动的高度差相同，质量相同，所以落地前瞬间，两手榴弹重力功率相同，故 B 正确；

C. 从投出到落地，手榴弹下降的高度为  $h$ ，所以手榴弹重力势能减小量

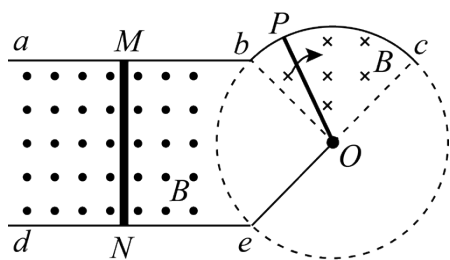
$$\Delta E_p = mgh$$

故 C 正确；

D. 从投出到落地，手榴弹做平抛运动，只有重力做功，机械能守恒，故 D 错误。

故选 BC。

10. 如图所示，水平放置足够长光滑金属导轨  $abc$  和  $de$ ， $ab$  与  $de$  平行， $bc$  是以  $O$  为圆心的圆弧导轨，圆弧  $be$  左侧和扇形  $Obc$  内有方向如图的匀强磁场，金属杆  $OP$  的  $O$  端与  $e$  点用导线相接， $P$  端与圆弧  $bc$  接触良好，初始时，可滑动的金属杆  $MN$  静止在平行导轨上，若杆  $OP$  绕  $O$  点在匀强磁场区内从  $b$  到  $c$  匀速转动时，回路中始终有电流，则此过程中，下列说法正确的有（ ）



- A. 杆  $OP$  产生的感应电动势恒定
- B. 杆  $OP$  受到的安培力不变
- C. 杆  $MN$  做匀加速直线运动
- D. 杆  $MN$  中的电流逐渐减小

【答案】AD

【解析】

【分析】

【详解】A.  $OP$  转动切割磁感线产生的感应电动势为

$$E = \frac{1}{2} Br^2 \omega$$

因为  $OP$  匀速转动，所以杆  $OP$  产生的感应电动势恒定，故 A 正确；

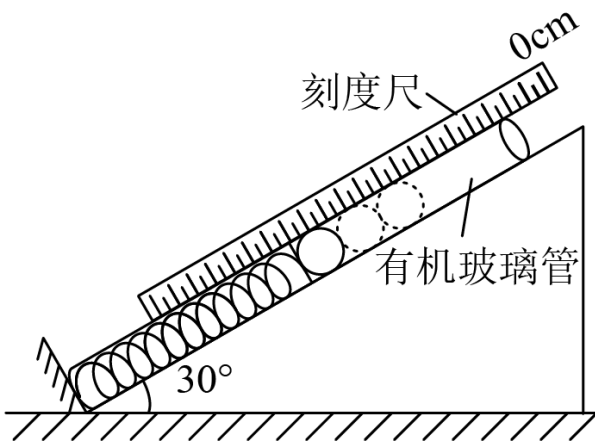
BCD. 杆  $OP$  匀速转动产生的感应电动势产生的感应电流由  $M$  到  $N$  通过  $MN$  棒，由左手定则可知， $MN$  棒会向左运动， $MN$  棒运动会切割磁感线，产生电动势与原来电流方向相反，让回路电流减小， $MN$  棒所受合力为安培力，电流减小，安培力会减小，加速度减小，故 D 正确，BC 错误。

故选 AD。

三、非选择题：共 54 分，第 11~14 题为必考题，考生都必须作答。第 15~16 题为选考题，考生根据要求作答。

(一) 必考题：共 42 分。

11. 某兴趣小组测量一缓冲装置中弹簧的劲度系数，缓冲装置如图所示，固定在斜面上的透明有机玻璃管与水平面夹角为  $30^\circ$ ，弹簧固定在有机玻璃管底端。实验过程如下：先沿管轴线方向固定一毫米刻度尺，再将单个质量为  $200\text{g}$  的钢球（直径略小于玻璃管内径）逐个从管口滑进，每滑进一个钢球，待弹簧静止，记录管内钢球的个数  $n$  和弹簧上端对应的刻度尺示数  $L_0$ ，数据如表所示。实验过程中弹簧始终处于弹性限度内。采用逐差法计算弹簧压缩量，进而计算其劲度系数。



$n$	1	2	3	4	5	6
$L_n / \text{cm}$	8.04	10.03	12.05	14.07	16.11	18.09

(1) 利用  $\Delta L_i = L_{i+3} - L_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) 计算弹簧的压缩量：  $\Delta L_1 = 6.03\text{cm}$ ，  $\Delta L_2 = 6.08\text{cm}$ ，

$\Delta L_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{cm}$ ，压缩量的平均值  $\overline{\Delta L} = \frac{\Delta L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3}{3} = \underline{\hspace{2cm}} \text{cm}$ ；

(2) 上述  $\overline{\Delta L}$  是管中增加\_\_\_\_\_个钢球时产生的弹簧平均压缩量；

(3) 忽略摩擦，重力加速度  $g$  取  $9.80\text{m/s}^2$ ，该弹簧的劲度系数为\_\_\_\_\_N/m。（结果保留 3 位有效数字）

【答案】 (1). 6.04 (2). 6.05 (3). 3 (4). 48.6

【解析】

【分析】

【详解】(1) [1]根据压缩量的变化量为

$$\Delta L_3 = L_6 - L_3 = (18.09 - 12.05)\text{cm} = 6.04\text{cm}$$

[2]压缩量的平均值为

$$\overline{\Delta L} = \frac{\Delta L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3}{3} = \frac{6.03 + 6.08 + 6.04}{3}\text{cm} \approx 6.05\text{cm}$$

(2) [3]因三个  $\Delta L$  是相差 3 个钢球的压缩量之差，则所求平均值为管中增加 3 个钢球时产生的弹簧平均压缩量；

(3) [4]根据钢球的平衡条件有

$$3mg \sin \theta = k \cdot \overline{\Delta L}$$

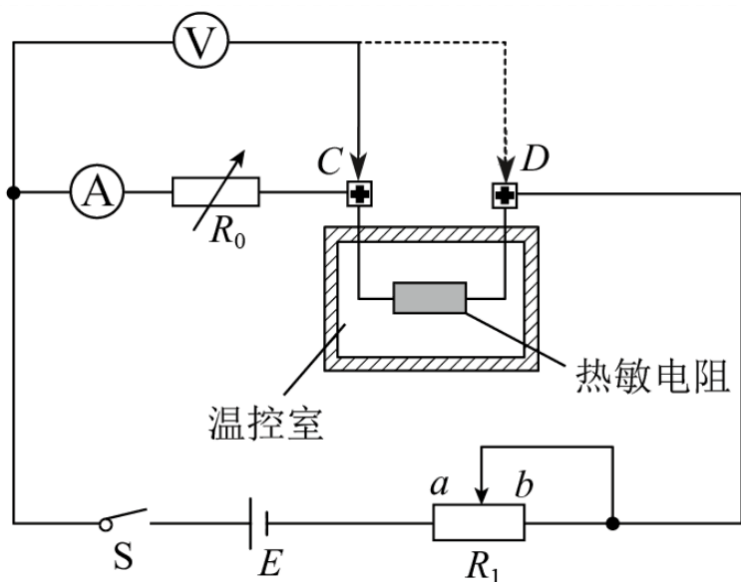
解得

$$k = \frac{3mg \sin \theta}{\overline{\Delta L}} = \frac{3 \times 0.2 \times 9.8 \times \sin 30^\circ}{6.05 \times 10^{-2}}\text{N/m} \approx 48.6\text{N/m}$$

12. 某小组研究热敏电阻阻值随温度的变化规律。根据实验需要已选用了规格和量程合适的器材。

(1) 先用多用电表预判热敏电阻阻值随温度的变化趋势。选择适当倍率的欧姆挡，将两表笔\_\_\_\_\_，调节欧姆调零旋钮，使指针指向右边“ $0\Omega$ ”处。测量时观察到热敏电阻温度越高，相同倍率下多用电表指针向右偏转角度越大，由此可判断热敏电阻阻值随温度的升高而\_\_\_\_\_。

(2) 再按图连接好电路进行测量。



①闭合开关 S 前，将滑动变阻器  $R_1$  的滑片滑到\_\_\_\_\_端（选填“a”或“b”）。

将温控室的温度设置为  $T$ ，电阻箱  $R_0$  调为某一阻值  $R_{01}$ 。闭合开关 S，调节滑动变阻器  $R_1$ ，使电压表和电流表的指针偏转到某一位置。记录此时电压表和电流表的示数、 $T$  和  $R_{01}$ 。断开开关 S。

再将电压表与热敏电阻 C 端间的导线改接到 D 端，闭合开关 S。反复调节  $R_0$  和  $R_1$ ，使电压表和电流表的示数与上述记录的示数相同。记录此时电阻箱的阻值  $R_{02}$ 。断开开关 S。

②实验中记录的阻值  $R_{01}$  \_\_\_\_\_  $R_{02}$ （选填“大于”、“小于”或“等于”）。此时热敏电阻阻值  $R_T =$ \_\_\_\_\_。

**【答案】** (1). 短接 (2). 减小 (3).  $b$  (4). 大于 (5).  $R_{01} - R_{02}$

**【解析】**

**【分析】**

**【详解】** (1) [1][2]选择倍率适当的欧姆档，将两表笔短接；欧姆表指针向右偏转角度越大，则阻值越小，可判断热敏电阻的阻值随温度升高而减小。

(2) ①[3]闭合开关 S 前，应将滑动变阻器  $R_1$  的阻值调到最大，即将滑片滑到  $b$  端；

②[4][5]因两次电压表和电流表的示数相同，因为

$$R_{01} = R_{02} + R_T$$

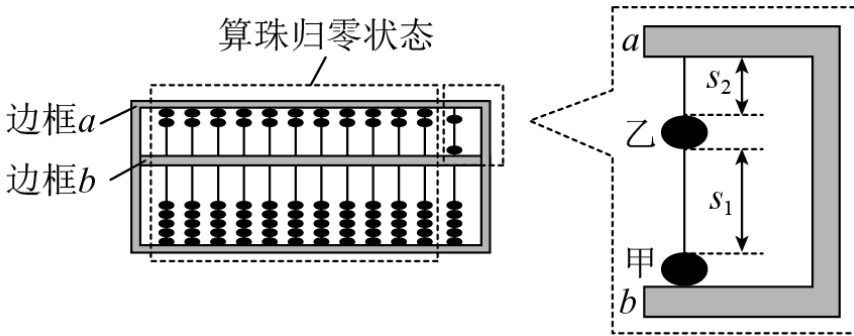
即

$$R_T = R_{01} - R_{02}$$

可知  $R_{01}$  大于  $R_{02}$ 。

13. 算盘是我国古老的计算工具，中心带孔的相同算珠可在算盘的固定导杆上滑动，使用前算珠需要归零，如图所示，水平放置的算盘中有甲、乙两颗算珠未在归零位置，甲靠边框  $b$ ，甲、乙相隔  $s_1 = 3.5 \times 10^{-2} \text{m}$ ，乙与边框  $a$  相隔  $s_2 = 2.0 \times 10^{-2} \text{m}$ ，算珠与导杆间的动摩擦因数  $\mu = 0.1$ 。现用手指将甲以  $0.4 \text{m/s}$  的初速度拨出，甲、乙碰撞后甲的速度大小为  $0.1 \text{m/s}$ ，方向不变，碰撞时间极短且不计，重力加速度  $g$  取  $10 \text{m/s}^2$ 。

- (1) 通过计算，判断乙算珠能否滑动到边框  $a$ ；  
 (2) 求甲算珠从拨出到停下所需的时间。



**【答案】** (1) 能； (2) 0.2s

**【解析】**

**【分析】**

**【详解】** (1) 甲乙滑动时的加速度大小均为

$$a = \mu g = 1 \text{m/s}^2$$

甲与乙碰前的速度  $v_1$ ，则

$$v_1^2 = v_0^2 - 2as_1$$

解得

$$v_1 = 0.3 \text{m/s}$$

甲乙碰撞时由动量守恒定律

$$mv_1 = mv_2 + mv_3$$

解得碰后乙的速度

$$v_3 = 0.2 \text{m/s}$$

然后乙做减速运动，当速度减为零时则

$$x = \frac{v_3^2}{2a} = \frac{0.2^2}{2 \times 1} \text{m} = 0.02 \text{m} = s_2$$

可知乙恰好能滑到边框  $a$ ;

(2) 甲与乙碰前运动的时间

$$t_1 = \frac{v_0 - v_1}{a} = \frac{0.4 - 0.3}{1} \text{s} = 0.1 \text{s}$$

碰后甲运动的时间

$$t_2 = \frac{v_2}{a} = \frac{0.1}{1} \text{s} = 0.1 \text{s}$$

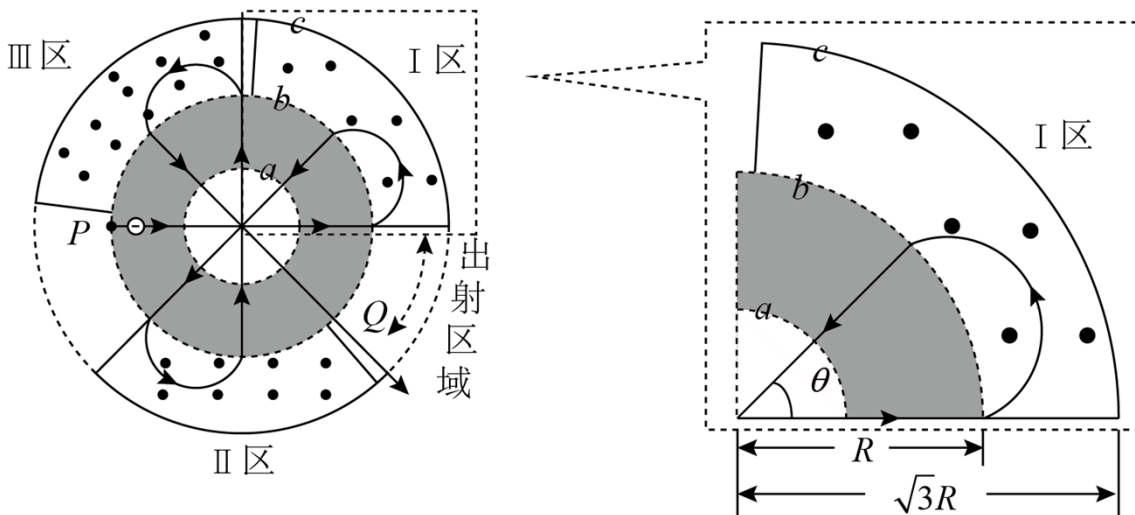
则甲运动的总时间为

$$t = t_1 + t_2 = 0.2 \text{s}$$

14. 图是一种花瓣形电子加速器简化示意图, 空间有三个同心圆  $a$ 、 $b$ 、 $c$  围成的区域, 圆  $a$  内为无场区, 圆  $a$  与圆  $b$  之间存在辐射状电场, 圆  $b$  与圆  $c$  之间有三个圆心角均略小于  $90^\circ$  的扇环形匀强磁场区 I、II 和 III. 各区感应强度恒定, 大小不同, 方向均垂直纸面向外. 电子以初动能  $E_{k0}$  从圆  $b$  上  $P$  点沿径向进入电场, 电场可以反向, 保证电子每次进入电场即被全程加速, 已知圆  $a$  与圆  $b$  之间电势差为  $U$ , 圆  $b$  半径为  $R$ , 圆  $c$  半径为  $\sqrt{3}R$ , 电子质量为  $m$ , 电荷量为  $e$ , 忽略相对论效应, 取  $\tan 22.5^\circ = 0.4$ .

(1) 当  $E_{k0} = 0$  时, 电子加速后均沿各磁场区边缘进入磁场, 且在电场内相邻运动轨迹的夹角  $\theta$  均为  $45^\circ$ , 最终从  $Q$  点出射, 运动轨迹如图中带箭头实线所示, 求 I 区的磁感应强度大小、电子在 I 区磁场中的运动时间及在  $Q$  点出射时的动能;

(2) 已知电子只要不与 I 区磁场外边界相碰, 就能从出射区域出射. 当  $E_{k0} = keU$  时, 要保证电子从出射区域出射, 求  $k$  的最大值.



【答案】(1)  $\frac{5\sqrt{eUm}}{eR}$ ,  $\frac{\pi R\sqrt{meU}}{4eU}$ ,  $8eU$ ; (2)  $\frac{13}{6}$

【解析】

【分析】

【详解】(1) 电子在电场中加速有

$$2eU = \frac{1}{2}mv^2$$

在磁场I中，由几何关系可得

$$r = R \tan 22.5^\circ = 0.4R$$

$$B_1 ev = m \frac{v^2}{r}$$

联立解得

$$B_1 = \frac{5\sqrt{eUm}}{eR}$$

在磁场I中的运动周期为

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

由几何关系可得，电子在磁场I中运动的圆心角为

$$\varphi = \frac{5}{4}\pi$$

在磁场I中的运动时间为

$$t = \frac{\varphi}{2\pi}T$$

联立解得

$$t = \frac{\pi R \sqrt{meU}}{4eU}$$

从Q点出来的动能为

$$E_k = 8eU$$

(2) 在磁场I中的做匀速圆周运动的最大半径为 $r_m$ ，此时圆周的轨迹与I边界相切，由几何关系可得

$$(\sqrt{3}R - r_m)^2 = R^2 + r_m^2$$

解得

$$r_m = \frac{\sqrt{3}}{3}R$$

由于

$$B_1 e v_m = m \frac{v_m^2}{r_m}$$

$$2eU = \frac{1}{2} m v_m^2 - keU$$

联立解得

$$k = \frac{13}{6}$$

(二) 选考题：共 12 分，请考生从 2 道题中任选一题作答。如果多做，则按所做的第一题计分。

15. 在高空飞行的客机上某乘客喝完一瓶矿泉水后，把瓶盖拧紧。下飞机后发现矿泉水瓶变瘪了，机场地面温度与高空客舱内温度相同。由此可判断，高空客舱内的气体压强\_\_\_\_\_（选填“大于”、“小于”或“等于”）机场地面大气压强；从高空客舱到机场地面，矿泉水瓶内气体的分子平均动能\_\_\_\_\_（选填“变大”、“变小”或“不变”）。

【答案】 (1). 小于 (2). 不变

【解析】

【分析】

【详解】 [1] 机场地面温度与高空客舱温度相同，由题意知瓶内气体体积变小，以瓶内气体为研究对象，根据理想气体状态方程

$$\frac{pV}{T} = C$$

故可知高空客舱内的气体压强小于机场地面大气压强；

[2] 由于温度是平均动能的标志，气体的平均动能只与温度有关，机场地面温度与高空客舱温度相同，故从高空客舱到机场地面，瓶内气体的分子平均动能不变。

16. 为方便抽取密封药瓶里的药液，护士一般先用注射器注入少量气体到药瓶里后再抽取药液，如图所示，某种药瓶的容积为 0.9mL，内装有 0.5mL 的药液，瓶内气体压强为  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，护士把注射器内横截面积为  $0.3 \text{ cm}^2$ 、长度为 0.4cm、压强为  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  的气体注入药瓶，若瓶内外温度相同且保持不变，气体视为理想气体，求此时药瓶内气体的压强。



【答案】  $1.3 \times 10^5 \text{ Pa}$

【解析】

【分析】

【详解】 以注入后的所有气体为研究对象，由题意可知瓶内气体发生等温变化，设瓶内气体体积为  $V_1$ ，有

$$V_1 = 0.9 \text{ mL} - 0.5 \text{ mL} = 0.4 \text{ mL} = 0.4 \text{ cm}^3$$

注射器内气体体积为  $V_2$ ，有

$$V_2 = 0.3 \times 0.4 \text{ cm}^3 = 0.12 \text{ cm}^3$$

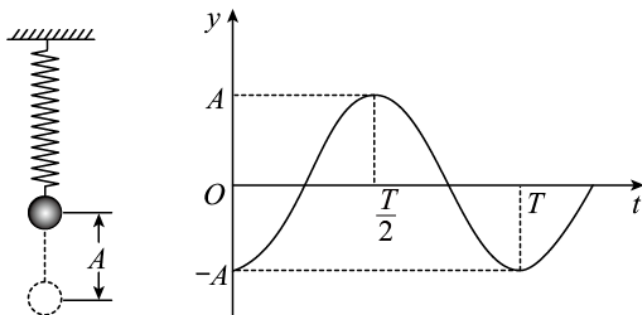
根据理想气体状态方程有

$$p_0(V_1 + V_2) = p_1 V_1$$

代入数据解得

$$p_1 = 1.3 \times 10^5 \text{ Pa}$$

17. 如图所示，一个轻质弹簧下端挂一小球，小球静止。现将小球向下拉动距离  $A$  后由静止释放，并开始计时，小球在竖直方向做简谐运动，周期为  $T$ 。经  $\frac{T}{8}$  时间，小球从最低点向上运动的距离 \_\_\_\_\_  $\frac{A}{2}$ （选填“大于”、“小于”或“等于”）；在  $\frac{T}{4}$  时刻，小球的动能 \_\_\_\_\_（选填“最大”或“最小”）。



【答案】 (1). 小于 (2). 最大

【解析】

【分析】

【详解】 [1]根据简谐振动的位移公式

$$y = -A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$$

则  $t = \frac{T}{8}$  时有

$$y = -A \sin\left(\frac{2\pi}{T} \times \frac{T}{8}\right) = -\frac{\sqrt{2}}{2}A$$

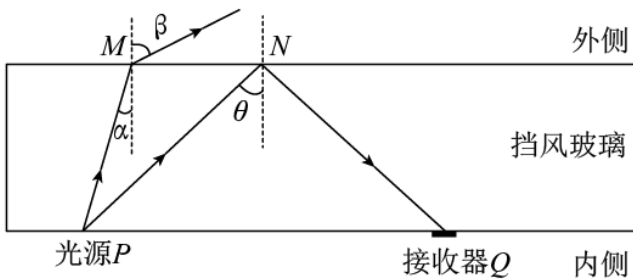
所以小球从最低点向上运动的距离为

$$\Delta y = A - \frac{\sqrt{2}}{2}A = \frac{2 - \sqrt{2}}{2}A < \frac{1}{2}A$$

则小球从最低点向上运动的距离小于  $\frac{A}{2}$ 。

[2] 在  $t = \frac{T}{4}$  时，小球回到平衡位置，具有最大的振动速度，所以小球的动能最大。

18. 如图所示，一种光学传感器是通过接收器 Q 接收到光的强度变化而触发工作的。光从挡风玻璃内侧 P 点射向外侧 M 点再折射到空气中，测得入射角为  $\alpha$ ，折射角为  $\beta$ ；光从 P 点射向外侧 N 点，刚好发生全反射并被 Q 接收，求光从玻璃射向空气时临界角  $\theta$  的正弦值表达式。



【答案】  $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$

【解析】

【分析】

【详解】根据光的折射定律有

$$n = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$$

根据光的全反射规律有

$$\sin \theta = \frac{1}{n}$$

联立解得

$$\sin \theta = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$