

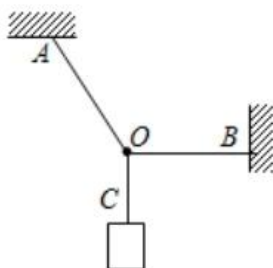
## 2021 年 1 月“八省联考”考前猜题

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. 实现核能电池的小型化、安全可控化一直是人们的目标。现在有一种“氚电池”，它的体积比一元硬币还要小，就是利用了氚核 $\beta$ 衰变产生的能量，有的心脏起搏器就是使用“氚电池”供电，使用寿命长达 20 年。该反应放出 $\beta$ 射线外，还会放出不带电、质量基本为零的反中微子。氚核的半衰期为 12.5 年，下列说法正确的是

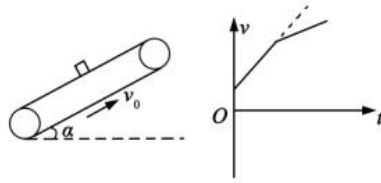
- A. 氚核 $\beta$ 衰变后，新核平均核子质量会增加
- B. 氚核衰变放出的 $\beta$ 射线是电子流，来源于核外电子
- C. 氚核 $\beta$ 衰变后还会放出 ${}^3_2\text{He}$
- D. 经过 12.5 年后，反应后剩余物的质量变为初始质量的一半

2. 三段不可伸长的细绳  $OA$ 、 $OB$ 、 $OC$  能承受的最大拉力相同，它们共同悬挂一重物，如图所示，其中  $OB$  是水平的， $A$  端、 $B$  端固定，若逐渐增加  $C$  端所挂物体的质量，则最先断的绳是



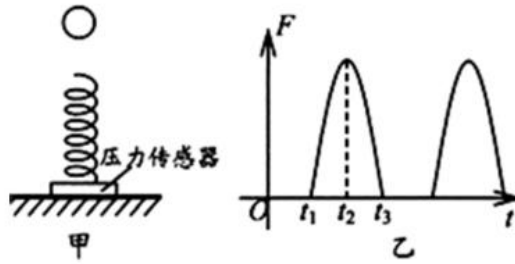
- A. 可能是  $OB$ ，也可能是  $OC$
- B.  $OB$
- C.  $OC$
- D.  $OA$

3. 一木块沿一与水平面夹角为 $\alpha$ 的表面粗糙的传送带运动，其  $v-t$  图象如图所示，已知传送带以速率  $v_0$  逆时针转动，传送带足够长，木块与传送带间的动摩擦因数为 $\mu$ 。则下列说法正确的是



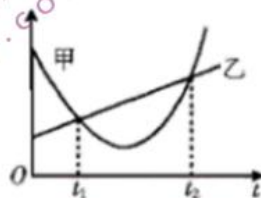
- A.  $v-t$  图象描述的是木块以一定的初速度从传送带的底端开始向上的运动  
 B. 从  $v-t$  图象可知木块的初速度大于  $v_0$   
 C. 从  $v-t$  图象可知木块与传送带间的动摩擦因数  $\mu > \tan \alpha$   
 D. 从  $v-t$  图象可以得出木块运动过程中的速度一定有等于  $v_0$  的时刻

4. 图甲为竖直固定在水平面上的轻弹簧， $t=0$  时刻，将一金属小球从弹簧正上方某一高度处由静止释放，小球落到弹簧上压缩弹簧到最低点，然后又被弹簧弹起离开弹簧，上升到一定高度后再下落，如此反复。通过安装在弹簧下端的压力传感器，测出此过程弹簧弹力  $F$  随时间  $t$  变化的图像如图乙所示，不计空气阻力，则



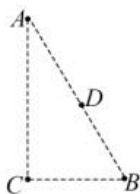
- A.  $t_1$  时刻小球的动能最大  
 B.  $t_2$  时刻小球的加速度最大  
 C.  $t_3$  时刻弹簧的弹性势能最大  
 D. 图乙中图线所围面积在数值上等于小球动量的变化量

5. 如图所示为甲、乙两质点运动的速度时间 ( $v-t$ ) 或位移时间 ( $x-t$ ) 图像， $t=t_1$  时刻，两个质点刚好相遇，关于两质点在  $t_1 \sim t_2$  时间内的运动，下列说法正确的是



- A. 若是  $v-t$  图像，则两质点的运动方向先相反后相同  
 B. 若是  $v-t$  图像，则两质点间的距离不断增大

- C. 若是  $x-t$  图像, 则当甲的速度为零时, 两质点间的距离最大
- D. 若是  $x-t$  图像, 则甲质点相对于乙质点的速度始终不为零
6. 2020年6月23日, 我国北斗三号全球卫星导航系统最后一颗组网卫星在西昌卫星发射中心点火升空, 该卫星 A 最终将在地球同步轨道运行. 另一颗相同质量的卫星 B 也绕地球做圆周运动, A 的轨道半径是 B 的 3 倍. 下列说法正确的有
- A. 由  $v = \sqrt{gR}$  可知, A 的速度是 B 的  $\sqrt{3}$  倍
- B. 由  $a = \omega^2 r$  可知, A 的向心加速度是 B 的 3 倍
- C. 由  $F = G \frac{Mm}{r^2}$  可知, A 的向心力是 B 的  $\frac{1}{9}$
- D. 由  $\frac{r^3}{T^2} = k$  可知, A 的周期是 B 的  $\sqrt{3}$  倍
7. 如图所示, A、B、C 为直角三角形的三个顶点,  $\angle A = 30^\circ$ , D 为 AB 的中点. 在 A、C 两点分别放置一个点电荷  $q_A$ 、 $q_C$  后, 使得 B 点的场强方向竖直向上. 下列说法正确的是



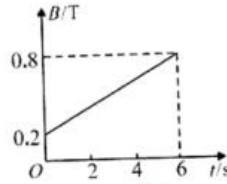
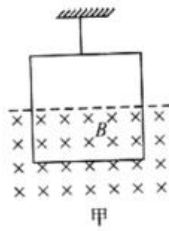
- A.  $q_A$  一定是正电荷,  $q_C$  一定是负电荷
- B.  $|q_A| = 4|q_C|$
- C. D 点电势高于 B 点电势
- D. 将一负检验电荷从 B 点移到 D 点, 电势能增加

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. 如图甲所示, 轻质细线吊着一质量为  $m = 4.2\text{g}$ 、边长  $L = 1\text{m}$  的正方形单面线圈, 其总电阻  $r = 1\Omega$ . 在线圈的中间位置以下区域分布着垂直纸面向里的磁场, 磁感应强度  $B$  大小随时间  $t$  的变化.

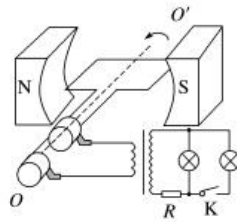


下列说法正确的是 ( $g = 10\text{m/s}^2$ )



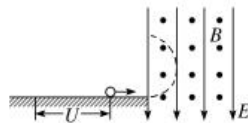
- A. 线圈中产生逆时针方向的感应电流
- B. 线圈中的感应电流大小为  $0.1\text{A}$
- C.  $t=4\text{s}$  时轻质细线的拉力大小为  $0.012\text{N}$
- D.  $6\text{s}$  内通过线圈横截面的电荷量为  $3\text{C}$

9. 如图所示, 矩形导线框置于磁场中, 该磁场可视为匀强磁场。电阻不计的线框通过电刷、导线与变压器原线圈构成闭合电路, 线框在磁场中绕垂直于磁场方向的转轴以大小为  $\omega$  的角速度逆时针转动, 已知线框匀速转动时产生的感应电动势最大值为  $E_m$ , 原、副线圈的匝数比为  $1:4$ , 副线圈通过电阻  $R$  接两个相同的灯泡。下列说法正确的是



- A. 从图示中线框与磁感线平行的位置开始计时, 线框中感应电动势表达式为  $e = \sqrt{2}E_m \sin \omega t$
- B. 副线圈上电压的有效值为  $2\sqrt{2}E_m$
- C. 开关  $K$  闭合后, 电阻  $R$  两端电压升高
- D. 保持开关  $K$  闭合, 若线框转动角速度增大, 灯泡的亮度不变

10. 如图所示, 已知一带电小球在光滑绝缘的水平面上从静止开始经电压  $U$  加速后, 水平进入互相垂直的匀强电场和匀强磁场区域 (电场强度  $E$  和磁感应强度  $B$  已知), 小球在此区域的竖直平面内做匀速圆周运动, 则



A. 小球可能带正电

B. 小球做匀速圆周运动的半径为  $r = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2UE}{g}}$

C. 小球做匀速圆周运动的周期为  $T = \frac{2\pi E}{Bg}$

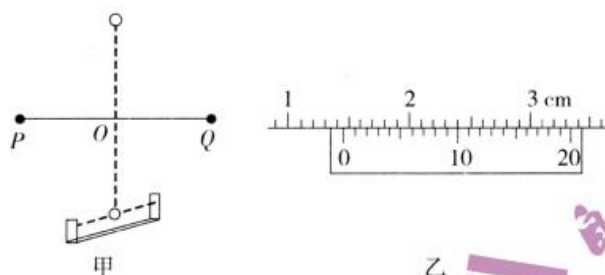
D. 若电压  $U$  增大, 则小球做匀速圆周运动的周期增大

第II卷 (非选择题 共 54 分)

三、非选择题: 包括必考题和选考题两部分。第 11~14 题为必考题, 每道试题考生都必须作答。第 15、16 题为选考题, 考生根据要求作答。

(一) 必考题: 共 42 分。

11. (6 分) 用如图甲所示的实验装置验证机械能守恒定律。轻杆两端固定两个大小相等但质量不等的小球  $P$ 、 $Q$ , 杆可以绕固定于中点  $O$  的水平轴在竖直面内自由转动。 $O$  点正下方有一光电门, 小球球心可恰好通过光电门, 已知重力加速度为  $g$ 。

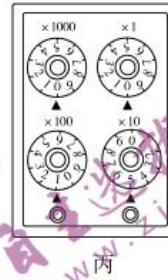
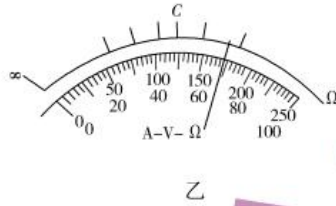
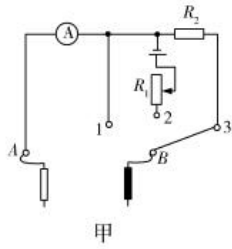


(1) 用游标卡尺测得小球的直径如图乙所示, 则小球的直径为  $d =$  \_\_\_\_\_ cm。

(2)  $P$ 、 $Q$  从水平位置由静止释放, 当小球  $P$  通过最低点时, 与光电门连接的数字计时器显示的挡光时间为  $\Delta t = 0.01\text{s}$ , 则小球  $P$  经过最低点时的速度为  $v =$  \_\_\_\_\_ m/s。

(3) 若两小球  $P$ 、 $Q$  球心间的距离为  $L$ , 小球  $P$  的质量是小球  $Q$  质量的  $k$  倍 ( $k > 1$ ), 当满足  $k =$  \_\_\_\_\_ (用  $L$ 、 $d$ 、 $\Delta t$ 、 $g$  表示) 时, 就表明验证了机械能守恒定律。

12. (10 分) 如图甲为物理兴趣小组设计的多用电表的电路原理图。他们选用内阻  $R_g = 10\ \Omega$ 、满偏电流  $I_g = 10\ \text{mA}$  的电流表, 标识不清的电源, 以及由定值电阻、导线、滑动变阻器等组装好的多用电表。当选择开关接“3”时为量程  $250\ \text{V}$  的电压表。该多用电表表盘如图乙所示, 下排刻度均匀, 上排刻度线对应数值还没有及时标出。



- (1) 其中电阻  $R_2 = \underline{\hspace{2cm}}$   $\Omega$ 。
- (2) 选择开关接“1”时，两表笔接入待测电路，若指针指在图乙所示位置，其读数为  $\underline{\hspace{2cm}}$  mA。
- (3) 兴趣小组在实验室找到了一个电阻箱，利用组装好的多用电表设计了如下从“校”到“测”的实验：
- ① 将选择开关接“2”，红黑表笔短接，调节  $R_1$  的阻值使电表指针满偏；
  - ② 将多用电表红黑表笔与电阻箱相连，调节电阻箱使多用电表指针指在电表刻度盘中央  $C$  处，此时电阻箱如图丙所示，则  $C$  处刻度线的标注值应为  $\underline{\hspace{2cm}}$   $\Omega$ 。
  - ③ 用待测电阻  $R_x$  代替电阻箱接入两表笔之间，表盘指针依旧指在图乙所示位置，则计算可知待测电阻约为  $R_x = \underline{\hspace{2cm}}$   $\Omega$ 。（保留三位有效数字）
  - ④ 小组成员拿来一块电压表，将两表笔分别触碰电压表的两接线柱，其中  $\underline{\hspace{2cm}}$  表笔（填“红”或“黑”）接电压表的正接线柱，该电压表示数为 1.45 V，可以推知该电压表的内阻为  $\underline{\hspace{2cm}}$   $\Omega$ 。

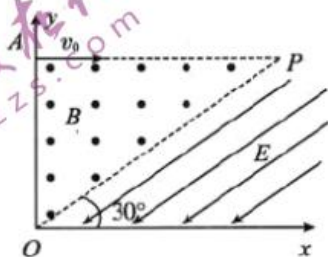
13. (11分) 在粗糙水平面上固定一半径  $R = 2.75\text{m}$  的光滑四分之一圆弧槽。距圆弧槽最低点右侧  $x_0 = 0.75\text{m}$  处有一个质量  $M = 1.0\text{kg}$ 、长度  $L = 5.75\text{m}$  的薄木板，薄木板与圆弧槽最低点平齐。圆弧槽最低点放置一可视为质点的质量  $m = 3.0\text{kg}$  的小物块  $Q$ ，现让一质量也为  $m$  的小物块  $P$  (可视为质点) 以  $v_0 = 14\text{m/s}$  的水平初速度从右端滑上薄木板。当小物块运动至薄木板左端时，薄木板左端恰好与圆弧槽相撞，同时小物块  $P$  与  $Q$  碰撞并粘连在一起。已知小物块  $P$  与薄木板间的动摩擦因数  $\mu_1 = 0.40$ ，重力加速度  $g = 10\text{m/s}^2$ ，求：

- (1) 从  $P$  开始运动到与  $Q$  发生碰撞所经历的时间  $t$ ；
- (2) 薄木板与水平面间的动摩擦因数  $\mu_2$ ；
- (3)  $P$ 、 $Q$  碰撞后运动的最大高度  $H$ 。



14. 如图所示的坐标系内, 直角三角形  $OPA$  区域内有一方向垂直于纸面向外的匀强磁场。在  $x$  轴上方, 三角形磁场区域右侧存在一个与三角形  $OP$  边平行的匀强电场, 电场强度为  $E$ , 方向斜向下并与  $x$  轴的夹角为  $30^\circ$ , 已知  $OP$  边的长度为  $L$ , 有一不计重力、质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的带正电的粒子从静止开始经加速电场加速后, 以  $v_0$  的速度从  $A$  点垂直于  $y$  轴射入磁场; 一段时间后, 该粒子在  $OP$  边上某点以垂直于  $OP$  边方向射入电场, 最终速度方向垂直于  $x$  轴射出电场。求:

- (1) 加速电压及匀强磁场的磁感应强度大小
- (2) 带电粒子到达  $x$  轴时的动能与带电粒子刚进入磁场时动能的比值
- (3) 带电粒子从射入磁场到运动至  $x$  轴的时间



(二) 选考题: 共 12 分。请考生从 15、16 两题中任选一题作答。如果多做, 则按所做的第一题计分。

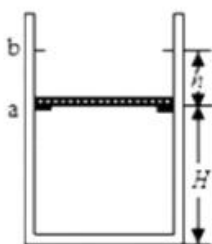
15. [选修 3-3] (12 分)

(1) (5 分) 下列说法中正确的是\_\_\_\_\_ (填正确答案标号。选对 1 个得 2 分, 选对 2 个得 4 分, 选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)

- A. 房间内空气中水蒸气的压强越小, 人体水分蒸发得越快
- B. 液晶与单晶体一样具有各向异性
- C. 当分子间作用力表现为引力时, 作用力随分子间距离的减小而增大
- D. 温度升高, 物体内所有分子运动的速度都会变大
- E. 若一定质量的理想气体与外界没有热交换, 压缩气体, 气体的温度一定升高

(2) (7 分) 如图, 一竖直放置的汽缸上端开口, 汽缸壁内有卡口  $a$  和  $b$ ,  $a$ 、 $b$  间距为  $h$ ,  $a$  距缸底的高度为  $H$ ; 活塞只能在  $a$ 、 $b$  间移动, 其下方密封有一定质量的理想气体, 已知活塞质量为  $m$ , 面积为  $S$ , 厚度可忽略; 活塞和汽缸壁均绝热, 不计它们之间的摩擦, 开始时活塞处于静止状态, 上、下方气体压强均为  $p_0$ , 温度均为  $T_0$ , 现用电热丝缓慢加热汽缸中的气体, 直至活塞刚好到达  $b$  处。重力加速度为  $g$ 。求:

- (1) 活塞即将离开卡口  $a$  时, 汽缸中气体的压强  $p_1$  和温度  $T_1$ ;
- (2) 活塞刚到达  $b$  处时, 汽缸中气体的温度  $T_2$ 。



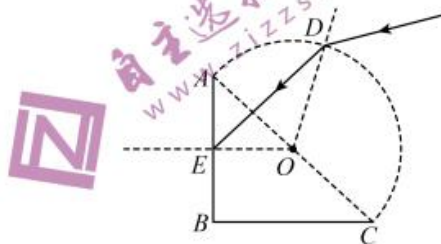
16. [选修 3-4]

(1) 下列说法正确的是\_\_\_\_\_ (填正确答案标号。选对 1 个得 2 分, 选对 2 个得 4 分, 选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)

- A. 电磁波在真空中的传播速度与电磁波的频率有关
- B. 电磁波可以发生衍射现象和偏振现象
- C. 简谐机械波在给定的介质中传播时, 振动的频率越高, 则波传播速度越大
- D. 紫外线在水中的传播速度小于红外线在水中的传播速度
- E. 狭义相对论认为, 真空中的光速在不同的惯性参考系中都是相同的, 光速与光源、观察者间的相对运动无关

(2) (7 分) 如图所示, 某玻璃砖的截面由半圆和等腰直角三角形  $ABC$  组成,  $AC$  是半圆的直径,  $AC$  长为  $d$ , 一束单色光照射在圆弧面上的  $D$  点, 入射角为  $60^\circ$ , 折射光线刚好照射在  $AB$  边的中点  $E$ , 折射光线在  $AB$  面上的入射角为  $45^\circ$ , 光在真空中传播速度为  $c$ , 求:

- (1) 玻璃砖对单色光的折射率;
- (2) 光在玻璃砖中传播的时间 (不考虑光在圆弧面上的反射)。





## 2021年1月“八省联考”考前猜题

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。

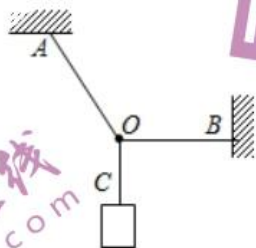
1. 实现核能电池的小型化、安全可控化一直是人们的目标。现在有一种“氚电池”，它的体积比一元硬币还要小，就是利用了氚核 $\beta$ 衰变产生的能量，有的心脏起搏器就是使用“氚电池”供电，使用寿命长达20年。该反应放出 $\beta$ 射线外，还会放出不带电、质量基本为零的反中微子。氚核的半衰期为12.5年，下列说法正确的是

- A. 氚核 $\beta$ 衰变后，新核平均核子质量会增加
- B. 氚核衰变放出的 $\beta$ 射线是电子流，来源于核外电子
- C. 氚核 $\beta$ 衰变后还会放出 ${}^3_2\text{He}$
- D. 经过12.5年后，反应后剩余物的质量变为初始质量的一半

【答案】C

【解析】氚核 $\beta$ 衰变放出能量，平均核子质量会减小，所以A错误； $\beta$ 衰变的电子来源于核内中子转变为质子和电子，而不是核外电子，所以B错误；该反应方程为 ${}^3_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^0_{-1}\text{e} + \bar{\nu}_e$ ，所以C正确。衰变反应放出的是电子和中微子，质量很小，12.5年后剩余物的质量和初始质量相近，D错误。综上答案为C。

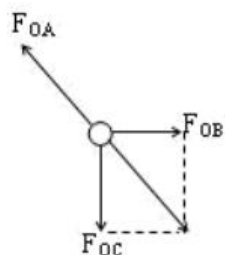
2. 三段不可伸长的细绳  $OA$ 、 $OB$ 、 $OC$  能承受的最大拉力相同，它们共同悬挂一重物，如图所示，其中  $OB$  是水平的， $A$  端、 $B$  端固定，若逐渐增加  $C$  端所挂物体的质量，则最先断的绳是



- A. 可能是  $OB$ ，也可能是  $OC$
- B.  $OB$
- C.  $OC$
- D.  $OA$

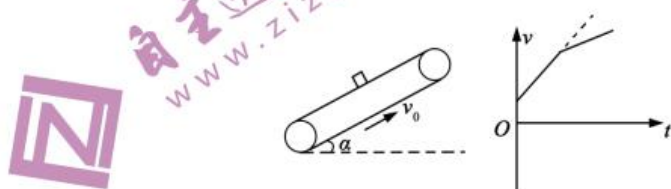
【答案】D

【解析】以结点  $O$  为研究，在绳子均不被拉断时受力图如图



根据平衡条件，结合受力图可知  $F_{OA} > F_{OB}$ ， $F_{OA} > F_{OC}$ ，即  $OA$  绳受的拉力最大，而细绳  $OA$ 、 $OB$ 、 $OC$  能承受的最大拉力相同，则当物体质量逐渐增加时， $OA$  绳最先被拉断，故 D 正确，ABC 错误。故选 D。

3. 一木块沿一与水平面夹角为  $\alpha$  的表面粗糙的传送带运动，其  $v-t$  图象如图所示，已知传送带以速率  $v_0$  逆时针转动，传送带足够长，木块与传送带间的动摩擦因数为  $\mu$ 。则下列说法正确的是



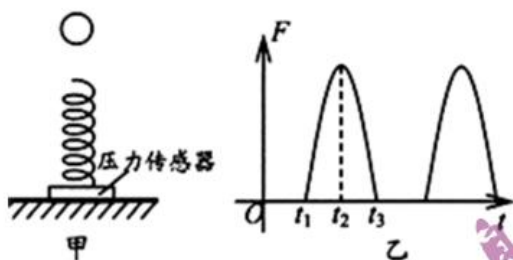
- A.  $v-t$  图象描述的是木块以一定的初速度从传送带的底端开始向上的运动
- B. 从  $v-t$  图象可知木块的初速度大于  $v_0$
- C. 从  $v-t$  图象可知木块与传送带间的动摩擦因数  $\mu > \tan \alpha$
- D. 从  $v-t$  图象可以得出木块运动过程中的速度一定有等于  $v_0$  的时刻

【答案】D

【解析】如果木块是从传送带底端向上运动则木块将做减速运动，故 A 错误。当木块的速度小于传送带的速度，木块相对于传送带向上运动，所受摩擦力沿传送带向下，则木块的加速度

$$a = \frac{mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha}{m} = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$$
，木块向下做匀加速运动，当木块速度等于传送带速度时，由于木块继续加速， $mg \sin \alpha > \mu mg \cos \alpha$ ， $\mu < \tan \alpha$ ，但加速度为  $a' = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$ ，比原来的加速度  $a$  小，因此 BC 错误，D 正确。

4. 图甲为竖直固定在水平面上的轻弹簧， $t=0$  时刻，将一金属小球从弹簧正上方某一高度处由静止释放，小球落到弹簧上压缩弹簧到最低点，然后又被弹簧弹起离开弹簧，上升到一定高度后再下落，如此反复。通过安装在弹簧下端的压力传感器，测出此过程弹簧弹力  $F$  随时间  $t$  变化的图像如图乙所示，不计空气阻力，则

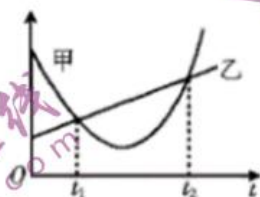


- A.  $t_1$ 时刻小球的动能最大
- B.  $t_2$ 时刻小球的加速度最大
- C.  $t_3$ 时刻弹簧的弹性势能最大
- D. 图乙中图线所围面积在数值上等于小球动量的变化量

【答案】B

【解析】A.  $t_1$ 时刻小球刚与弹簧接触，弹力小于重力，小球仍然向下做加速运动，当弹簧弹力与重力平衡时速度最大，动能最大，故A错误；B.  $t_2$ 时刻弹簧的压缩量最大，小球受到的弹力最大，处于最低点，合力向上；由运动的对称性可知，小球与弹簧接触后，向下做加速运动的时间小于小球做减速运动的时间，可知小球在最低点受到的弹簧大于2倍的重力，所以小球在最低点的加速度大于重力加速度，在最低点的加速度最大，故B正确；C. 由图可知， $t_3$ 时刻弹簧的弹力等于0，则弹簧的压缩量等于0，所以弹簧的弹性势能为零，故C错误；D. 根据冲量的定义可知， $F-t$ 图象中图线所围面积在数值上 $t_1-t_3$ 时间内弹簧的弹力对小球的冲量；而该时间内小球还受到重力的冲量。结合动量定理可知，图乙中图线所围面积在数值上不一定等于小球动量的变化量，故D错误。故选B。

5. 如图所示为甲、乙两质点运动的速度时间 ( $v-t$ ) 或位移时间 ( $x-t$ ) 图像， $t=t_1$ 时刻，两个质点刚好相遇，关于两质点在  $t_1-t_2$  时间内的运动，下列说法正确的是



- A. 若是  $v-t$  图像，则两质点的运动方向先相反后相同
- B. 若是  $v-t$  图像，则两质点间的距离不断增大
- C. 若是  $x-t$  图像，则当甲的速度为零时，两质点间的距离最大
- D. 若是  $x-t$  图像，则甲质点相对于乙质点的速度始终不为零

【答案】B



【解析】AB. 如果是  $v-t$  图像,  $t_1 \sim t_2$  时间内, 两质点的运动方向相同;  $t_1$  时刻, 两个质点刚好相遇,  $t_1 \sim t_2$  时间内, 乙的速度大于甲的速度且两质点运动方向相同, 则  $t_1 \sim t_2$  时间内, 两质点间的距离不断增大; 故 A 项错误, B 项正确; CD. 如果是  $x-t$  图像,  $x-t$  图像切线的斜率表示质点的速度, 则在  $t_1 \sim t_2$  时间内的某一时刻甲质点相对于乙质点的速度为零; 当两质点相对速度为零时, 两质点相距最远; 故 CD 两项错误。故选 B。

6. 2020年6月23日, 我国北斗三号全球卫星导航系统最后一颗组网卫星在西昌卫星发射中心点火升空, 该卫星 A 最终将在地球同步轨道运行. 另一颗相同质量的卫星 B 也绕地球做圆周运动, A 的轨道半径是 B 的 3 倍. 下列说法正确的有

- A. 由  $v = \sqrt{gR}$  可知, A 的速度是 B 的  $\sqrt{3}$  倍  
 B. 由  $a = \omega^2 r$  可知, A 的向心加速度是 B 的 3 倍  
 C. 由  $F = G \frac{Mm}{r^2}$  可知, A 的向心力是 B 的  $\frac{1}{9}$   
 D. 由  $\frac{r^3}{T^2} = k$  可知, A 的周期是 B 的  $\sqrt{3}$  倍

【答案】C

【解析】A. 卫星绕地球做圆周运动, 万有引力提供向心力, 则  $F_{\text{向}} = \frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r = m \frac{4\pi^2}{T^2} r = ma$

因为在不同轨道上  $g$  是不一样的, 故不能根据  $v = \sqrt{gR}$  得出 A、B 速度的关系, 卫星的运行线速度  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ,

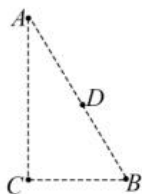
代入数据可得  $\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{r_B}{r_A}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$ , 故 A 错误; B. 因为在不同轨道上两卫星的角速度不一样, 故不能根据

$a = \omega^2 r$  得出两卫星加速度的关系, 卫星的运行加速度  $a = \frac{GM}{r^2}$ , 代入数据可得  $\frac{a_A}{a_B} = \frac{r_B^2}{r_A^2} = \frac{1}{9}$ , 故 B 错误;

C. 根据  $F_{\text{向}} = \frac{GMm}{r^2}$ , 两颗人造卫星质量相等, 可得  $\frac{F_A}{F_B} = \frac{r_B^2}{r_A^2} = \frac{1}{9}$ , 故 C 正确; D. 两卫星均绕地球做圆

周运动, 根据开普勒第三定律  $\frac{r^3}{T^2} = k$ , 可得  $\frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{r_A^3}{r_B^3}} = 3\sqrt{3}$ , 故 D 错误。

7. 如图所示, A、B、C 为直角三角形的三个顶点,  $\angle A = 30^\circ$ , D 为 AB 的中点. 在 A、C 两点分别放置一个点电荷  $q_A$ 、 $q_C$  后, 使得 B 点的场强方向竖直向上. 下列说法正确的是



- A.  $q_A$  一定是正电荷,  $q_C$  一定是负电荷
- B.  $|q_A| = 4|q_C|$
- C.  $D$  点电势高于  $B$  点电势
- D. 将一负检验电荷从  $B$  点移到  $D$  点, 电势能增加

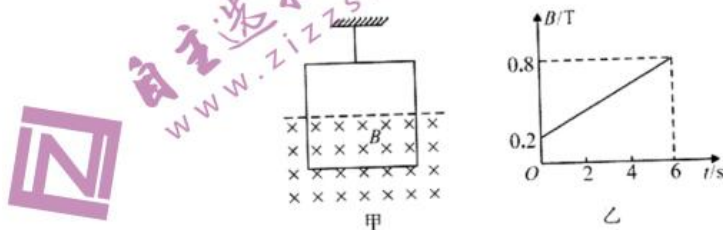
【答案】D

【解析】由题意知  $B$  点的电场强度方向竖直向上, 由矢量的合成可知,  $C$  点的  $q_C$  在  $B$  点产生的电场强度方向水平向右,  $A$  点的  $q_A$  在  $B$  点产生的电场强度方向沿  $BA$  并指向  $A$ , 故可判定  $q_A$  一定是负电荷,  $q_C$  是正电荷, 选项 A 错误; 同理, 可知点电荷  $q_A$ 、 $q_C$  在  $B$  点产生的电场强度关系为  $E_A = 2E_C$ , 再由点电荷产生的场强公式  $E = \frac{kq}{r^2}$  和  $r_{AB} = 2r_{CB}$  可解得  $|q_A| = 8|q_C|$ , 选项 B 错误; 正电荷  $q_C$  形成的电场中,  $D$  点电势等于  $B$  点电势, 而在负电荷  $q_A$  形成的电场中,  $D$  点电势低于  $B$  点电势, 故在点电荷  $q_A$ 、 $q_C$  共同产生的电场中,  $D$  点电势低于  $B$  点电势, 选项 C 错误; 将一负检验电荷从  $B$  点移到  $D$  点, 电场力做负功, 电势能增加, 选项 D 正确。

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. 如图甲所示, 轻质细线吊着一质量为  $m = 4.2\text{g}$ 、边长  $L = 1\text{m}$  的正方形单面线圈, 其总电阻  $r = 1\Omega$ 。在线圈的中间位置以下区域分布着垂直纸面向里的磁场, 磁感应强度  $B$  大小随时间  $t$  的变化关系如图乙所示。

下列说法正确的是 ( $g = 10\text{m/s}^2$ )



- A. 线圈中产生逆时针方向的感应电流



- B. 线圈中的感应电流大小为0.1A
- C.  $t=4s$ 时轻质细线的拉力大小为0.012N
- D. 6s内通过线圈横截面的电荷量为3C

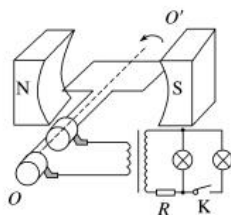
【答案】AC

【解析】由楞次定律可知：电流的方向为逆时针方向，故A正确；B. 由法拉第电磁感应定律得

$$E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = n \frac{\Delta B}{\Delta t} \times \frac{1}{2} L^2, \text{ 代入数据得 } E = 0.05V, \text{ 线圈中的感应电流大小为 } I = \frac{E}{r} = 0.05A, \text{ 故B错误;}$$

C. 根据  $F_{安} = BIL$ , 根据受力分析  $F_{安} + F_{绳} = mg$ , 解得  $F_{绳} = 0.012N$ , 故C正确; D. 6s内通过线圈横截面的电荷量为  $q = It = 0.3C$ , 故D错误. 故选AC.

9. 如图所示, 矩形导线框置于磁场中, 该磁场可视为匀强磁场. 电阻不计的线框通过电刷、导线与变压器原线圈构成闭合电路, 线框在磁场中绕垂直于磁场方向的转轴以大小为  $\omega$  的角速度逆时针转动, 已知线框匀速转动时产生的感应电动势最大值为  $E_m$ , 原、副线圈的匝数比为 1 : 4, 副线圈通过电阻  $R$  接两个相同的灯泡. 下列说法正确的是



- A. 从图示中线框与磁感线平行的位置开始计时, 线框中感应电动势表达式为  $e = \sqrt{2}E_m \sin \omega t$
- B. 副线圈上电压的有效值为  $2\sqrt{2}E_m$
- C. 开关K闭合后, 电阻  $R$  两端电压升高
- D. 保持开关K闭合, 若线框转动角速度增大, 灯泡的亮度不变

【答案】BC

【解析】A. 从图示中线框与磁感线平行的位置开始计时, 线框中感应电动势表达式为  $e = E_m \cos \omega t$ , 故A

错误; B. 原线圈电压的有效值为  $U_1 = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$ , 由变压器电压与匝数的关系可知  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{1}{4}$ , 得到副线圈上电压

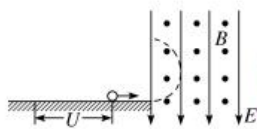
的有效值为  $U_2 = 2\sqrt{2}E_m$ , 故B正确; C. 开关K闭合, 副线圈总电阻变小, 故通过电阻  $R$  上的电流增大,

则电阻  $R$  两端电压升高, 故C正确; D. 保持开关K闭合, 若线框转动角速度增大, 由  $E_m = nBS\omega$  可知,

线框匀速转动时产生的感应电动势最大值增大, 则副线圈上电压的有效值增大, 灯泡亮度增大, 故D错误.

故选 BC。

10. 如图所示, 已知一带电小球在光滑绝缘的水平面上从静止开始经电压  $U$  加速后, 水平进入互相垂直的匀强电场和匀强磁场区域(电场强度  $E$  和磁感应强度  $B$  已知), 小球在此区域的竖直平面内做匀速圆周运动, 则



A. 小球可能带正电

B. 小球做匀速圆周运动的半径为  $r = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2UE}{g}}$

C. 小球做匀速圆周运动的周期为  $T = \frac{2\pi E}{Bg}$

D. 若电压  $U$  增大, 则小球做匀速圆周运动的周期增大

【答案】BC

【解析】A. 小球在该区域的竖直平面内做匀速圆周运动, 则小球受到的电场力和重力大小相等、方向相反, 则小球带负电, A 错误; B. 因为小球做匀速圆周运动的向心力由洛伦兹力提供, 由牛顿第二定律和动能定理可得  $Bqv = m \frac{v^2}{r}$ ,  $Uq = \frac{1}{2}mv^2$ , 且有  $mg = qE$ , 联立可得小球做匀速圆周运动的半径  $r = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2UE}{g}}$ , 故

B 正确; CD. 由运动学公式可得  $T = \frac{2\pi r}{v}$ , 联立可得  $T = \frac{2\pi E}{Bg}$ , 说明周期与电压  $U$  无关, 故 C 正确, D

错误。故选 BC。

错误。故选 BC。

### 第II卷 (非选择题 共 54 分)

三、非选择题: 包括必考题和选考题两部分。第 11~14 题为必考题, 每道试题考生都必须作答。第 15、16 题为选考题, 考生根据要求作答。

(一) 必考题: 共 42 分。

11. (6 分) 用如图甲所示的实验装置验证机械能守恒定律。轻杆两端固定两个大小相等但质量不等的小球 P、Q, 杆可以绕固定于中点 O 的水平轴在竖直面内自由转动。O 点正下方有一光电门, 小球球心可恰好通过光电门, 已知重力加速度为  $g$ 。



②将多用电表红黑表笔与电阻箱相连，调节电阻箱使多用电表指针指在电表刻度盘中央  $C$  处，此时电阻箱如图丙所示，则  $C$  处刻度线的标注值应为  $\underline{\quad}$   $\Omega$ 。

③用待测电阻  $R_x$  代替电阻箱接入两表笔之间，表盘指针依旧指在图乙所示位置，则计算可知待测电阻约为  $R_x = \underline{\quad}$   $\Omega$ 。（保留三位有效数字）

④小组成员拿来一块电压表，将两表笔分别触碰电压表的两接线柱，其中  $\underline{\quad}$  表笔（填“红”或“黑”）接电压表的正接线柱，该电压表示数为  $1.45\text{ V}$ ，可以推知该电压表的内阻为  $\underline{\quad}$   $\Omega$ 。

【答案】12. (1) 24 990 (2分) (2) 6.9 (2分) (3) 150 (1分) 67.4 (2分) 黑 (1分) 4 350 (2分)

【解析】(1) 根据闭合电路欧姆定律得  $R_2 = \frac{U - I_g R_g}{I_g} = \frac{250 - 0.01 \times 10}{0.01} \Omega = 24\,990 \Omega$ 。

(2) 由图甲所示电路图可知，选择开关接 1 时电表测量电流，其量程为  $10\text{ mA}$ ，由图示表盘可知，其分度值为  $0.2\text{ mA}$ ，示数为  $6.9\text{ mA}$ ；

(3) 由图丙所示电阻箱可知，电阻箱示数为： $0 \times 1\,000 \Omega + 1 \times 100 \Omega + 5 \times 10 \Omega + 0 \times 1 \Omega = 150 \Omega$ ，此时指针指在中央，此为中值电阻等于欧姆表内阻等于此时电阻箱阻值，即  $R_\Omega = 150 \Omega$ ；根据闭合电路欧姆定律有，满偏电流时  $I_g = \frac{E}{R_\Omega}$ ，当电流表示数为  $I = 6.9\text{ mA} = \frac{E}{R_x + R_\Omega}$ ，联立解得  $E = 1.5\text{ V}$ ， $R_x = 67.4 \Omega$ 。根据电流方向“黑

出红进”的规律知，黑表笔接电压表正接线柱，根据闭合电路欧姆定律得电压表的示数  $U = \frac{E}{R_\Omega + R_V} R_V$ 。

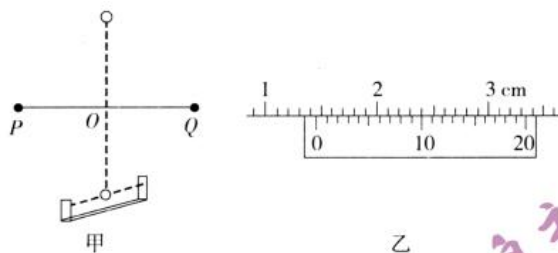
解得电压表内阻  $R_V = \frac{UR_\Omega}{E - U} = \frac{1.45 \times 150}{1.5 - 1.45} \Omega = 4\,350 \Omega$ 。

13. (11分) 在粗糙水平面上固定一半径  $R = 2.75\text{ m}$  的光滑四分之一圆弧槽。距圆弧槽最低点右侧  $x_0 = 0.75\text{ m}$  处有一个质量  $M = 1.0\text{ kg}$ 、长度  $L = 5.75\text{ m}$  的薄木板，薄木板与圆弧槽最低点平齐。圆弧槽最低点放置一可视为质点的质量  $m = 3.0\text{ kg}$  的小物块  $Q$ ，现让一质量也为  $m$  的小物块  $P$ （可视为质点）以  $v_0 = 14\text{ m/s}$  的水平初速度从右端滑上薄木板。当小物块运动至薄木板左端时，薄木板左端恰好与圆弧槽相撞，同时小物块  $P$  与  $Q$  碰撞并粘连在一起。已知小物块  $P$  与薄木板间的动摩擦因数  $\mu_1 = 0.40$ ，重力加速度  $g = 10\text{ m/s}^2$ ，求：

(1) 从  $P$  开始运动到与  $Q$  发生碰撞所经历的时间  $t$ ；

(2) 薄木板与水平面间的动摩擦因数  $\mu_2$ ；





- (1) 用游标卡尺测得小球的直径如图乙所示, 则小球的直径为  $d = \underline{\quad}$  cm。
- (2)  $P$ 、 $Q$  从水平位置由静止释放, 当小球  $P$  通过最低点时, 与光电门连接的数字计时器显示的挡光时间为  $\Delta t = 0.01\text{s}$ , 则小球  $P$  经过最低点时的速度为  $v = \underline{\quad}$  m/s。
- (3) 若两小球  $P$ 、 $Q$  球心间的距离为  $L$ , 小球  $P$  的质量是小球  $Q$  质量的  $k$  倍 ( $k > 1$ ), 当满足  $k = \underline{\quad}$  (用  $L$ 、 $d$ 、 $\Delta t$ 、 $g$  表示) 时, 就表明验证了机械能守恒定律。

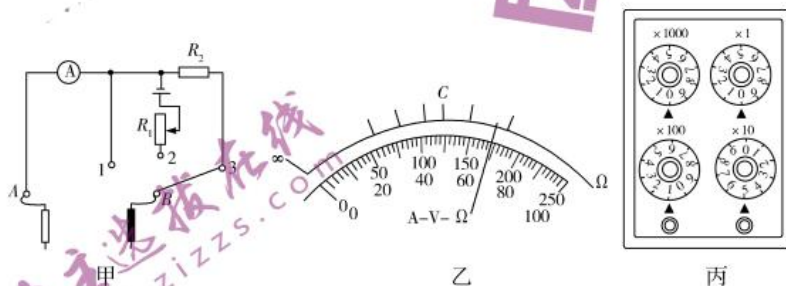
【答案】(1) 1.450 (2分) (2) 1.450 (2分) (3)  $\frac{gL\Delta t^2 + d^2}{gL\Delta t^2 - d^2}$  (2分)

【解析】(1) 小球的直径  $d = 14\text{mm} + 0.05 \times 10\text{mm} = 14.50\text{mm} = 1.450\text{cm}$

(2) 小球  $P$  经过最低点的速度  $v = \frac{d}{\Delta t} = 1.450\text{m/s}$ ;

(3) 根据机械能守恒  $kmg \frac{L}{2} - mg \frac{L}{2} = \frac{1}{2}(km + m)v^2$ , 整理得  $k = \frac{gL\Delta t^2 + d^2}{gL\Delta t^2 - d^2}$ 。

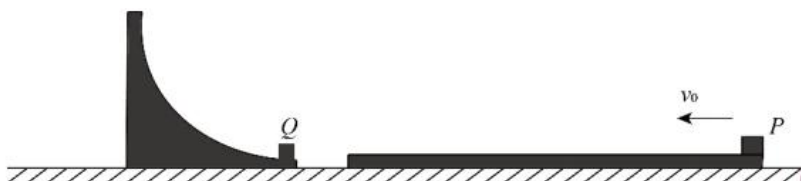
12. (10分) 如图甲为物理兴趣小组设计的多用电表的电路原理图。他们选用内阻  $R_g = 10\ \Omega$ 、满偏电流  $I_g = 10\ \text{mA}$  的电流表、标识不清的电源, 以及由定值电阻、导线、滑动变阻器等组装好的多用电表。当选择开关接“3”时为量程  $250\ \text{V}$  的电压表。该多用电表表盘如图乙所示, 下排刻度均匀, 上排刻度线对应数值还没有及时标出。



- (1) 其中电阻  $R_2 = \underline{\quad}$   $\Omega$ 。
- (2) 选择开关接“1”时, 两表笔接入待测电路, 若指针指在图乙所示位置, 其读数为  $\underline{\quad}$  mA。
- (3) 兴趣小组在实验室找到了一个电阻箱, 利用组装好的多用电表设计了如下从“校”到“测”的实验:
- ①将选择开关接“2”, 红黑表笔短接, 调节  $R_1$  的阻值使电表指针满偏;



(3)  $P$ 、 $Q$  碰撞后运动的最大高度  $H$ 。



【答案】(1)  $t = 0.5\text{ s}$  (2)  $\mu_2 = 0.15$  (3)  $H = 1.8\text{ m}$

【解析】(1) 对小物块  $P$ ，根据牛顿第二定律：

$$\mu_1 mg = ma_1 \quad (1\text{ 分})$$

根据运动学公式： $L + x_0 = v_0 t - \frac{1}{2} a_1 t^2$  (1分)

联立可得： $t = 0.5\text{ s}$  (1分)

(2) 对薄木板，根据牛顿第二定律：

$$\mu_1 mg - \mu_2 (m + M)g = Ma_2 \quad (1\text{ 分})$$

根据运动学公式： $x_0 = \frac{1}{2} a_2 t^2$  (1分)

联立可得： $\mu_2 = 0.15$  (2分)

(3) 小物块  $P$  运动至刚与  $Q$  发生碰撞时的速度：

$$v = v_0 - a_1 t \quad (1\text{ 分})$$

对  $P$ 、 $Q$  系统，碰撞瞬间根据动量守恒定律：

$$mv = (m + m)v_1 \quad (1\text{ 分})$$

沿圆弧面继续运动过程，根据能量守恒：

$$\frac{1}{2} 2mv_1^2 = 2mgH \quad (1\text{ 分})$$

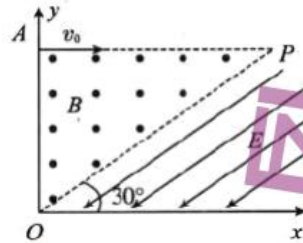
联立以上各式可得：

$$H = 1.8\text{ m} \quad (1\text{ 分})$$

14. 如图所示的坐标系内，直角三角形  $OPA$  区域内有一方向垂直于纸面向外的匀强磁场。在  $x$  轴上方，三角形磁场区域右侧存在一个与三角形  $OP$  边平行的匀强电场，电场强度为  $E$ ，方向斜向下并与  $x$  轴的夹角为  $30^\circ$ ，已知  $OP$  边的长度为  $L$ ，有一不计重力、质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的带正电的粒子从静止开始经加速电场加速后，以  $v_0$  的速度从  $A$  点垂直于  $y$  轴射入磁场；一段时间后，该粒子在  $OP$  边上某点以垂直于  $OP$  边方向射入电场，最终速度方向垂直于  $x$  轴射出电场。求：



- (1) 加速电压及匀强磁场的磁感应强度大小
- (2) 带电粒子到达  $x$  轴时的动能与带电粒子刚进入磁场时动能的比值
- (3) 带电粒子从射入磁场到运动至  $x$  轴的时间



【答案】(1)  $\frac{mv_0^2}{2q}$     $\frac{2mv_0}{qL}$    (2)  $\frac{4}{3}$    (3)  $\frac{\pi L}{6v_0} + \frac{\sqrt{3}mv_0}{3qE}$

【解析】(1) 设加速电场的电压为  $U$ ，由动能定理可得

$$qU = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (1 \text{分})$$

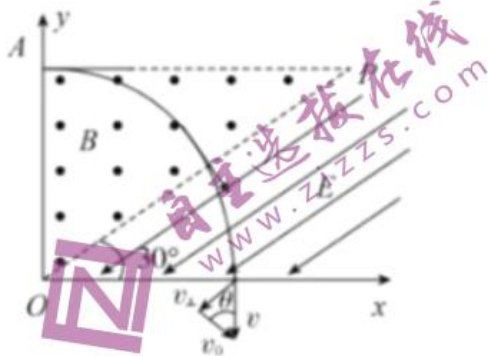
解得  $U = \frac{mv_0^2}{2q} \quad (1 \text{分})$

根据题设，带电粒子垂直  $OP$  边射入电场，设带电粒子在磁场中运动半径为  $R$ ，如图所示，由几何关系可得  $R = L\cos 60^\circ \quad (1 \text{分})$

在磁场中，洛伦兹力提供向心力则有

$$qv_0B = \frac{mv_0^2}{R} \quad (1 \text{分})$$

解得  $B = \frac{2mv_0}{qL} \quad (1 \text{分})$



- (2) 设带电粒子到达  $x$  轴时的速度为  $v$ ，根据几何关系可得，带电粒子刚进入磁场时的



$$E_{k1} = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (1 \text{分})$$

$$v = \frac{v_0}{\cos 30^\circ} \quad (1 \text{分})$$

带电粒子到达  $x$  轴时的动能

$$E_{k2} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{2}{3}mv_0^2 \quad (1 \text{分})$$

则有带电粒子到达  $x$  轴时的动能与带电粒子刚进入磁场时动能的比值

$$\frac{E_{k2}}{E_{k1}} = \frac{4}{3} \quad (1 \text{分})$$

(3) 带电粒子在磁场中运动时间为

$$t_1 = \frac{60^\circ}{360^\circ}T = \frac{1}{6}T \quad (1 \text{分})$$

$$T = \frac{2\pi R}{v_0} = \frac{2\pi m}{qB} \quad (1 \text{分})$$

带电粒子在电场中运动至  $x$  轴时有

$$v_\perp = at_2 = \frac{qE}{m}t_2 \quad (1 \text{分})$$

由几何关系可知

$$v_\perp = v_0 \tan 30^\circ \quad (1 \text{分})$$

带电粒子从射入磁场到运动至  $x$  轴的时间

$$t = t_1 + t_2 = \frac{\pi L}{6v_0} + \frac{\sqrt{3}mv_0}{3qE} \quad (1 \text{分})$$

(二) 选考题: 共 12 分。请考生从 15、16 两题中任选一题作答。如果多做, 则按所做的第一题计分。

15. [选修 3-3] (12 分)

(1) (5 分) 下列说法中正确的是\_\_\_\_\_ (填正确答案标号。选对 1 个得 2 分, 选对 2 个得 4 分, 选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)

- A. 房间内空气中水蒸气的压强越小, 人体水分蒸发得越快
- B. 液晶与单晶体一样具有各向异性
- C. 当分子间作用力表现为引力时, 作用力随分子间距离的减小而增大
- D. 温度升高, 物体所有分子运动的速度都会变大
- E. 若一定质量的理想气体与外界没有热交换, 压缩气体, 气体的温度一定升高



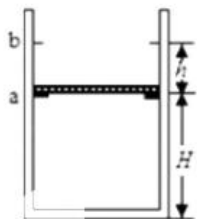
(1) 【答案】ABE

【解析】空气中水蒸气压强越小，越远离饱和汽压，水蒸发越快，选项 A 正确；液晶具有液体的流动性，其光学性质与单晶体相似，具有各向异性，选项 B 正确；分子间的作用力表现为引力时，作用力随分子间距的减小，可能增大，可能减小，也可能先增大后减小，选项 C 错误；温度升高，物体内并非所有分子运动的速度都会变大，有的分子运动的速度会变小，选项 D 错误；改变物体内能的两种方式有热传递和做功，若一定质量的理想气体与外界没有热交换即  $Q=0$ ，压缩气体，外界对气体做正功即  $W>0$ ，根据热力学第一定律  $\Delta U=Q+W$ ，得  $\Delta U>0$ ，即气体的内能增加，则气体的温度一定升高，选项 E 正确。

(2) (7分) 如图，一竖直放置的汽缸上端开口，汽缸壁内有卡口  $a$  和  $b$ ， $a$ 、 $b$  间距为  $h$ ， $a$  距缸底的高度为  $H$ ；活塞只能在  $a$ 、 $b$  间移动，其下方密封有一定质量的理想气体，已知活塞质量为  $m$ ，面积为  $S$ ，厚度可忽略；活塞和汽缸壁均绝热，不计它们之间的摩擦，开始时活塞处于静止状态，上、下方气体压强均为  $p_0$ ，温度均为  $T_0$ ，现用电热丝缓慢加热汽缸中的气体，直至活塞刚好到达  $b$  处。重力加速度为  $g$ 。求：

(1) 活塞即将离开卡口  $a$  时，汽缸中气体的压强  $p_1$  和温度  $T_1$ ；

(2) 活塞刚到达  $b$  处时，汽缸中气体的温度  $T_2$ 。



【答案】(1)  $p_1 = p_0 + \frac{mg}{S}$ ,  $T_1 = \left(1 + \frac{mg}{p_0 S}\right) T_0$  (2)  $T_2 = \frac{H+h}{H} \left(1 + \frac{mg}{p_0 S}\right) T_0$

【解析】(1) 活塞即将离开卡口  $a$  时，对卡口  $a$  的压力为零，活塞平衡

$$p_1 S = p_0 S + mg \quad (1 \text{分})$$

解得活塞即将离开卡口  $a$  时，汽缸中气体的压强

$$p_1 = p_0 + \frac{mg}{S} \quad (1 \text{分})$$

活塞离开卡口  $a$  之前，汽缸中气体体积保持不变

$$\frac{p_0}{T_0} = \frac{p_1}{T_1} \quad (1 \text{分})$$

解得活塞即将离开卡口  $a$  时，汽缸中气体的温度

$$T_1 = \left(1 + \frac{mg}{p_0 S}\right) T_0 \quad (1 \text{分})$$

(2) 活塞从离开卡口  $a$  至到达  $b$  处前的过程中，压强保持  $p_1$  不变

$$\frac{SH}{T_1} = \frac{S(H+h)}{T_2} \quad (1 \text{ 分})$$

解得活塞刚到达  $b$  处时，汽缸中气体的温度

$$T_2 = \frac{H+h}{H} \left( 1 + \frac{mg}{p_0 s} \right) T_0 \quad (2 \text{ 分})$$

16. [选修 3--4]

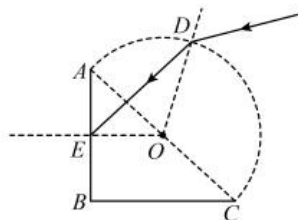
(1) 下列说法正确的是\_\_\_\_\_ (填正确答案标号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)

- A. 电磁波在真空中的传播速度与电磁波的频率有关
  - B. 电磁波可以发生衍射现象和偏振现象
  - C. 简谐机械波在给定的介质中传播时，振动的频率越高，则波传播速度越大
  - D. 紫外线在水中的传播速度小于红外线在水中的传播速度
  - E. 狭义相对论认为，真空中的光速在不同的惯性参考系中都是相同的，光速与光源、观察者间的相对运动无关
- 【答案】BDE

【解析】A. 电磁波在真空中的传播速度都是一样的，与电磁波的频率无关，故 A 错误；B. 一切波都有衍射现象，横波具有偏振现象，电磁波属于波的一种，且是横波，故电磁波都能发生衍射现象和偏振现象，故 B 正确；C. 简谐机械波在给定的介质中传播时，波传播速度与介质有关，与频率无关，故 C 错误；D. 依据  $v = \frac{c}{n}$ ，且紫外线的折射率大于红外线，因此紫外线在水中的传播速度小于红外线在水中的传播速度，故 D 正确；E. 狭义相对论中光速不变原理为，真空中的光速在不同的惯性参考系中都是相同的，故 E 正确。故选 BDE。

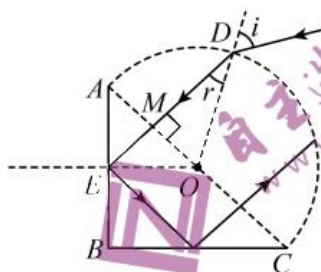
(2) (7 分) 如图所示，某玻璃砖的截面由半圆和等腰直角三角形  $ABC$  组成， $AC$  是半圆的直径， $AC$  长为  $d$ ，一束单色光照射在圆弧面上的  $D$  点，入射角为  $60^\circ$ ，折射光线刚好照射在  $AB$  边的中点  $E$ ，折射光线在  $AB$  面上的入射角为  $45^\circ$ ，光在真空中传播速度为  $c$ ，求：

- (1) 玻璃砖对单色光的折射率；
- (2) 光在玻璃砖中传播的时间 (不考虑光在圆弧面上的反射)。



【答案】(1)  $\sqrt{3}$  (2)  $\frac{(3+2\sqrt{3})R}{c}$

【解析】(1) 折射光线在 AB 面上的入射角为  $45^\circ$ , 则  $DE \perp AC$ , 由几何关系可知, AO 与 DE 的交点 M 到 A 的距离等于到 O 的距离, 如图 (1 分)



则有  $OM = \frac{1}{2}R$

设光线在 D 点的入射角和折射角分别为  $i$  和  $r$ , 由几何关系可得

$$\sin r = \frac{OM}{R} = \frac{\frac{1}{2}R}{R} = \frac{1}{2} \quad (1 \text{ 分}) \quad \text{因此折射角为 } r=30^\circ$$

由折射定律, 可得玻璃砖对单色光的折射率为

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 由公式  $\sin C = \frac{1}{n}$ , 可得  $C = 30^\circ < 45^\circ$  (1 分)

可知光在 AB 界面处发生全反射, 结合入射角等于反射角的关系以及几何关系可知, 光恰好到达 BC 的中点, 而且到达 BC 界面处仍然发生全反射, 光在玻璃砖内的光路如图, 则光在玻璃砖内的路程为

$$s = 2\left(\frac{R}{2} + R \cos r\right) + R = (2 + \sqrt{3})R \quad (1 \text{ 分})$$

光在玻璃砖内的传播速度为  $v = \frac{c}{n}$

则光在玻璃砖中传播的时间为  $t = \frac{s}{v}$  (1 分) 联立方程, 解得  $t = \frac{(3+2\sqrt{3})R}{c}$  (1 分)

## 关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（<http://www.zizzs.com/>）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国90%以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信号：**zizzsw**。



微信搜一搜



自主选拔在线

关注后获取更多资料：

回复“答题模板”，即可获取《高中九科试卷的解题技巧和答题模版》

回复“必背知识点”，即可获取《高考考前必背知识点》