

## 2018 年普通高等学校招生全国统一考试（海南卷）物理

一、单项选择题: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。

1. (5 分) 一攀岩者以  $1\text{m/s}$  的速度匀速向上攀登,途中碰落了岩壁上的石块,石块自由下落。3s 后攀岩者听到石块落地的声音,此时他离地面的高度约为( )

- A. 10m
- B. 30m
- C. 50m
- D. 70m

解析: 石块下落的高度:  $h = \frac{1}{2}gt^2 = 45\text{m}$ 。

该过程中, 攀岩者向上上升的高度:  $x = vt = 1 \times 3 = 3\text{m}$

此时他离地面的高度约为:  $H = h + x = 45 + 3 = 48\text{m} \approx 50\text{m}$ 。故 ABD 错误, C 正确。

答案: C

2. (5 分) 土星与太阳的距离是火星与太阳距离的 6 倍多。由此信息可知( )

- A. 土星的质量比火星的小
- B. 土星运行的速率比火星的小
- C. 土星运行的周期比火星的小
- D. 土星运行的角速度大小比火星的大

解析: A、万有引力提供向心力, 可知土星与火星的质量都被约去, 无法比较两者的质量。

C、由  $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$ , 得  $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{Gm}}$ , 知  $r$  大, 周期长, C 错误。

D、由  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ , 知  $r$  大, 角速度小, D 错误。

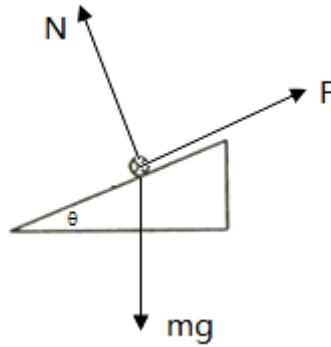
答案: B

3. (5 分) 如图, 一绝缘光滑固定斜面处于匀强磁场中, 磁场的磁感应强度大小为  $B$ , 方向垂直于斜面向上, 通有电流  $I$  的金属细杆水平静止在斜面上。若电流变为  $0.5I$ , 磁感应强度大小变为  $3B$ , 电流和磁场的方向均不变, 则金属细杆将( )



- A. 沿斜面加速上滑
- B. 沿斜面加速下滑
- C. 沿斜面匀速上滑
- D. 仍静止在斜面上

解析: 当磁场的磁感应强度大小为  $B$ , 电流变为  $I$  时, 金属棒处于静止状态, 根据平衡条件和安培力公式可得:  $BIL = mg \sin \theta$ ,



当磁场的磁感应强度大小为  $3B$ ，电流变为  $0.5I$  时，此时安培力大小变为：  
 $F=3B \times 0.5I \times L=1.5BIL$ ，金属棒将沿斜面向上加速，加速度大小为：

$$a = \frac{1.5BIL - mg\sin\theta}{m} = \frac{0.5mg\sin\theta}{m} = \frac{g\sin\theta}{2}。故 A 正确、BCD 错误。$$

答案：A

4. (5分) 已知  ${}_{90}^{234}\text{Th}$  的半衰期为 24 天。4g  ${}_{90}^{234}\text{Th}$  经过 72 天还剩下( )

- A. 0
- B. 0.5g
- C. 1g
- D. 1.5g

解析：根据半衰期为 24 天，经过 72 天，发生 3 次衰变，

依据  $m=m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^3$ ，代入数据解得： $m=4 \times \left(\frac{1}{2}\right)^3=0.5\text{g}$ ，故 ACD 错误，B 正确。

答案：B

5. (5分) 如图，用长为  $l$  的轻绳悬挂一质量为  $M$  的沙箱，沙箱静止。一质量为  $m$  的弹丸以速度  $v$  水平射入沙箱并留在其中，随后与沙箱共同摆动一小角度。不计空气阻力。对于弹丸射入沙箱到与其共同摆过一小角度的过程( )



- A. 若保持  $m$ 、 $v$ 、 $l$  不变， $M$  变大，则系统损失的机械能变小
- B. 若保持  $M$ 、 $v$ 、 $l$  不变， $m$  变大，则系统损失的机械能变小
- C. 若保持  $M$ 、 $m$ 、 $l$  不变， $v$  变大，则系统损失的机械能变大
- D. 若保持  $M$ 、 $m$ 、 $v$  不变， $l$  变大，则系统损失的机械能变大

解析：弹丸击中沙箱过程系统水平方向动量守恒，以弹丸的初速度方向为正方向，

由动量守恒定律得： $mv = (M+m)v'$ ，解得： $v' = \frac{mv}{M+m}$ ，

弹丸与沙箱一起摆动过程系统机械能守恒，由能量守恒定律可知，

整个过程系统损失的机械能： $\Delta E = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}(M+m)v'^2 = \frac{Mmv^2}{2(M+m)}$ ；

A、若保持  $m$ 、 $v$ 、 $l$  不变， $M$  变大，系统损失的机械能： $\Delta E = \frac{Mmv^2}{2(M+m)} = \frac{mv^2}{2\left(1+\frac{m}{M}\right)}$  变大，

故 A 错误;

B、若保持  $M$ 、 $v$ 、 $l$  不变,  $m$  变大, 则系统损失的机械能:  $\Delta E = \frac{Mmv^2}{2(M+m)} = \frac{mv^2}{2(1+\frac{M}{m})}$  变大,

故 B 错误;

C、若保持  $M$ 、 $m$ 、 $l$  不变,  $v$  变大, 则系统损失的机械能:  $\Delta E = \frac{Mmv^2}{2(M+m)}$  变大, 故 C 正确;

D、若保持  $M$ 、 $m$ 、 $v$  不变,  $l$  变大, 则系统损失的机械能:  $\Delta E = \frac{Mmv^2}{2(M+m)}$  不变, 故 D 错误。

答案: C

6. (5分) 某大瀑布的平均水流量为  $5900\text{m}^3/\text{s}$ , 水的落差为  $50\text{m}$ 。已知水的密度为  $1.00 \times 10^3\text{kg}/\text{m}^3$  在大瀑布水流下落过程中, 重力做功的平均功率约为( )

- A.  $3 \times 10^6\text{W}$
- B.  $3 \times 10^7\text{W}$
- C.  $3 \times 10^8\text{W}$
- D.  $3 \times 10^9\text{W}$

解析: 设在很短时间  $t$  内有质量为  $m$  的水落下, 重力做功的平均功率  $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t}$

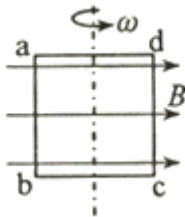
水的质量  $m = \rho Qt$

代入数据解得,  $P = 3 \times 10^9\text{W}$ 。

答案: D

二、多项选择题: 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, 有多个选项是符合题目要求的。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. (5分) 如图, 在磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场中, 有一面积为  $S$  的矩形单匝闭合导线  $abcd$ ,  $ab$  边与磁场方向垂直, 线框的电阻为  $R$ 。使线框以恒定角速度  $\omega$  绕过  $ad$ 、 $bc$  中点的轴旋转。下列说法正确的是( )



- A. 线框  $abcd$  中感应电动势的最大值是  $BS\omega$
- B. 线框  $abcd$  中感应电动势的有效值是  $BS\omega$
- C. 线框平面与磁场方向平行时, 流经线框的电流最大
- D. 线框平面与磁场方向垂直时, 流经线框的电流最大

解析: AB、线框  $abcd$  绕垂直于磁场的轴转动, 产生的感应电动势的最大值是  $E_m = BS\omega$ , 故 A 正确, B 错误;

CD、线框平面与磁场方向平行时, 此时线圈处于与中性面垂直位置, 故此时产生的感应电动势最大, 流经线框的电流最大, 故 C 正确, D 错误。

答案: AC

8. (5分) 如图 (a), 一长木板静止于光滑水平桌面上,  $t=0$  时, 小物块以速度  $v_0$  滑到长木板上, 图 (b) 为物块与木板运动的  $v-t$  图象, 图中  $t_1$ 、 $v_0$ 、 $v_1$  已知。重力加速度大小为  $g$ 。由此可求得( )

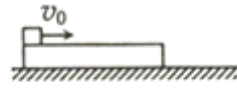


图 (a)

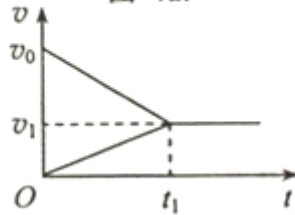


图 (b)

- A. 木板的长度
- B. 物块与木板的质量之比
- C. 物块与木板之间的动摩擦因数
- D. 从  $t=0$  开始到  $t_1$  时刻，木板获得的动能

解析：A、系统动量守恒，应用动量守恒定律与能量守恒定律可以求出物块相对木板滑行的距离，木板的长度可能等于该长度、也可能大于该长度，根据题意无法求出木板的长度，故 A 错误；

B、物块与木板作出的系统动量守恒，以物块的初速度方向为正方向，由动量守恒定律得：

$$mv_0 = (m+M)v_1, \text{ 解得: } \frac{m}{M} = \frac{v_1}{v_0 - v_1}, \text{ } v_0 \text{ 与 } v_1 \text{ 已知, 可以求出物块与木板的质量之比, 故 B}$$

正确；

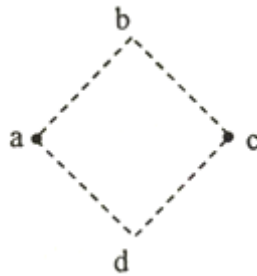
C、对木板，由动量定理得： $\mu mgt_1 = Mv_1$ ，解得： $\mu = \frac{v_0 - v_1}{gt_1}$ ，由于  $t_1$ 、 $v_0$ 、 $v_1$  已知，可以求

出动摩擦因数，故 C 正确；

D、由于不知道木板的质量，无法求出从  $t=0$  开始到  $t_1$  时刻，木板获得的动能，故 D 错误。

答案：BC

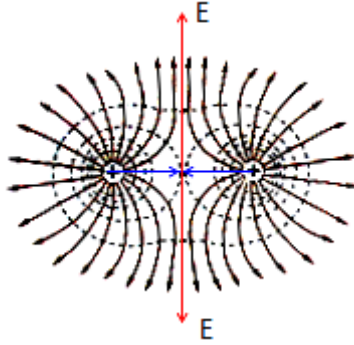
9. (5分) 如图，a、b、c、d 为一边长为  $L$  的正方形的顶点。电荷量均为  $q$  ( $q > 0$ ) 的两个点电荷分别固定在 a、c 两点，静电力常量为  $k$ 。不计重力。下列说法正确的是( )



A. b 点的电场强度大小为  $\frac{\sqrt{2}kq}{L^2}$

- B. 过 b、d 点的直线位于同一等势面上
- C. 在两点电荷产生的电场中，ac 中点的电势最低
- D. 在 b 点从静止释放的电子，到达 d 点时速度为零

解析：等量同种点电荷的电场线与等势面分布如图：



A、ac 两电荷在 b 点的电场强度是矢量合， $E_a = E_c = \frac{kq}{L^2}$ ，则 b 点的电场强度大小为：

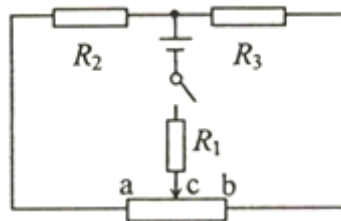
$$E = 2E_a \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}kq}{L^2}, \text{ 故 A 正确;}$$

B、C、由等量同种点电荷的电场分布的特点可知，过 b、d 的直线不是等势面，在 ac 中点的电势最高。故 B 错误，C 错误；

D、结合等量同种点电荷的电场分布的特点可知，b 点与 d 点的电势是相等的，所以电子在 b、d 两点的电势能相等，所以从 b 点释放的电子，将沿 bd 的方向运动，到达 d 点的速度恰好等于 0。故 D 正确。

答案：AD

10. (5 分) 如图，三个电阻  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  的阻值均为  $R$ ，电源的内阻  $r < R$ ，c 为滑动变阻器的中点。闭合开关后，将滑动变阻器的滑片由 c 点向 a 端滑动，下列说法正确的是 ( )



- A.  $R_2$  消耗的功率变小
- B.  $R_3$  消耗的功率变大
- C. 电源输出的功率变大
- D. 电源内阻消耗的功率变大

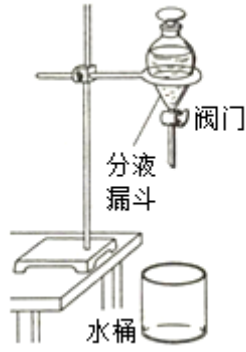
解析：ABD、c 为滑动变阻器的中点，滑动触头在此点时，总电阻最大，将滑动变阻器的滑片由 c 点向 a 端滑动，总电阻减小，总电流增大， $R_1$  和电源内阻分的电压增大，电源内阻消耗的功率变大，并联电路电压减小， $R_3$  所在之路电阻增大，电压减小，故电流减小， $R_3$  消耗的功率减小，而  $R_2$  的电流增大，故  $R_2$  功率增大，故 AB 错误，D 正确；

C、电源输出的功率  $P$  在  $r=R_{外}$  时最大，电源的内阻  $r < R_{外}$ ， $R_{外}$  减小时，电源输出功率增大，故 C 正确。

答案：CD

三、实验题：本题共 2 小题，共 18 分。把答案写在答题卡中指定的答题处，不要求写出演算过程。

11. (6 分) 学生课外实验小组使用如图所示的实验装置测量重力加速度大小。实验时，他们先测量分液漏斗下端到水桶底部的距离  $s$ ；然后使漏斗中的水一滴一滴地落下，调整阀门使水滴落到桶底发出声音的同时，下一滴水刚好从漏斗的下端滴落；用秒表测量第 1 个水滴从漏斗的下端滴落至第  $n$  个水滴落到桶底所用的时间  $t$ 。



(1) 重力加速度大小可表示为  $g = \underline{\hspace{2cm}}$  (用  $s$ 、 $n$ 、 $t$  表示);

解析: 根据自由落体运动的位移与时间关系  $h = \frac{1}{2}gT^2$ ,

则有:  $g = \frac{2h}{T^2}$ ,

而  $T = \frac{t}{n}$ , 解得:  $g = \frac{2n^2s}{t^2}$ 。

答案:  $\frac{2n^2s}{t^2}$ 。

(2) 如果某次实验中,  $s = 0.90\text{m}$ ,  $n = 30$ ,  $t = 13.0\text{s}$ , 则测得的重力加速度大小  $g = \underline{\hspace{1cm}}\text{m/s}^2$ ; (保留 2 位有效数字)

解析: 将  $s = 0.90\text{m}$ ,  $n = 30$ ,  $t = 13.0\text{s}$ , 代入数据, 解得:  $g = 9.6\text{m/s}^2$ 。

答案: 9.6。

(3) 写出一条能提高测量结果准确程度的建议: 适当增大  $n$ 。

解析: 根据公式  $g = \frac{2n^2s}{t^2}$ , 要能提高测量结果准确程度, 可适当增大  $n$ , 或多次测量  $s$  取平均值;

答案: “适当增大  $n$ ” 或 “多次测量取平均值”。

12. (12 分) 某同学利用图 (a) 中的电路测量电流表  $\text{A}$  的内阻  $R_A$  (约为  $5\Omega$ ) 和直流电源的电动势  $E$  (约为  $10\text{V}$ )。图中  $R_1$  和  $R_2$  为电阻箱,  $S_1$  和  $S_2$  为开关。已知电流表的量程为  $100\text{mA}$ , 直流电源的内阻为  $r$ 。

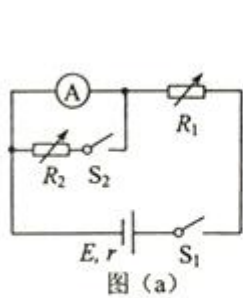


图 (a)

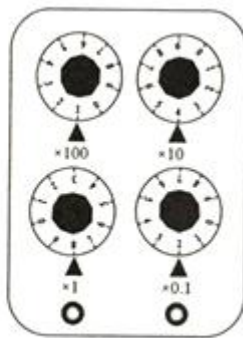


图 (b)

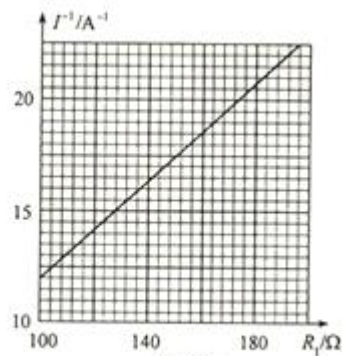


图 (c)

(1) 断开  $S_2$ , 闭合  $S_1$ , 调节  $R_1$  的阻值, 使  $\text{A}$  满偏; 保持  $R_1$  的阻值不变, 闭合  $S_2$ , 调节  $R_2$ , 当  $R_2$  的阻值为  $4.8\Omega$  时  $\text{A}$  的示数为  $48.0\text{mA}$ 。忽略  $S_2$  闭合后电路中总电阻的变化, 经计算得  $R_A = \underline{\quad\quad\quad}$   $\Omega$ ; (保留 2 位有效数字)

解析: 由题意可知, 干路电流不变为:  $I_g = 100\text{mA}$ , 流过电阻箱的电流:  $I_2 = I_g - I_A = 100\text{mA} - 48\text{mA} = 52\text{mA}$ ,

$$\text{电流表内阻: } R_A = \frac{U}{I_A} = \frac{I_2 R_2}{I_A} = \frac{52\text{mA} \times 4.8\Omega}{48\text{mA}} = 5.2\Omega。$$

答案: 5.2。

(2) 保持  $S_1$  闭合, 断开  $S_2$ , 多次改变  $R_1$  的阻值, 并记录电流表的相应示数。若某次  $R_1$  的示数如图 (b) 所示, 则此次  $R_1$  的阻值为  $\underline{\quad\quad\quad}$   $\Omega$ ;

解析: 由图 (b) 所示可知, 电阻箱阻值为:  $1 \times 100\Omega + 4 \times 10\Omega + 8 \times 1\Omega + 2 \times 0.1\Omega = 148.2\Omega$ 。

答案: 148.2。

(3) 利用记录的  $R_1$  的阻值和相应的电流表示数  $I$ , 作出  $I^{-1} - R_1$  图线, 如图 (c) 所示。用电池的电动势  $E$ 、内阻  $r$  和电流表内阻  $R_A$  表示  $I^{-1}$  随  $R_1$  变化的关系式为  $I^{-1} = \underline{\quad\quad\quad}$ 。利用图 (c) 可求得  $E = \underline{\quad\quad\quad}$   $\text{V}$ 。(保留 2 位有效数字)

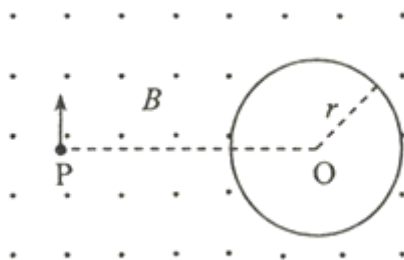
解析: 断开  $S_2$ 、闭合  $S_1$ , 由图示电路图可知, 电源电动势:  $E = I(r + R_1 + R_A)$ , 则:  $\frac{1}{I} = \frac{1}{E} R_1 + \frac{r + R_A}{E}$ ,

$$\frac{1}{I} - R_1 \text{ 图象的斜率: } k = \frac{1}{E} = \frac{15 - 12}{128 - 100}, \text{ 解得: } E \approx 9.3\text{V}。$$

答案:  $\frac{1}{E} R_1 + \frac{r + R_A}{E}$ ; 9.3。

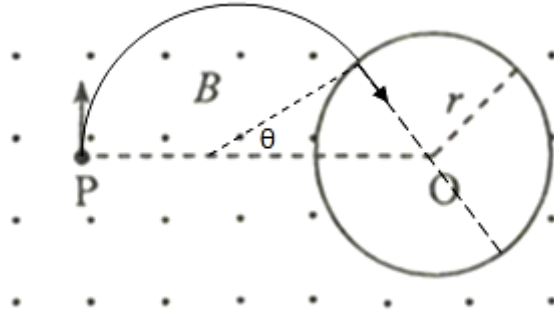
四、计算题: 本题共 2 小题, 共 26 分。把解答写在答题卡中指定的答题处, 要求写出必要的文字说明、方程式和演算步骤。

13. (10 分) 如图, 圆心为  $O$ 、半径为  $r$  的圆形区域外存在匀强磁场, 磁场方向垂直于纸面向外, 磁感应强度大小为  $B$ 。P 是圆外一点,  $OP = 3r$ 。一质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  ( $q > 0$ ) 的粒子从 P 点在纸面内垂直于  $OP$  射出。已知粒子运动轨迹经过圆心  $O$ , 不计重力。求:



(1) 粒子在磁场中做圆周运动的半径;

解析: 根据题意, 画出粒子在磁场中运动的轨迹, 如图所示



设粒子在磁场中做圆周运动的半径为  $R$ ，由几何关系有：

$$(3r - R)^2 = R^2 + r^2$$

解得： $R = \frac{4}{3}r$ 。

答案：粒子在磁场中做圆周运动的半径为  $\frac{4}{3}r$ 。

(2) 粒子第一次在圆形区域内运动所用的时间。

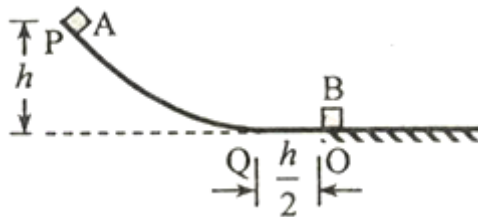
解析：由  $R = \frac{mv}{qB}$  得

$$v = \frac{4qBr}{3m}$$

粒子第一次在圆形区域内运动的时间  $t = \frac{2r}{v} = \frac{3m}{2qB}$ 。

答案：粒子第一次在圆形区域内运动所用的时间为  $\frac{3m}{2qB}$ 。

14. (16分) 如图，光滑轨道 PQO 的水平段  $QO = \frac{h}{2}$ ，轨道在 O 点与水平地面平滑连接。一质量为  $m$  的小物块 A 从高  $h$  处由静止开始沿轨道下滑，在 O 点与质量为  $4m$  的静止小物块 B 发生碰撞。A、B 与地面间的动摩擦因数均为  $\mu = 0.5$ ，重力加速度大小为  $g$ 。假设 A、B 间的碰撞为完全弹性碰撞，碰撞时间极短。求：



(1) 第一次碰撞后瞬间 A 和 B 速度的大小；

解析：A 下滑过程机械能守恒，由机械能守恒定律得： $mgh = \frac{1}{2}mv_0^2$ ，

A、B 发生完全弹性碰撞，碰撞过程动量守恒、机械能守恒，

以向右为正方向，由动量守恒定律得： $mv_0 = mv_A + 4mv_B$ ，

由机械能守恒定律得： $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2} \cdot 4mv_B^2$ ，



解得：  $v_A = -\frac{3}{5}\sqrt{2gh}$  ,  $v_B = \frac{2}{5}\sqrt{2gh}$  。

答案：第一次碰撞后瞬间 A 和 B 速度的大小分别为  $\frac{3}{5}\sqrt{2gh}$  、  $\frac{2}{5}\sqrt{2gh}$  。

(2) A、B 均停止运动后，二者之间的距离。

解析：物块 B 在粗糙水平面上做匀减速直线运动，最终速度为零，由动能定理得：

对 B：  $-\mu \cdot 4mgx = 0 - \frac{1}{2} \cdot 4mv_B^2$  ,  $x = \frac{8h}{25}$  ,

设当物块 A 的位移为 x 时速度为 v，

对 A，由动能定理得：  $-\mu mgx = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$  ,

解得：  $v = \sqrt{\frac{2}{5}gh}$  ,

A、B 发生弹性碰撞，碰撞过程系统动量守恒、机械能守恒，

以向右为正方向，由动量守恒定律得：  $mv = mv_A' + 4mv_B'$  ,

由机械能守恒定律得：  $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_A'^2 + \frac{1}{2} \cdot 4mv_B'^2$  ,

解得：  $v_A' = -\frac{3}{5}\sqrt{\frac{2}{5}gh}$  ,  $v_B' = \frac{2}{5}\sqrt{\frac{2}{5}gh}$  ,

碰撞后 A 向左做减速运动，B 向右做减速运动，由动能定理得：

对 A：  $-\mu mgx_A = 0 - \frac{1}{2}mv_A'^2$  ,

对 B：  $-\mu \cdot 4mgx_B = 0 - \frac{1}{2} \cdot 4mv_B'^2$  ,

解得：  $x_A = \frac{18}{125}h$  ,  $x_B = \frac{18}{125}h$  ,

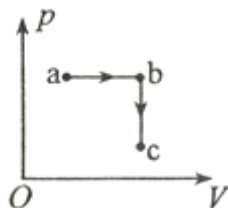
A、B 均停止运动后它们之间的距离：  $d = x_A + x_B = \frac{13}{125}h$  。

答案：A、B 均停止运动后，二者之间的距离为  $\frac{13}{125}h$  。

五、选修题：共 12 分。请考生从第 15、16 题中任选一题作答。如果多做，则按所做的第一题计分。

[选修 3-3]

15. (4 分) 如图，一定量的理想气体，由状态 a 等压变化到状态 b，再从 b 等容变化到状态 c。a、c 两状态温度相等。下列说法正确的是( )



- A. 从状态 b 到状态 c 的过程中气体吸热
- B. 气体在状态 a 的内能等于在状态 c 的内能

- C. 气体在状态 b 的温度小于在状态 a 的温度  
 D. 从状态 a 到状态 b 的过程中气体对外做正功

解析：A、气体从 A 到 B 发生等容变化，压强减小，温度降低，内能减小，气体对外界不做功，根据热力学第一定律知，气体放热，故 A 错误；

B、理想气体的内能只与温度有关，a、c 两状态温度相等，内能相等，所以气体在状态 a 的内能等于气体在状态 c 的内能，故 B 正确；

C、气体从状态 a 到状态 b 发生等压变化，根据盖 - 吕萨克定律知，体积增大，温度升高，所以气体在状态 b 的温度大于在状态 a 的温度，故 C 错误；

D、气体从状态 a 到状态 b，体积变大，气体对外界做正功，故 D 正确。

答案：BD

16. (8 分)一储存氮气的容器被一绝热轻活塞分隔成两个气室 A 和 B, 活塞可无摩擦地滑动。开始时用销钉固定活塞, A 中气体体积为  $2.5 \times 10^{-4} \text{m}^3$ , 温度为  $27^\circ\text{C}$ , 压强为  $6.0 \times 10^4 \text{Pa}$ ; B 中气体体积为  $4.0 \times 10^{-4} \text{m}^3$ , 温度为  $-17^\circ\text{C}$ , 压强为  $2.0 \times 10^4 \text{Pa}$ 。现将 A 中气体的温度降至  $-17^\circ\text{C}$ , 然后拔掉销钉, 并保持 A、B 中气体温度不变, 求稳定后 A 和 B 中气体的压强。

解析：对 A 中气体，

初态： $P_A = 6.0 \times 10^4 \text{Pa}$ 、 $V_A = 2.5 \times 10^{-4} \text{m}^3$ 、 $T_A = 273\text{K} + 27\text{K} = 300\text{K}$ 。

末态： $P_A' = ?$   $V_A' = ?$   $T_A' = 273\text{K} - 17\text{K} = 256\text{K}$

由理想气体状态方程得：
$$\frac{P_A V_A}{T_A} = \frac{P_A' V_A'}{T_A'} \dots \textcircled{1}$$

对 B 中气体，

初态： $P_B = 2.0 \times 10^4 \text{Pa}$ 、 $V_B = 4.0 \times 10^{-4} \text{m}^3$

末态： $P_B' = ?$   $V_B' = ?$

由于温度相同，根据玻意耳定律得：

$P_B V_B = P_B' \cdot V_B' \dots \textcircled{2}$

又  $V_A + V_B = V_A' + V_B' \dots \textcircled{3}$

$P_A' = P_B' \dots \textcircled{4}$

①②③④联立得： $p = 3.2 \times 10^4 \text{Pa}$ 。

答案：稳定后 A 和 B 中气体的压强为  $3.2 \times 10^4 \text{Pa}$ 。

[选修 3-4] (12 分)

17. (4 分) 警车向路上的车辆发射频率已知的超声波，同时探测反射波的频率。下列说法正确的是 ( )

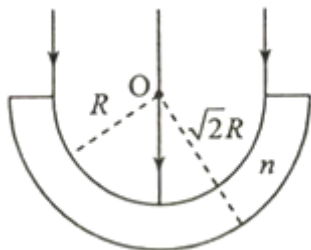
- A. 车辆匀速驶向停在路边的警车，警车探测到的反射波频率增高  
 B. 车辆匀速驶离停在路边的警车，警车探测到的反射波频率降低  
 C. 警车匀速驶向停在路边的汽车，探测到的反射波频率降低  
 D. 警车匀速驶离停在路边的汽车，探测到的反射波频率不变

解析：AC、车辆匀速驶向停在路边的警车，两者间距变小，产生多普勒效应，警车探测到的反射波频率增高，故 A 正确，C 错误。

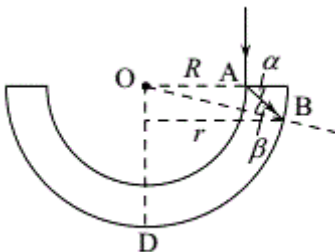
BD、车辆匀速驶离停在路边的警车，两者间距变大，产生多普勒效应，警车探测到的反射波频率降低，故 B 正确，D 错误。

答案：AB

18. (8 分) 如图，由透明介质构成的半球壳的内外表面半径分别为  $R$  和  $\sqrt{2} R$ 。一横截面半径为  $R$  的平行光束入射到半球壳内表面，入射方向与半球壳的对称轴平行，所有的入射光线都能从半球壳的外表面射出。已知透明介质的折射率为  $n = \sqrt{2}$ 。求半球壳外表面上有光线射出区域的圆形边界的半径。不考虑多次反射。



解析：设光从半球壳内表面边沿上的 A 点入射，入射角为  $90^\circ$ （全反射临界角也为  $\alpha$ ），然后在半球壳外表面内侧的 B 点发生折射，入射角为  $\beta$ ，如图所示。



由全反射临界角的定义得  $1 = n \sin \alpha$  ①

由正弦定理得

$$\frac{R}{\sin \beta} = \frac{\sqrt{2}R}{\sin \alpha} \quad ②$$

OD 为对称轴，设  $\angle BOD = \gamma$ ，由几何关系可知

$$\gamma = \frac{\pi}{2} - (\alpha - \beta) \quad ③$$

设 B 点到 OD 的距离为 r，即为所求的半球壳外表面上有光线射出区域的圆形边界的半径，由几何关系有

$$r = \sqrt{2} R \sin \gamma \quad ④$$

由①②③④及题给数据解得  $r = \frac{\sqrt{3} + 1}{2} R$ 。

答案：半球壳外表面上有光线射出区域的圆形边界的半径为  $\frac{\sqrt{3} + 1}{2} R$ 。