

2014 年普通高等学校招生全国统一考试(山东卷)物理

1. 如图, 用两根等长轻绳将木板悬挂在竖直木桩上等高的两点, 制成一简易秋千, 某次维修时将两轻绳各剪去一小段, 但仍能保持等长且悬挂点不变。木板静止时,  $F_1$  表示木板所受合力的大小,  $F_2$  表示单根轻绳对木板拉力的大小, 则维修后

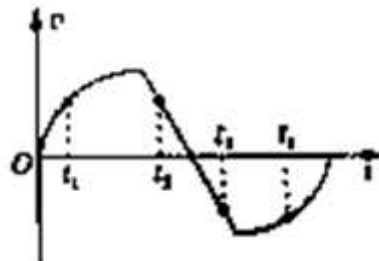


- A.  $F_1$  不变,  $F_2$  变大
- B.  $F_1$  不变,  $F_2$  变小
- C.  $F_1$  变大,  $F_2$  变大
- D.  $F_1$  变小,  $F_2$  变小

解析: 木板静止, 所受合力为零, 所以  $F_1$  不变, 将两轻绳各减去一小段, 木板再次静止, 两绳之间的夹角变大, 木板重力沿绳方向的分力变大, 故  $F_2$  变大, 正确选项 B。

答案: A

2. 一质点在外力作用下做直线运动, 其速度  $v$  随时间  $t$  变化的图像如图。在图中标出的时刻中, 质点所受合外力的方向与速度方向相同的有

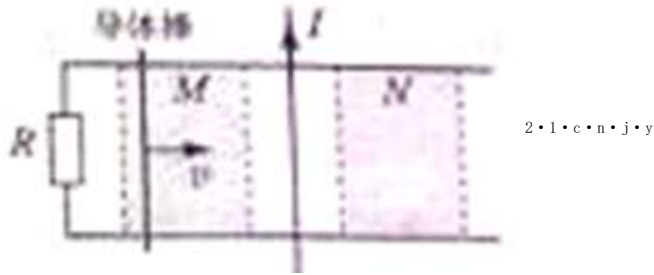


- A.  $t_1$
- B.  $t_2$
- C.  $t_3$
- D.  $t_4$

解析: 当物体做加速运动时, 加速度的方向和速度方向相同, 合外力的方向与加速度的方向相同, 图中  $t_1$  和  $t_3$  时刻质点所受合外力的方向与速度方向相同, 正确选项 AC。

答案: AC

3. 如图, 一端接有定值电阻的平行金属轨道固定在水平面内, 通有恒定电流的长直绝缘导线垂直并紧靠轨道固定, 导体棒与轨道垂直且接触良好。在向右匀速通过  $M$ 、 $N$  两区的过程中, 导体棒所受安培力分别用  $F_M$ 、 $F_N$  表示。不计轨道电阻, 以下叙述正确的是

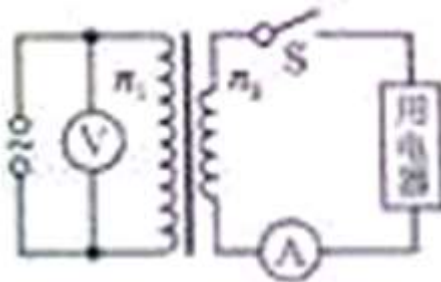


- A.  $F_M$  向右
- B.  $F_N$  向左
- C.  $F_M$  逐渐增大
- D.  $F_N$  逐渐减小

解析：由安培定则可知，通电导线在 M、N 区产生的磁场方向分别为垂直纸面向外、垂直纸面向里，导体棒向右通过 M 区时，由右手定则可知产生的电流方向向下，由左手定则可知， $F_M$  向左，同理可以判断， $F_N$  向左，越靠近通电导线磁场越强，导体棒匀速运动，由  $E=BLV$ 、 $I=\frac{E}{R}$ 、 $F=BIL$  可知， $F_M$  逐渐增大， $F_N$  逐渐减小，正确选项 BCD。

答案：BCD

4. 如图，将额定电压为 60V 的用电器，通过一理想变压器接在正弦交变电源上。闭合开关 S 后，用电器正常工作，交流电压表和交流电流表(均为理想电表)的示数分别为 220V 和 2.2A。以下判断正确的是



- A. 变压器输入功率为 484W
- B. 通过原线圈的电流的有效值为 0.6A
- C. 通过副线圈的电流的最大值为 2.2A
- D. 变压器原、副线圈的电流匝数比  $n_1:n_2 = 11:3$

解析：用电器正常工作，输出变压器输出电压为 60V，理想变压器输入功率等于输出功率：

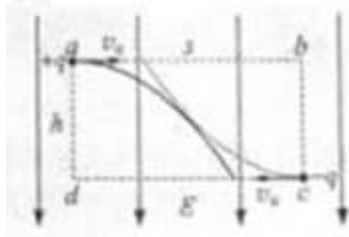
$$P_1 = P_2 = U_2 I_2 = 60 \times 2.2W = 132W ; \text{通过原线圈的电流为: } I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{132}{220} A = 0.6A ;$$

通过副线圈的电流最大值为：  $2.2 \times \sqrt{2} A \approx 3.1A$  ； 变压器原副线圈匝数比为：

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{60} = \frac{11}{3}, \text{ 正确选项为 BD.}$$

答案：BD

5. 如图，场强大小为 E、方向竖直向下的匀强电场中有一矩形区域  $abcd$ ，水平边  $ab$  长为  $s$ ，竖直边  $ad$  长为  $h$ 。质量均为  $m$ 、带电量分别为  $+q$  和  $-q$  的两粒子，由  $a$ 、 $c$  两点先后沿  $ab$  和  $cd$  方向以速率  $v_0$  进入矩形区(两粒子不同时出现在电场中)。不计重力，若两粒子轨迹恰好相切，则  $v_0$  等于



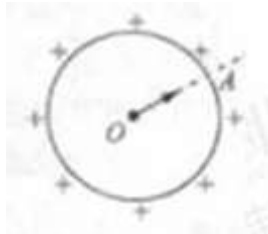
- A.  $\frac{s}{2} \sqrt{\frac{2qE}{mh}}$
- B.  $\frac{s}{2} \sqrt{\frac{qE}{mh}}$
- C.  $\frac{s}{4} \sqrt{\frac{2qE}{mh}}$
- D.  $\frac{s}{4} \sqrt{\frac{qE}{mh}}$

解析：粒子轨迹恰好相切，由对称性可知，切点为矩形的几何中心，由  $\frac{h}{2} = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t^2, \frac{s}{2} = v_0 t$ ,

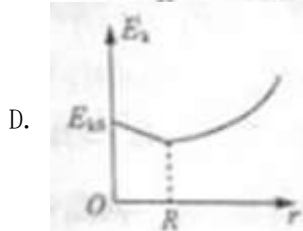
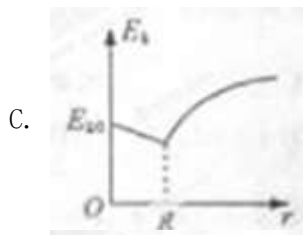
可得，  $v_0 = \frac{s}{2} \sqrt{\frac{qE}{mh}}$ ，正确选项 B。

答案：B

6. 如图，半径为  $R$  的均匀带正电薄球壳，其上有一小孔  $A$ 。已知壳内的场强处处为零；壳外空间的电场与将球壳上的全部电荷集中于球心  $O$  时在壳外产生的电场一样。一带正电的试探电荷（不计重力）从球心以初动能  $E_{k0}$  沿  $OA$  方向射出。下列关于试探电荷的动能  $E_k$  与离开球心的距离  $r$  的关系图像，可能正确的是



- A.
- B.



解析：壳内场强处处为零，试探电荷在壳内运动时动能不变，排除选项 CD；假设试探电荷在匀强电场中由静止开始运动，由动能定理可得， $Fr = E_k$ ，则  $\frac{E_k}{r} = F$ ， $E_k$  图像的斜率数值上等于电场力的大小，距离球壳越远试探电荷所受电场力越小，图像的斜率越小，正确选项为 A。

答案：A

7. 2013 年我国相继完成“神十”与“天宫”对接、“嫦娥”携“玉兔”落月两大航天工程。某航天爱好者提出“玉兔”回家的设想：如图，将携带“玉兔”的返回系统由月球表面发射到  $h$  高度的轨道上，与在该轨道绕月球做圆周运动的飞船对接，然后由飞船送“玉兔”返回地球。设“玉兔”质量为  $m$ ，月球半径为  $R$ ，月面的重力加速度为  $g_{月}$ 。以月面为零势能面，

“玉兔”在  $h$  高度的引力势能可表示为  $E_p = \frac{GMmh}{R(R+h)}$ ，其中  $G$  为引力常量， $M$  为月球质量。若忽略月球的自转，从开始发射到对接完成需要对“玉兔”做的功为



- A.  $\frac{mg_{月}R}{R+h}(h+2R)$   
 B.  $\frac{mg_{月}R}{R+h}(h+\sqrt{2}R)$   
 C.  $\frac{mg_{月}R}{R+h}\left(h+\frac{\sqrt{2}}{2}R\right)$   
 D.  $\frac{mg_{月}R}{R+h}\left(h+\frac{1}{2}R\right)$

解析：设玉兔在  $h$  高度的速度为  $v$ ，则由  $G\frac{Mm}{(R+h)^2} = \frac{mv^2}{R+h}$  可知，玉兔在该轨道上的动

能为： $E_k = \frac{1}{2} \frac{GMm}{R+h}$ ，由能的转化和守恒定律可知对玉兔做的功为：

$$W = E_p + E_k = \frac{1}{2} \frac{GMm}{R+h} + \frac{GMmh}{R(R+h)}$$

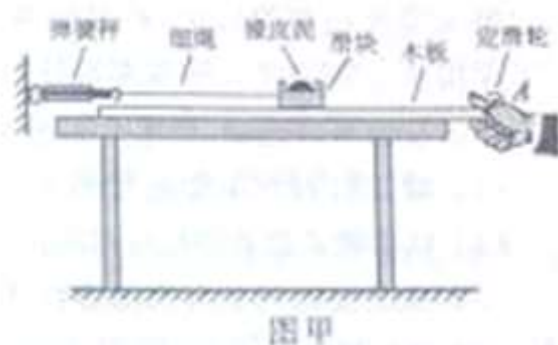
结合在月球表面： $G\frac{Mm}{R^2} = mg_{月}$ ，整理可知正确选

项为D。  
 答案：D

8. (8分) 某实验小组利用弹簧秤和刻度尺，测量滑块在木板上运动的最大速度。

实验步骤：

- ①用弹簧秤测量橡皮泥和滑块的总重力，记作  $G$ ；
- ②将装有橡皮泥的滑块放在水平木板上，通过水平细绳和固定弹簧秤相连，如图甲所示。在A端向右拉动木板，待弹簧秤示数稳定后，将读数记作  $F$ ；

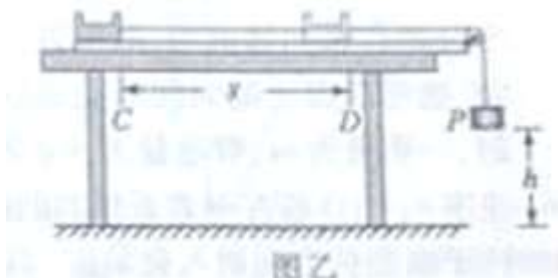


③改变滑块上橡皮泥的质量，重复步骤①②；

实验数据如下表所示：

$G/N$	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00
$F/N$	0.59	0.83	0.99	1.22	1.37	1.61

④如图乙所示，将木板固定在水平桌面上，滑块置于木板上左端C处，细绳跨过定滑轮分别与滑块和重物P连接，保持滑块静止，测量重物P离地面的高度  $h$ ；

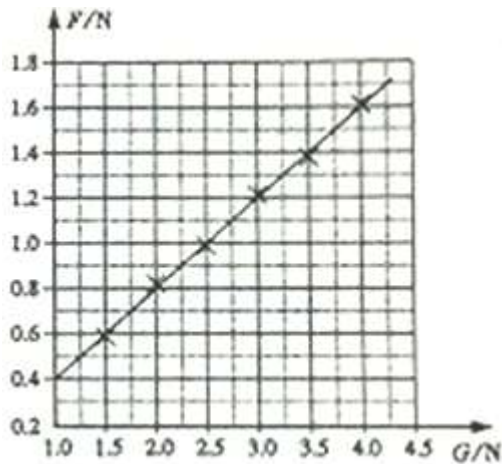


⑤滑块由静止释放后开始运动并最终停在木板上的D点(未与滑轮碰撞)，测量C、D间的距离  $s$ 。

完成下列作图和填空：

(1) 根据表中数据在给定坐标纸上作出  $F-G$  图线。

答案：如下图所示：



(2)由图线求得滑块和木板间的动摩擦因数  $\mu =$  \_\_\_\_\_ (保留 2 位有效数字)。

解析：由  $F = \mu G$  可知，
$$\mu = \frac{\Delta F}{\Delta G} = \frac{1.6 - 0.4}{4.0 - 1.0} = 0.40$$

答案：0.40(0.38、0.39、0.41、0.42 均正确)

(3)滑块最大速度的大小  $v =$  \_\_\_\_\_ (用  $h$ 、 $s$ 、 $\mu$  和重力加速度  $g$  表示)。

解析：滑块运动  $h$  达到最大速度  $v$ ，之后继续滑行直到停到  $D$  点，由动能定理可得：

$$-\mu mg(s-h) = -\frac{1}{2}mv^2 \text{ 解得： } v = \sqrt{2\mu g(s-h)}$$

答案： $\sqrt{2\mu g(s-h)}$

9. (10 分)实验室购买了一捆标称长度为 100m 的铜导线，某同学想通过实验测其实际长度。该同学首先测得导线横截面积为  $1.0\text{mm}^2$ ，查得铜的电阻率为  $1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ ，再利用图甲所示电路测出铜导线的电阻  $R_x$ ，从而确定导线的实际长度。可供使用的器材有： 版权所有：21

电流表：量程  $0.6\text{A}$ ，内阻约  $0.2\Omega$ ；

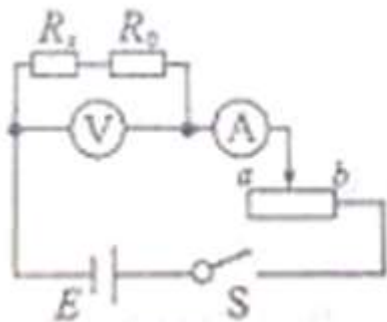
电压表：量程  $3\text{V}$ ，内阻约  $9\text{k}\Omega$ ；

滑动变阻器  $R_1$ ：最大阻值  $5\Omega$ ；

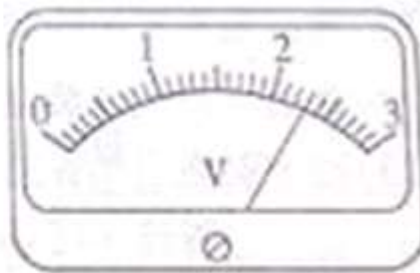
滑动变阻器  $R_2$ ：最大阻值  $20\Omega$ ；

定值电阻： $R_0 = 3\Omega$

电源：电动势  $6\text{V}$ ，内阻可不计；开关、导线若干。



图甲



图乙

回答下列问题：

(1) 实验中滑动变阻器应选 \_\_\_\_\_ (填 “ $R_1$ ” 或 “ $R_2$ ”)，闭合开关  $S$  前应将滑片移至 \_\_\_\_\_ 端(填 “ $a$ ” 或 “ $b$ ”)。

解析：由(3)中电流表的读数为  $0.50\text{A}$  时，电压表的读数为  $2.30\text{V}$  可知， $R_x$  和  $R_0$  的总阻值约为  $4.60$  欧姆，若选用滑动变阻器  $R_1$ ，电源电压为  $6$  伏特，电流表的量程只有  $0.6\text{A}$ ，会把电

流表烧坏，故滑动变阻器应该选  $R_2$ 。

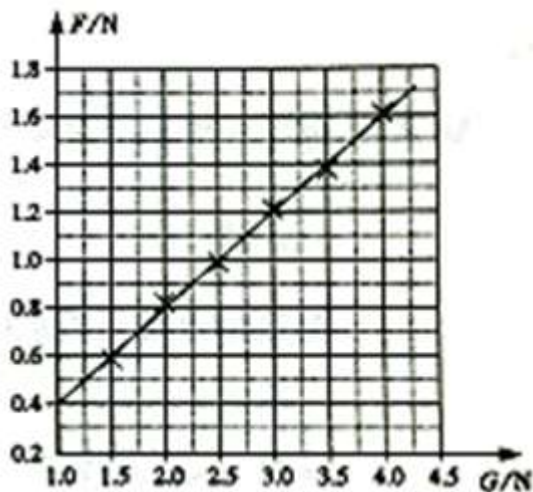
答案： $R_2$ ；a

解析：(1)由(3)中电流表的读数为  $0.50A$  时，电压表的读数为  $2.30V$  可知， $R_x$  和  $R_0$  的总阻值约为  $4.60$  欧姆，若选用滑动变阻器  $R_1$ ，电源电压为  $6$  伏特，电流表的量程只有  $0.6A$ ，会把电流表烧坏，故滑动变阻器应该选  $R_2$ 。

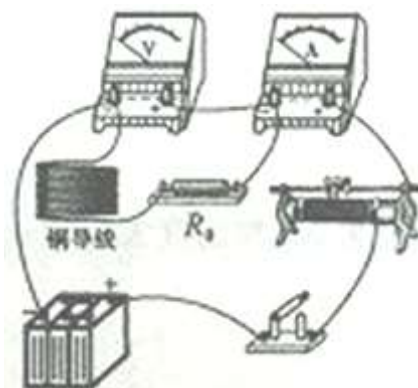
(2)如上图

(3)  $2.30V$

(2) 在实物图中，已正确连接了部分导线，请根据图甲电路完成剩余部分的连接。



如图所示



(3)调节滑动变阻器，当电流表的读数为  $0.50A$  时，电压表示数如图乙所示，读数为  $V$ 。

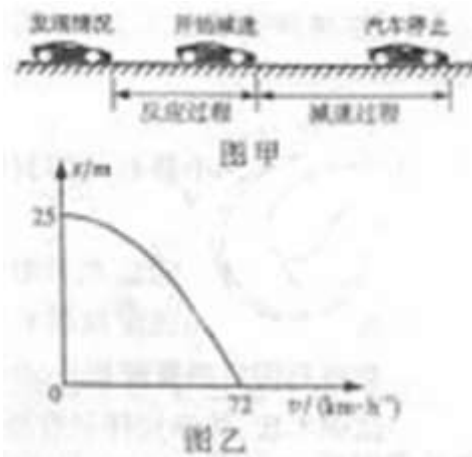
$2.30$  ( $2.29$ 、 $2.31$  均正确)

(4) 导线实际长度为 \_\_\_\_\_  $m$  (保留 2 位有效数字)。

解析： $R_x$  的阻值为  $1.60$  欧姆，由  $R = \rho \frac{l}{S}$  可知， $l = \frac{RS}{\rho} = \frac{1.6 \times 1.0 \times 10^{-6}}{1.7 \times 10^{-8}} m \approx 94m$ 。

答案： $94$  ( $93$ 、 $95$  均正确)

10. (18 分) 研究表明，一般人的刹车反应时间(即图甲中“反应过程”所用时间)  $t_0 = 0.4s$ ，但饮酒会导致反应时间延长。在某次试验中，志愿者少量饮酒后驾车以  $v_0 = 72km/h$  的速度在试验场的水平路面上匀速行驶，从发现情况到汽车停止，行驶距离  $L = 39m$ 。减速过程中汽车位移  $s$  与速度  $v$  的关系曲线如图乙所示，此过程可视为匀变速直线运动。取重力加速度的大小  $g = 10m/s^2$ 。求：



(1) 减速过程汽车加速度的大小及所用时间；

解析：设减速过程汽车加速度的大小为  $a$ ，所用时间为  $t$ ，由题可得初速度  $v_0=20\text{m/s}$ ，末速度  $v_t=0$ ，位移  $s=25\text{m}$ ，由运动学公式得：

$$v_0^2 = 2as \quad (1)$$

$$t = \frac{v_0}{a} \quad (2)$$

联立①②式，代入数据得：

$$a = 8\text{m/s}^2 \quad (3)$$

$$t = 2.5\text{s} \quad (4)$$

答案： $a = 8\text{m/s}^2$   $t = 2.5\text{s}$

(2) 饮酒使志愿者的反应时间比一般人增加了多少；

解析：设志愿者反应时间为  $t'$ ，反应时间的增量为  $\Delta t$ ，由运动学公式得

$$L = v_0 t' + s \quad (5)$$

$$\Delta t = t' - t_0 \quad (6)$$

联立⑤⑥式，代入数据得

$$\Delta t = 0.3\text{s} \quad (7)$$

答案： $\Delta t = 0.3\text{s}$

(3) 减速过程汽车队志愿者作用力的大小与志愿者重力大小的比值。

解析：(3) 设志愿者所受合外力的大小为  $F$ ，汽车对志愿者作用力的大小为  $F_0$ ，志愿者质量为  $m$ ，由牛顿第二定律得

$$F = ma \quad (8)$$

由平行四边形定则得：

$$F_0^2 = F^2 + (mg)^2 \quad (9)$$

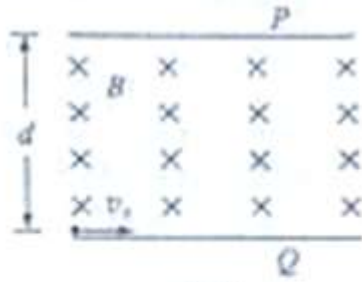
联立③⑧⑨式，代入数据得：

$$\frac{F_0}{mg} = \frac{\sqrt{41}}{5}$$

答案： $\frac{\sqrt{41}}{5}$

11. (20 分) 如图甲所示，间距为  $d$ 、垂直于纸面的两平行板  $P$ 、 $Q$  间存在匀强磁场。取垂直于纸面向里为磁场的正方向，磁感应强度随时间的变化规律如图乙所示。 $t = 0$  时刻，一质量为  $m$ 、带电量为  $+q$  的粒子(不计重力)，以初速度  $v_0$  由  $Q$  板左端靠近板面的位置，沿垂直于磁场且平行于板面的方向射入磁场区。当  $B_0$  和  $T_B$  取某些特定值时，可使  $t = 0$  时刻入射的粒子经  $\Delta t$  时间恰能垂直打在  $P$  板上(不考虑粒子反弹)。上述  $m$ 、 $q$ 、 $d$ 、 $v_0$  为已知量。





图甲



图乙

(1) 若  $\Delta t = \frac{1}{2}T_B$ ，求  $B_0$ ；

解析：设粒子做圆周运动的半径为  $R$ ，由牛顿第二定律得

$$qv_0B = \frac{mv_0^2}{R} \quad ①$$

据题意由几何关系得

$$R_1 = d \quad ②$$

联立①②式得

$$B_0 = \frac{mv_0}{qd} \quad ③$$

答案：

$$B_0 = \frac{mv_0}{qd}$$

(2) 若  $\Delta t = \frac{3}{2}T_B$ ，求粒子在磁场中运动时加速度的大小；

解析：设粒子做圆周运动的半径为  $R_2$ ，加速度大小为  $a$ ，由圆周运动公式得

$$a = \frac{v_0^2}{R_2} \quad ④$$

据题意由几何关系得

$$3R_2 = d \quad ⑤$$

联立④⑤式得

$$a = \frac{3v_0^2}{d} \quad ⑥$$

答案：

$$a = \frac{3v_0^2}{d}$$

(3) 若  $B_0 = \frac{4mv_0}{qd}$ ，为使粒子仍能垂直打在  $P$  板上，求  $T_B$ 。

解析：设粒子做圆周运动的半径为  $R$ ，周期为  $T$ ，由圆周运动公式得

$$T = \frac{2\pi R}{v_0} \quad (7)$$

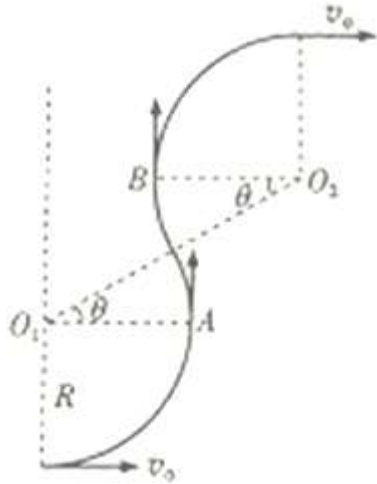
由牛顿第二定律得

$$qv_0 B_0 = \frac{mv_0^2}{R} \quad (8)$$

由题意知  $B_0 = \frac{4mv_0}{qd}$ ，代入⑧式得

$$d = 4R \quad (9)$$

粒子运动轨迹如图所示，



$O_1$ 、 $O_2$ 为圆心，连线与水平方向的夹角为  $\theta$ ，在每个  $T_B$ 内，只有 A、B 两个位置才有可能垂直击中 P 板，且均要求  $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ ，由题意可知

$$\frac{\frac{\pi}{2} + \theta}{2\pi} T = \frac{T_B}{2} \quad (10)$$

设经历完整  $T_B$  的个数为  $n$  ( $n=0, 1, 2, 3, \dots$ )

若在 A 点击中 P 板，据题意由几何关系得

$$R + 2(R + R \sin \theta)n = d \quad (11)$$

当  $n=0$  时，无解 (12)

当  $n=1$  时，联立⑨⑪式得

$$\theta = \frac{\pi}{6} \text{ (或 } \sin \theta = \frac{1}{2} \text{)} \quad (13)$$

联立⑦⑨⑩⑬式得

$$T_B = \frac{\pi d}{3v_0} \quad (14)$$

当  $n \geq 2$  时，不满足  $0 < \theta < 90^\circ$  的要求 (15)

若在 B 点击中 P 板，据题意由几何关系得

$$R + 2R \sin \theta + 2(R + R \sin \theta)n = d \quad (16)$$

当  $n=1$  时，无解 (17)

当  $n=1$  时，联立⑨⑯式得

$$\theta = \arcsin \frac{1}{4} \text{ (或 } \sin \theta = \frac{1}{4} \text{)} \quad (18)$$

联立⑦⑨⑩⑬式得

$$T_B = \left( \frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{1}{4} \right) \frac{d}{2v_0} \quad (19)$$

当  $n \geq 2$  时, 不满足  $0 < \theta < 90^\circ$  的要求 (20)

答案:  $T_B = \frac{\pi d}{3v_0}$  或  $T_B = \left( \frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{1}{4} \right) \frac{d}{2v_0}$

12. (12分) 物理——物理 3—3:

(1) 如图, 内壁光滑、导热良好的气缸中用活塞封闭有一定质量的理想气体。当环境温度升高时, 缸内气体\_\_\_\_\_。(双选, 填正确答案标号)

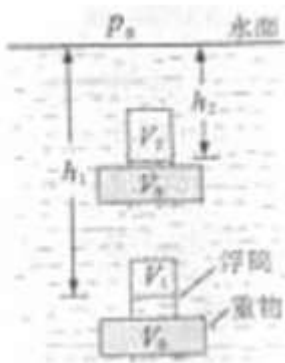


- a. 内能增加
- b. 对外做功
- c. 压强增大
- d. 分子间的引力和斥力都增大

解析: 当环境温度升高时, 压强不变, 缸内气体膨胀对外做功, 理想气体不考虑分子力, 内能仅由物质的量和温度决定, 温度升高, 气体的内能增加, 正确选项 ab。

答案: ab

(2) 一种水下重物打捞方法的工作原理如图所示。将一质量  $M = 3 \times 10^3 \text{ kg}$ 、体积  $V_0 = 0.5 \text{ m}^3$  的重物捆绑在开口朝下的浮筒上。向浮筒内冲入一定质量的气体, 开始时筒内液面到水面的距离  $h_1 = 40 \text{ m}$ , 筒内气体体积  $V_1 = 1 \text{ m}^3$ 。在拉力作用下浮筒缓慢上升, 当筒内液面的距离为  $h_2$  时, 拉力减为零, 此时气体体积为  $V_2$ , 随后浮筒和重物自动上浮。求  $V_2$  和  $h_2$ 。已知大气压强  $P_0 = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ , 水的密度  $\rho = 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , 重力加速度的大小  $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。不计水温变化, 筒内气体质量不变且可视理想气体, 浮筒质量和筒壁厚度可忽略。



解析: 解: 当  $F=0$  时, 由平衡条件得

$$Mg = \rho g(V_0 + V_2) \quad (1)$$

代入数据得

$$V_2 = 2.5 \text{ m}^3 \quad (2)$$

设筒内气体初态、末态的压强分别为  $P_1$ 、 $P_2$ , 由题意得

$$P_1 = P_0 + \rho gh_1 \quad (3)$$

$$P_2 = P_0 + \rho gh_2 \quad (4)$$

在此过程中筒内气体的温度和质量不变, 由玻意耳定律得

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \text{⑤}$$

联立②③④⑤式代入数据得

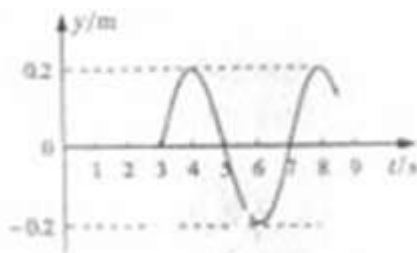
$$h_2 = 10\text{m} \quad \text{⑥}$$

答案:  $h_2 = 10\text{m}$

13. (12分) 物理—物理 3-4:

(1) 一列简谐横波沿直线传播。以波源 O 由平衡位置开始振动为计时零点，质点 A 的振动图像如图所示，一直 O、A 的平衡位置相距 0.9m。以下判断正确的是\_\_\_\_\_

(双选，填正确答案标号)



- a. 波长为 1.2m
- b. 波源起振方向沿 y 轴正方向
- c. 波速大小为 0.4m/s
- d. 质点 A 的动能在  $t=4\text{s}$  时最大

解析: 由 A 的振动图像可知, A 经过 3s 开始振动, OA 间距 0.9m, 波速

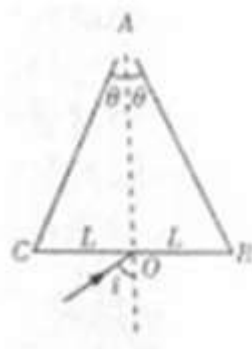
$$v = \frac{x}{t} = \frac{0.9}{3} \text{m/s} = 0.3 \text{m/s}; \text{ 振动的周期 } T = 4\text{s}, \text{ 所以波长 } \lambda = vT = 0.3 \times 4\text{m} = 1.2\text{m}; \text{ 介质中}$$

质点的起振方向和波源的起振方向相同, 由 A 质点的起振方向可以判断波源的起振方向沿 y 轴的正方向;  $t=4\text{s}$  时 A 距离平衡位置最远, 速度最小, 动能最小, 正确选项 ab。

答案: ab

(2) 如图, 三角形 ABC 为某透明介质的横截面, O 为 BC 边的中点, 面所在平面内的一束光线自 O 以角  $i$  入射, 第一次到达 AB 边恰好发生全反射。已知  $\theta = 15^\circ$ , BC 边长为 2l, 该介质的

折射率为  $\sqrt{2}$ , 求:



(i) 入射角  $i$ ;

(ii) 从入射到发生第一次全反射所用的时间 (设光在真空中的速度为  $c$ , 可能用到:  $\sin 75^\circ =$

$$\frac{\sqrt{6} - \sqrt{4}}{4} \text{ 或 } \tan 35^\circ = 2 - \sqrt{3}$$

解析: (i) 根据全反射规律可知, 光线在 AB 面上 P 点的入射角等于临界角 C, 由折射定律得

$$\sin C = \frac{1}{n} \quad \text{①}$$

代入数据得

$$C=45^\circ \quad \textcircled{2}$$

设光线在 BC 面上的折射角为  $r$ ，由几何关系得

$$r=30^\circ \quad \textcircled{3}$$

由折射定律得

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} \quad \textcircled{4}$$

联立③④式，代入数据得

$$i=45^\circ \quad \textcircled{5}$$

(ii) 在  $\triangle OPB$  中，根据正弦定律得

$$\frac{OP}{\sin 75^\circ} = \frac{L}{\sin 45^\circ} \quad \textcircled{6}$$

设所用时间为  $t$ ，光线在介质中的速度为  $v$ ，得

$$OP = vt \quad \textcircled{7}$$

$$v = \frac{c}{n} \quad \textcircled{8}$$

联立⑥⑦⑧式，代入数据得

$$t = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{2c} L \quad \textcircled{9}$$

答案：(i)  $i=45^\circ$  (ii)  $t = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{2c} L$

14. (12分) 物理—物理 3-5:

(1) 氢原子能级如图，当氢原子从  $n=3$  跃迁到  $n=2$  的能级时，辐射光的波长为 656nm。以下判断正确的是\_\_\_\_\_。(双选，填正确答案标号)



- a. 氢原子从  $n=2$  跃迁  $n=1$  的能级时，辐射光的波长大于 656nm
- b. 用波长为 325nm 的光照射，可使氢原子从  $n=1$  跃迁  $n=2$  的能级
- c. 一群处于  $n=3$  能级上的氢原子向低能级跃迁时最多产生 3 种谱线
- d. 用波长为 633nm 的光照射，不能使氢原子从  $n=2$  跃迁到  $n=3$  的能级

解析：能级间跃迁辐射的光子能量等于两能级间的能级差，能级差越大，辐射的光子频率越大，波长越小，a 错误；由  $E_m - E_n = h\nu$  可知，b 错误，d 正确；根据  $C_3^2=3$  可知，辐射的光子频率最多 3 种 c 正确；正确选项 cd。

答案：cd

(2) 如图，光滑水平直线轨道两滑块 A、B 用橡皮筋连接，A 的质量  $m$ 。开始时橡皮筋松弛，B 静止，给 A 向左的初速度  $v_0$ 。一段时间后，B 与 A 同向运动发生碰撞并粘在一起。碰撞后的共同速度是碰撞前瞬间 A 的速度的两倍，也是碰撞瞬间 B 的速度的一半。求：



(i) B 的质量

(ii) 碰撞过程中 A、B 系统机械能的损失

答案: (i)  $m_B = \frac{m}{2}$  (ii)  $\Delta E = \frac{1}{6}mv_0^2$

解析: (i) 以初速度  $v_0$  的方向为正方向, 设 B 的质量为  $m_B$ , A、B 碰撞后的共同速度为  $v$ ,

由题意知: 碰撞前瞬间 A 的速度为  $\frac{v}{2}$ , 碰撞瞬间 B 的速度为  $2v$ , 由动量守恒定律得

$$m\frac{v}{2} + 2m_B v = (m + m_B)v \quad \text{①}$$

由①式得

$$m_B = \frac{m}{2} \quad \text{②}$$

(ii) 从开始到碰撞后的全过程, 由动量守恒定律得

$$mv_0 = (m + m_B)v \quad \text{③}$$

设碰撞过程 A、B 系统机械能的损失为  $\Delta E$ , 则

$$\Delta E = \frac{1}{2}m\left(\frac{v}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}m_B(2v)^2 - \frac{1}{2}(m + m_B)v^2 \quad \text{④}$$

联立②③④式得

$$\Delta E = \frac{1}{6}mv_0^2 \quad \text{⑤}$$