

2020 年普通高等学校招生全国统一考试

理综-物理

14、行驶中的汽车如果发生剧烈碰撞，车内的安全气囊会被弹出并瞬间充满气体。若碰撞后汽车的速度在很短的时间内减小为零。关于安全气囊在此过程中的作用，下列说法正确的是（ ）

- A. 增加了司机单位面积的受力大小
- B. 减小了碰撞前后司机动量的变化量
- C. 将司机的动能全部转化成汽车的动能
- D. 延长了司机的受力时间并增大了司机的受力面积

答案：C

解析：

- A. 安全气囊增加了司机的受力面积，所以单位面积的受力减小，故 A 错误
- B. 由 $\Delta p = mv_t - mv_0$ 可知，碰撞前后司机动量的变化量 Δp 不变，故 B 错误
- C. 碰撞前后司机和汽车相对静止，司机的动能没有全部转化成汽车的动能，故 C 错误
- D. 安全气囊通过缓冲延长了司机的受力时间，通过增加安全气囊与司机的接触面积使司机的受力面积增大，故 D 正确。

故答案选 D。

15、火星的质量约为地球质量的 $1/10$ ，半径约为地球半径的 $1/2$ ，则同一物体在火星表面与地球表面的引力的比值约为（ ）

- A. 0.2
- B. 0.4
- C. 2.0
- D. 2.5

答案：B

解析：

$$\text{由 } F_{\text{引}} = G \frac{Mm}{r^2} \text{ 可知： } F_{\text{火}} : F_{\text{地}} = G \frac{M_{\text{火}} m}{r_{\text{火}}^2} : G \frac{M_{\text{地}} m}{r_{\text{地}}^2} = \frac{M_{\text{火}}}{M_{\text{地}}} \cdot \frac{r_{\text{地}}^2}{r_{\text{火}}^2} = \frac{1}{10} \times \left(\frac{2}{1}\right)^2 = 0.4$$

所以 ACD 错误，B 正确，故答案选 B。

16、如图，一同学表演荡秋千。已知秋千的两根绳长均为 10m，该同学和秋千踏板的总质量约为 50kg。绳的质量忽略不计。当该同学荡到秋千支架的正下方时，速度大小为 8m/s，此时每根绳子平均承受的拉力约为（ ）



- A. 200N B. 400N C. 600N D. 800N

答案: B

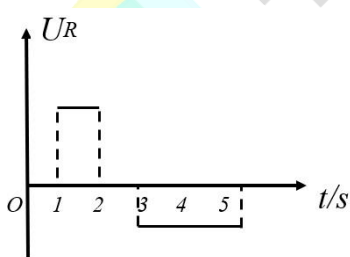
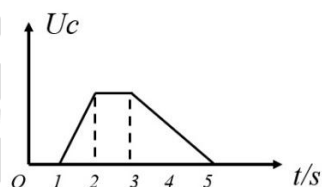
解析:

当该同学荡到秋千支架的正下方时, 由牛顿第二定律可知: $2F - mg = m \frac{v^2}{l}$,

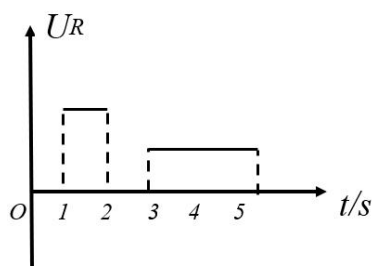
$$F = \frac{1}{2}m(g + \frac{v^2}{l}) = \frac{1}{2} \times 50(9.8 + \frac{8^2}{10}) \text{ N} = 405 \text{ N}, \text{ 所以 ACD 错误, B 正确, 故答案选}$$

B。

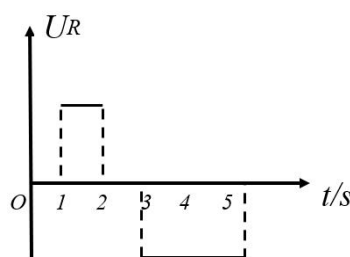
- 17、图 (a) 所示的电路图中, K 与 L 间接一智能电源, 用以控制电容器 C 两端的电压 U_c 。如果 U_c 随时间 t 的变化如图 (b) 所示, 则下列描述电阻 R 两端电压 U_R 随时间 t 变化的图像中, 正确的是 ()



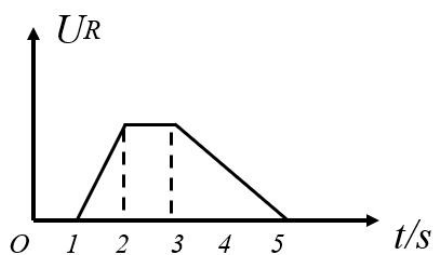
A



B



C



D

答案：A

解析：

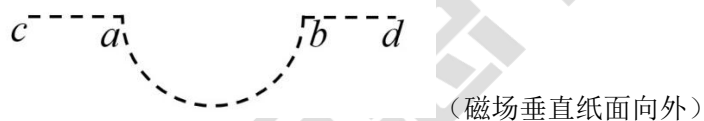
C 与 R 串联在电源 KL 上，则通过 C 与 R 的电荷相等，则： $CU_C = \frac{U_R}{R}t$ ，整理得：

$$U_C = \frac{U_R}{CR}t, \text{ 则 } U_C-t \text{ 图像的斜率 } k = \frac{U_R}{CR}, \text{ 即: } U_R = kCR。$$

由图 (b) 可知：0~1s 和 2~3s 内， U_R 为零；1~2s 内 U_R 为 3~4s 内的两倍。

1~2s 内电容器处于充电状态，3~4s 内电容器处于放电状态，所以 R 两端的电势差相反，故 A 正确，BCD 错误，故答案选 A。

- 18、一匀强磁场的磁感应强度大小为 B，发那个像垂直于纸面向外，其边界如图中虚线所示，弧 ab 为半圆，ab、bd 与直径 ab 共线，ac 间的距离等于半圆的半径。一束质量为 m、电荷量为 q ($q>0$) 的粒子，在纸面内从 c 点垂直于 ac 射入磁场，这些粒子具有各种速率。不计粒子之间的相互作用。在磁场中运动时间最长的粒子，其运动时间为 ()



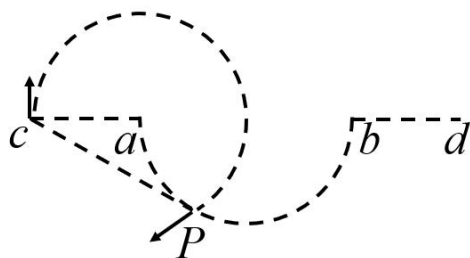
- A. $\frac{7\pi m}{6qB}$ B. $\frac{5\pi m}{4qB}$ C. $\frac{4\pi m}{3qB}$ D. $\frac{3\pi m}{2qB}$

答案：C

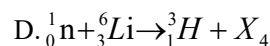
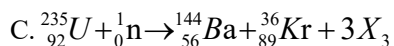
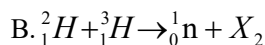
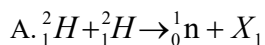
解析：如图，假设粒子从弧 ab 上的 P 点离开磁场，连接 CP，粒子相当于在以 CP 为边界的匀强磁场中做匀速圆周运动。根据粒子同边界进出磁场的运动性质可知，速度与 CP 夹角最大时，偏转角最大，即粒子在磁场中的运动时间最长，故 CP 与弧 ab 相切时，

粒子在磁场中的运动时间最长。由几何关系可知：偏转角为 $\frac{2\pi}{3}$ ，根据 $T = \frac{2\pi m}{qB}$ ，则

$$t = \frac{4\pi}{3} \times \frac{1}{2\pi} \times \frac{2\pi m}{qB} = \frac{4\pi m}{3qB}, \text{ 所以 C 正确，ABD 错误，故答案选 C}$$

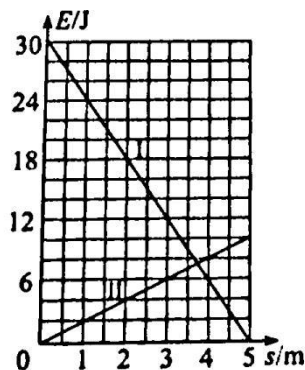


19. 下列核反应方程中, X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 , 代表 α 粒子的有 **BD**



解析: 核电荷数守恒, 质量数守恒。 α 粒子为 ${}^4_2\text{He}$, BD 符合。

20. 一物块在高 3.0m、长 5.0m 的斜面顶端从静止开始沿斜面下滑, 其重力势能和动能随下滑距离 s 的变化如图中直线 I、II 所示, 重力加速度取 10m/s^2 。则 **AB**



A. 物块下滑过程中机械能不守恒

B. 物块与斜面间的动摩擦因数为 0.5

C. 物块下滑时加速度的大小为 6.0m/s^2

D. 当物块下滑 2.0m 时机械能损失了 12J

解析:

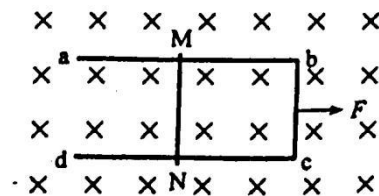
A. 由图可知重力势能和动能之和在减少, 所以机械能不守恒。

B. 由图可知当 $h=3\text{m}$ 时, 有 $E_p=mgh$ 得 $m=1\text{kg}$ 。由功能关系可知 $\mu mg \cos \theta x = \Delta E$, 得 $\mu = 0.5$

C. 由牛顿第二定律可得: $mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma$, $a = 2\text{m/s}^2$

D. 由图可知 $\Delta E = 30 - 4 - 18 = 8\text{J}$

21. 如图, U 形光滑金属框 $abcd$ 置于水平绝缘平台上, ab 和 dc 边平行, 和 bc 边垂直。 ab , dc 足够长, 整个金属框电阻可忽略。一根具有一定电阻的导体棒 MN 置于金属框上, 用水平恒力 F 向右拉动金属框, 运动过程中, 装置始终处于竖直向下的匀强磁场中, MN 与金属框保持良好接触, 且与 bc 边保持平行。经过一段时间后 **BC**



A. 金属框的速度大小趋于恒定值

B. 金属框的加速度大小趋于恒定值

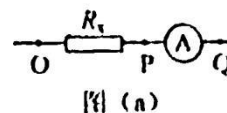
C. 导体棒所受安培力的大小趋于恒定值

D. 导体棒到金属框 bc 边的距离趋于恒定值

解析: 开始时, 两杆做变加速运动; 最后两杆做匀加速运动. 稳定时两棒的加速度都为 F/γ_m

实验题

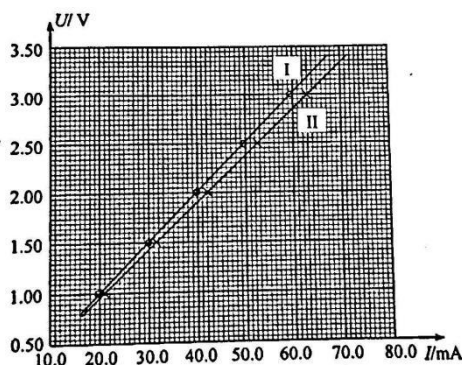
22. 某同学用伏安法测量一阻值为几十欧姆的电阻 R_x , 所用电压表的内阻为 $1\text{k}\Omega$, 电流表内阻为 0.5Ω , 该同学采用



两种测量方案，一种是将电压表跨接在图（a）所示电路的 O、P 两点之间，另一种是跨接在 O、Q 两点之间。测量得到如图（b）所示的两条 U-I 图线，其中 U 与 I 分别为电压表和电流表的示数。

回答下列问题：

（1）图（b）中标记为Ⅱ的图线是采用电压表跨接在_____（填“O、P”或“O、Q”）两点的方案测量得到的。



（2）根据所用实验器材和图（b）可判断，由图线（填“Ⅰ”或“Ⅱ”）得到的结果更接近待测电阻的真实值，结果为_____Ω（保留1位小数）。

（3）考虑到实验中电表内阻的影响，需对（2）中得到的结果进行修正，修正后待测电阻的阻值为_____Ω（保留1位小数）。

答案：OQ

I

50.8

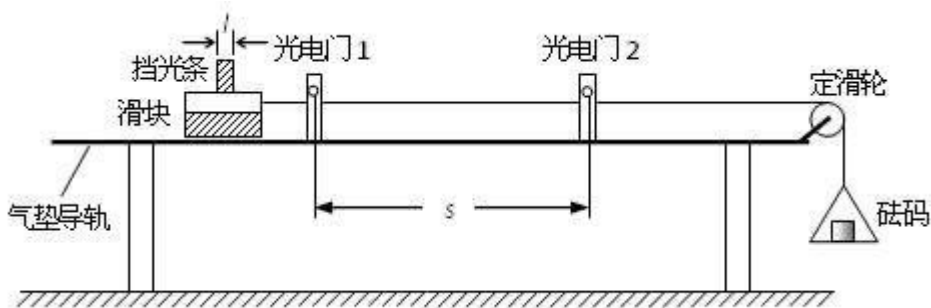
50.3

解析：由图可知待测电阻的阻值在 50 左右， $\sqrt{R_A R_V} = 10\sqrt{5}\Omega$ ， $R_x > \sqrt{R_A R_V}$ 由大内偏大可知选 OQ，图线选择 I，代入公式计算。

23. 某同学用如图所示的实验装置验证动量定理、所用器材包括：气垫导轨、滑块（上方安装有宽度为 d 的遮光片）、两个与计算机相连接的光电门、砝码盘和砝码等。

实验步骤如下：

（1）开动气泵调节气垫导轨，轻推滑块，当滑块上的遮光片经过两个光电门的遮光时间_____时，可认为气垫导轨水平：



- (2) 用天平测砝码与砝码盘的总质量 m_1 、滑块（含遮光片）的质量 m_2 ；
 (3) 用细线跨过轻质定滑轮将滑块与砝码盘连接，并让细线水平拉动滑块；
 (4) 令滑块在砝码和砝码盘的拉动下从左边开始运动，和计算机连接的光电门能测量出遮光片经过 A、B 两处的光电门的遮光时间 Δt_1 、 Δt_2 ，及遮光片从 A 运动到 B 所用的时间 t_{12} ；

(5) 在遮光片随滑块从 A 运动到 B 的过程中，如果将砝码和砝码盘所受重力视为滑块所受拉力，拉力冲量的大小 $I = \underline{\hspace{2cm}}$ ，滑块动改变量的大小 $\Delta p = \underline{\hspace{2cm}}$ ；（用题中给出的物理量及重力加速度 g 表示）

(6) 某次测量得到的一组数据为： $d = 1.000\text{cm}$ ， $m_1 = 1.50 \times 10^{-2}\text{kg}$ ， $m_2 = 0.400\text{kg}$ ， $\Delta t_1 = 3.900 \times 10^{-2}\text{s}$ ， $\Delta t_2 = 1.270 \times 10^{-2}\text{s}$ ， $t_{12} = 1.50\text{s}$ ，取 $g = 9.80\text{m/s}^2$ ，计算可得 $I = \underline{\hspace{2cm}}\text{Ns}$ ， $\Delta p = \underline{\hspace{2cm}}\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ；（结果均保留 3 位有效数字）

(7) 定义 $\delta = \left| \frac{I - \Delta p}{I} \right| \times 100\%$ ，本次实验 $\delta = \underline{\hspace{2cm}}\%$ （保留 1 位有效数字）。

答案：相等

$$mgt_{12} \quad m \left(\frac{d}{\Delta t_1} - \frac{d}{\Delta t_2} \right)$$

$$0.220 \quad 0.212$$

$$4\%$$

解析：导轨水平即匀速运动，遮通过遮光片的时间相等，由公式 $I = Ft$ ， $\Delta p = m\Delta v$ 代入符号和数值计算即可。

24. 我国自主研制了运—20 重型直升机，飞机获得的升力大小 F 可用 $F = Kv^2$ 来描写， k 为系数， v 是飞机在平直跑道上的滑行速度， F 与飞机所受重力相等时 v 称为飞机的起飞离地速度。已知飞机的质量 $1.21 \times 10^5\text{kg}$ 时，起飞离地速度为 66m/s ，装货后质量为 $1.69 \times 10^5\text{kg}$ ，装卸货物前后起飞离地时的 k 值可视为不变。

(1) 求飞机装货物后的起飞离地速度

(2) 若飞机装货物后，从静止开始匀加速滑行 1521m 起飞离地，求飞机在滑行过程中加速度的大小和所用时间。

答案：(1) 78m/s (2) $a = 2\text{m/s}^2$ $t = 39\text{s}$

解析：

(1) 解：

$$\text{装载前有 } F_1 = m_1 g \quad ①$$

$$F_1 = kv_1^2 \quad ②$$

装载后有 $F_2 = m_2 g$ ③

$$F_2 = kv_2^2 \quad ④$$

联立解的得装货后飞机起飞离地速度为 78m/s

(2) 解:

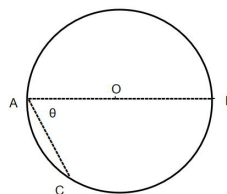
对飞机从零加速至恰好起飞过程有: $v_2^2 = 2ax$

解得: $a = 2m/s^2$

又: $v^2 = at$

解得: $t = 39s$

25. 在一柱形区域内有匀强电场, 柱的横截面是以 O 为圆心, 半径为 R 的圆, AB 为圆的直径, 如图所示质量为 m 电荷量为 q 的带电粒子在纸面内自 A 点先后以不同速度进入电场, 速度方向与电场方向垂直, 已知刚进入电场是速度为零的粒子自圆周上 C 点以速度 v_0 穿出, AC 与 AB 夹角 $\theta = 60^\circ$, 运动中粒子仅受电场力作用。



(1) 求电场强大小。

(2) 为使粒子穿过电场后动能增量最大, 该粒子进入电场是速度应为多大

(3) 为使粒子穿过电场后动量变化量为 mv_0 , 该粒子进入电场时的速度应为多大?

答案: (1) $E = \frac{mv_0^2}{2qR}$ (2) $v_1 = \frac{\sqrt{2}}{4}v_0$ (3) $v_2 = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0$

解析:

(1) 解: 对初速度为 0 的粒子有: $a = \frac{Eq}{m}$

又: $v_0^2 = 2aR$

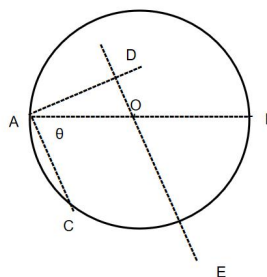
解得: $E = \frac{mv_0^2}{2qR}$

(2) 解: 由题可得, 电场沿 AC 方向,

作 AC 垂线 AD, 作 AD 过圆心 O 点的垂线 DE

则 DE 的长度即为动能增加最多的粒子沿电场线方向运动的最大位移。

所以粒子作平抛运动



$$\text{AD 方向有: } \frac{\sqrt{3}}{2}R = v_1 t$$

$$\text{DE 方向有: } \frac{3}{2}R = \frac{1}{2}at^2$$

$$\text{解得: } v_1 = \frac{\sqrt{2}}{4}v_0$$

(3) 解: 由题可得: $qE \cdot t = mv_0$

$$\text{沿电场方向有: } x = \frac{1}{2}at^2$$

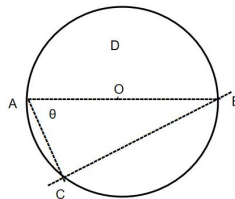
$$\text{解得: } x = R$$

$$t = \frac{2R}{v_0}$$

过 C 作 AC 垂线交于 B, 即 B 为出射点

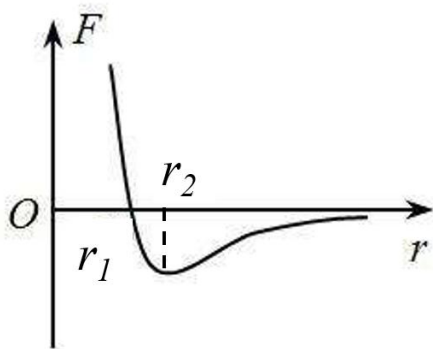
$$\text{垂直电场方向有: } \sqrt{3}R = v_2 t$$

$$\text{解得: } v_2 = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0$$



33. 【物理——选修 3-3】

(1) (5 分) 分子间作用力 F 与分子间距 r 的关系如图所示, $r=r_1$ 时, $F=0$ 。分子间势能由 r 决定, 规定两分子间距无穷远时分子间势能为零。若一分子固定于原点 O , 另一分子从距离 O 点很远处向 O 点运动, 在两分子间距减小到 r_2 的过程中, 势能_____ (填写“减小”, “增大”或“不变”); 在间距由 r_2 减小到 r_1 的过程中, 势能_____ (填“减小”、“增大”、“不变”); 在间距等于 r_1 处, 势能_____ (填写“大于”、“小于”、“等于”) 零。



答案: 减小; 减小; 小于

解析: 由图可知, 当分子从很远处减小到 r_2 的过程中, 分子力表现为引力, 引力做正功, 因此分子势能减小, 从 r_2 减小到 r_1 的过程中, 分子力依然表现为引力, 故势能进一步减小; 而分子势能在无穷远处为零, 且当间距 $r < r_1$ 时, 分子斥力做负功, 因此 $r=r_1$ 为分子势能最低点, 势能小于零。

(2) (10 分) 甲、乙两个储气罐储存由同种气体 (可视为理想气体)。甲罐的容积为 V , 罐

中气体的压强为 p ；乙罐的容积为 $2V$ ，罐中气体的压强为 $\frac{1}{2}p$ ，现通过连接两罐的细管把甲罐的部分气体调配到乙罐中去，两罐中气体温度相同且在调配过程中保持不变，调配后两罐中气体压强相等。求调配后

(i) 两罐中气体的压强

(ii) 甲罐中气体的质量与甲罐中原有气体的质量之比

答案：(i) $\frac{2}{3}p$ (ii) 2:3

解析：(i) $\because$ 气体在调配过程中温度不变，且整个过程中气体总量保持不变
 $\therefore$ 由波义尔定律及等温分态公式，有：

$$pV + 2V \cdot \frac{1}{2}p = p_1 \cdot 3V$$

解得 $p_1 = \frac{2}{3}p$

(ii) $\because$ 甲罐原气体压强为 p ，末气体压强为 $p_1 = \frac{2}{3}p$

$\therefore$ 由 $pV = nRT$ 可得 $\frac{m_{\text{末}}}{m_{\text{原}}} = \frac{n_{\text{末}}}{n_{\text{原}}} = \frac{2}{3}$ 即甲罐气体的质量与原质量之比为 2:3

34. 【物理——选修 3-4】

(1) (5 分) 在下列现象中，可以用多普勒效应解释的有_____。

- A. 雷雨天看到闪电后，稍过一会儿才能听到雷声
- B. 超声波被血管中血流反射后，探测器接收到的超声波频率发生变化
- C. 观察者听到远去的列车发出的汽笛声，音调会变低
- D. 同一个声源发出的声波，在空气和水中传播速度不同
- E. 天文学上观察到的双星（相距较近、均绕它们连线上某点做圆周运动的两颗恒星）光谱随时间的周期性变化

答案：BCE

解析：多普勒效应是指观察者与波源有相对运动时，观察者接收到的波的频率与波的真实频率有差别的效应，当观察者远离波源时，观察者接受到波的频率变小，波长变长，对应光线发生红移，当观察者接近波源时，观察者接受到波的频率变大，波长变小，对应光线发生蓝移

故 A 选项错：原因是光速比音速快

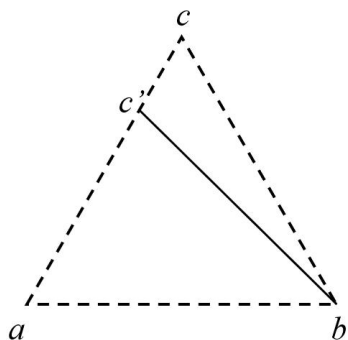
D 选项错：原因是波在不同的介质中，由于介质的性质差异导致传播速度不同，与多普勒效应无关

因此选项为 BCE

(2) (10 分) 一振动片以频率 f 做简谐振动时，固定在振动片上的两根细杆同步周期性地触动水面上 a, b 两点，两波源发出的波在水面上形成稳定的干涉图样， c 为水面上的一点， a, b, c 间的距离均为 l ，如图所示。

已知除 c 点外，在 ac 连线上还有其他振幅极大的点，其中距 c 最近的点到 c 的距离为 $\frac{3}{8}l$ ，

求：



(i)波的波长

解析：设该波的波长为 λ ，则由题可知， $cc' = \frac{3}{8}l$ ，设 $bc' = x$ ，则由余弦定理：

$$x^2 = l^2 + \left(\frac{5}{8}l\right)^2 - 2l \cdot \frac{5}{8}l \cos 60^\circ$$

解得

$$x = \frac{7}{8}l$$

根据干涉相长的条件，a、b与c'的波程差

$$\delta = |ac' - bc'| = \frac{1}{4}l = n\lambda$$

但是c'已为第一级干涉相长点，故 $n=1$ ，所以波长 $\lambda = \frac{1}{4}l$

(ii)波的传播速度

解析： $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f = \frac{1}{4}fl$

