

上海市第二十四届初中物理竞赛（大同中学杯）

复赛试题（2010年）

说明：

1. 本试卷共有五大题，答题时间为120分钟，试题满分为150分
2. 答案及解答过程均写在答卷纸上。其中第一~第二大题只要写出答案，不写解答过程；第三~第五大题按题型要求写出完整的解答过程。解答过程中可以使用计算器。
3. 本试卷中常数 $g$ 取 $10\text{N/kg}$ ，水的比热容 $4.2 \times 10^3\text{J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ 。

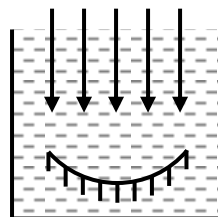
一、选择题（以下每题只有一个选项符合题意，每小题4分，共32分）

1. 教室里用投影仪放映课件时，银幕上出现了正常画面，若有一只小虫正好落在投影仪的镜头上，此时对画面的影响是（ ）  
A. 画面变得模糊  
B. 画面稍微变暗了一些  
C. 画面上出现该小虫清晰的像  
D. 画面上出现该小虫的像，但不清晰
2. 蝴蝶飞行时能产生每秒振动5~6次的声波，蜜蜂飞行时能产生每秒振动300~400次的声波。假如你的眼睛被蒙上，那么有蝴蝶和蜜蜂分别从你头顶附近飞过，则（ ）  
A. 蝴蝶、蜜蜂飞过，都能被发觉  
B. 蝴蝶、蜜蜂飞过，都不能被发觉  
C. 蝴蝶飞过能被发觉，蜜蜂飞过不能被发觉  
D. 蜜蜂飞过能被发觉，蝴蝶飞过不能被发觉
3. 大雪后，人们会感到外面万籁俱静。其主要原因是（ ）  
A. 大雪后，气温降低，人的听觉变迟钝  
B. 大雪蓬松且多孔，对噪声有吸收作用  
C. 大雪后，大地银装素裹，噪声被反射  
D. 大雪后，气温较低，噪声传播速度变慢
4. 人类燃烧矿物燃料放出大量的 $\text{CO}_2$ ，使大气的平均温度上升。这其中的主要原因是（ ）  
A.  $\text{CO}_2$ 对红外线的反射  
B.  $\text{CO}_2$ 对红外线的吸收  
C.  $\text{CO}_2$ 对可见光的反射  
D.  $\text{CO}_2$ 对可见光的吸收
5. 在煮饺子时，将饺子投入沸腾的水中，并用勺子轻轻在锅底推动沉下的饺子，等到水重新沸腾后，加上些凉水继续烧煮一会儿使水再次沸腾，这时煮熟的饺子会浮出水面。熟饺子会浮起来的主要原因是（ ）  
A. 锅里的水量多了  
B. 饺子在水里经过烧煮变轻了  
C. 水温低时水对饺子的浮力小，水温高时水对饺子的浮力大  
D. 水沸腾后，饺子内的小部分水汽化后变成水蒸气，使饺子体积增大

6. 一列车由北向南在雨中行驶，坐在窗口的乘客看到雨滴相对车窗竖直下落，则（ ）

- A. 窗外有风，但无法判断风的方向
- B. 窗外有风，而且是由北向南的风
- C. 窗外有风，而且是由南向北的风
- D. 窗外没有风，站在铁轨边的人看到雨滴是竖直下落的

7. 右图中的容器内有一个凹面镜，容器内注满水，平行于主轴的光线经凹面镜反射后会聚于焦点，且焦点低于水面，设此时焦距为  $f$ 。若其它条件不变，将水抽去，设焦距为  $f_1$ 。再在容器里注满折射率比水大的液体，设焦距为  $f_2$ 。则（ ）



第7题图

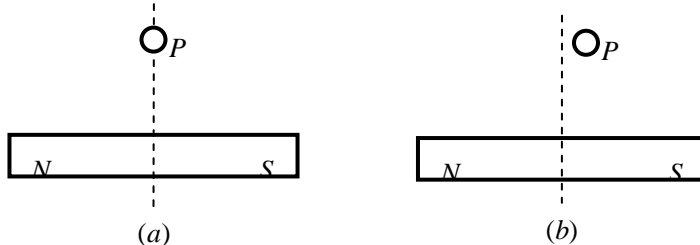
- A.  $f_1=f=f_2$
- B.  $f_1<f<f_2$
- C.  $f<f_1<f_2$
- D.  $f_1>f>f_2$

8. 质量相等的甲、乙两金属块，其材质不同。将它们放入沸水中，一段时间后温度均达到  $100^\circ\text{C}$ ，然后将它们按不同的方式投入一杯冷水中，使冷水升温。第一种方式：先从沸水中取出甲，将其投入冷水，当达到热平衡后将甲从杯中取出，测得水温升高  $20^\circ\text{C}$ ；然后将乙从沸水中取出投入这杯水中，再次达到热平衡，测得水温又升高了  $20^\circ\text{C}$ 。第二种方式：先从沸水中取出乙投入冷水，当达到热平衡后将乙从杯中取出；然后将甲从沸水中取出，投入这杯水中，再次达到热平衡。则在第二种方式下，这杯冷水温度的变化是（ ）

- A. 升高不足  $40^\circ\text{C}$
- B. 升高超过  $40^\circ\text{C}$
- C. 恰好升高了  $40^\circ\text{C}$
- D. 条件不足，无法判断

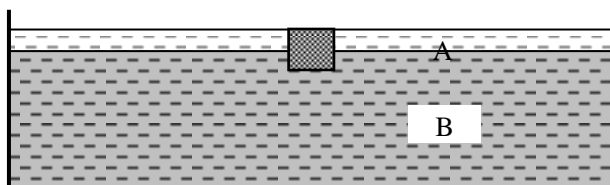
## 二、填空题（每小题 6 分，共 30 分）

9. 如图(a)所示，一根垂直于纸面的导线  $P$  放置在一水平放置条形磁铁的正上方，若导线受到磁铁给它的作用力的方向竖直向下，则导线中电流的方向是垂直纸面\_\_\_\_\_（选填：“向外”或“向内”）；现将该导线稍微向右平移一段距离，如图(b)所示，则这根导线受到磁铁对它的作用力的方向为\_\_\_\_\_（选填：“右下方”、“右上方”、“左下方”或“左上方”）。



第9题图

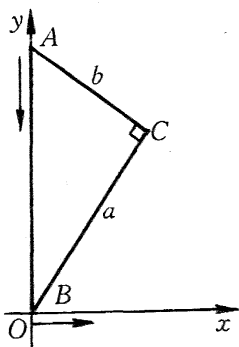
10. 如图所示, 大水槽里有不相溶的 A、B 两种液体, A 液体的密度为  $\rho$ , B 液体的密度为  $2\rho$ 。一个边长为  $a$  的小立方体物块, 一半浸没在 A 液体中, 另一半浸没在 B 液体中, 物块的上表面与 A 液体上表面齐平, 则物块的密度为\_\_\_\_\_ $\rho$ 。若在物块上端加一个大小为物块重力 0.1 倍的竖直向下的压力, 则物块下沉的距离为\_\_\_\_\_ $a$ 。(物块始终未与水槽底部接触)



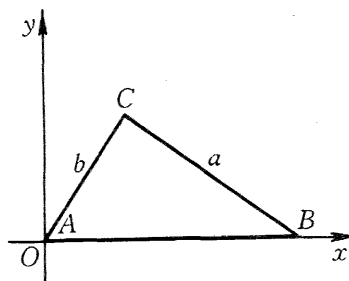
第 10 题图

11. 血管变细是“高血压”病的诱因之一。为研究这一问题, 我们可做一些简化和假设: 设血液通过一定长度血管时受到的阻力  $f$  与血液流速  $v$  成正比, 即  $f=kv$  (其中  $k$  与血管粗细无关), 为维持血液匀速流动, 在这血管两端需要有一定的压强差。设血管内径为  $d_1$  时所需的压强差为  $\Delta p$ , 若血管内径减为  $d_2$  时, 为了维持在相同时间内流过同样多的血液, 此时血液的流速是原来的\_\_\_\_\_倍; 血管两端的压强差必须变为原来的\_\_\_\_\_倍。

12. 如图(a)所示直角三角板 ABC 的边长  $BC=a$ ,  $AC=b$ , 开始时 AB 边靠在 y 轴上, B 与坐标原点 O 重合。今使 A 点沿 y 轴负方向朝 O 点移动, B 点沿 x 轴正方向移动, 可知三角板从图(a)所示的初始位置到图(b)所示终止位置的过程中, C 点的运动轨迹为\_\_\_\_\_ (选填: “单方向的直线”、“往返的直线”、“一段圆弧”或“非圆弧状的其他曲线”), C 点在此过程中通过的路程为\_\_\_\_\_。



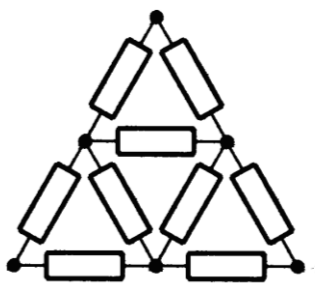
(a)



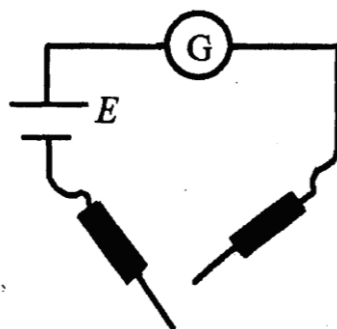
(b)

第 12 题图

13. 在图(a)所示的电阻网络中, 每一个电阻的阻值为  $R$ 。某同学用如图(b)所示的装置去测量网络中任意两节点之间的电流。设电源的电压恒为  $E$ , 则最大电流为\_\_\_\_\_, 最小电流为\_\_\_\_\_。



(a)



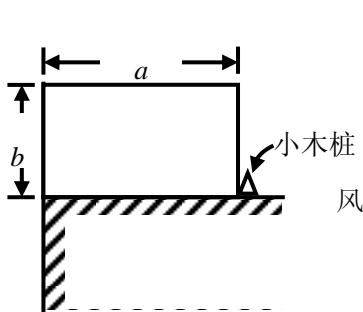
(b)

### 三、计算题（本题共 27 分）

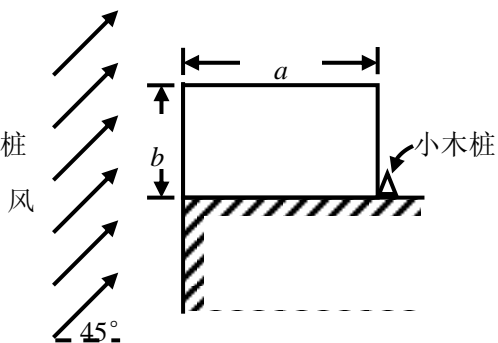
14. (12 分) 甲同学从学校出发步行去附近的邮局寄信, 前 15min 内行走的速度为 1m/s, 为了尽快到达邮局, 以后的速度提高到 2m/s。在甲同学出发 6min 后, 乙同学也想去邮局, 为了赶上甲同学, 乙同学以 3m/s 的速度行走。求:

- (1) (6 分) 乙同学经过多少时间能追上甲同学?
- (2) (6 分) 若乙同学比甲同学晚出发 12min, 则经过多少时间乙同学能追上甲同学?

15. (15 分) 密度为  $\rho=500\text{kg/m}^3$ 、长  $a$ 、高  $b$ 、宽  $c$  分别为 0.8m、0.6m、0.6m 的匀质长方体, 其表面光滑, 静止在水平面上, 并被一个小木桩抵住, 如图(a)所示。



第 15 题图(a)



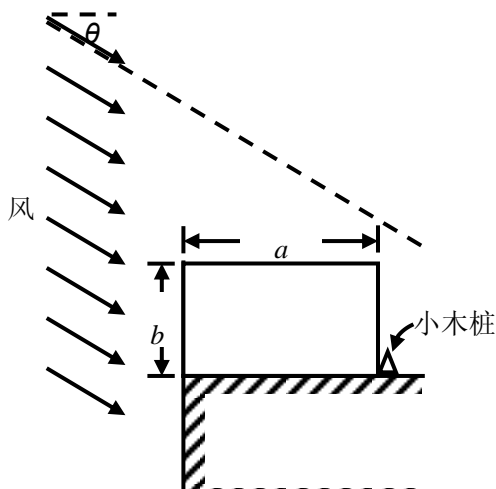
第 15 题图(b)

(1) (3 分) 无风情况下, 地面的支持力为多大?

(2) (6 分) 当有风与水平方向成

45° 角斜向上吹到长立方体的一个面上, 如图(b)所示。风在长方体光滑侧面产生的压力为  $F$ , 则力  $F$  要多大才能将长方体翘起?

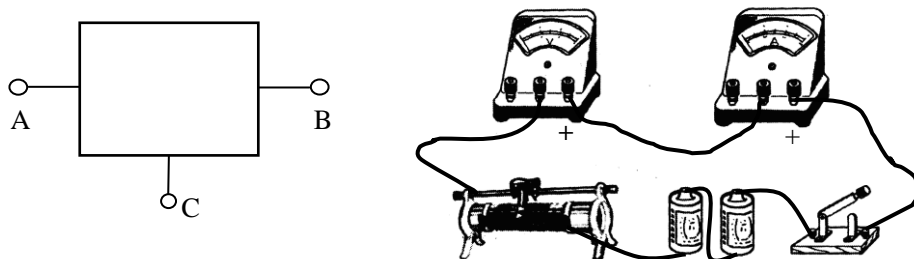
(3) (6 分) 实验表明, 风在光滑平面上会产生垂直平面的压强, 压强的大小跟风速的平方成正比, 跟风与光滑平面夹角正弦的平方成正比。现让风从长方体左上方吹来, 风向与水平方向成  $\theta$  角, 如图(c)所示。当  $\theta$  大于某个值时, 无论风速多大, 都不能使长方体翘起。请通过计算确定  $\theta$  的值。



第 15 题图(c)

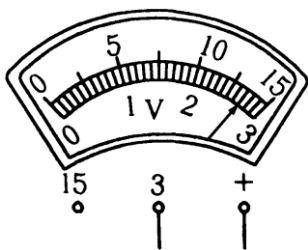
四、实验、作图题（本题共 20 分）

16.（14 分）如图（1）所示盒内的电路由三个阻值均为  $R$  的电阻组成，盒外有三个接线柱 A、B、C。某位同学用伏安法测量各个接线柱之间的电阻，并将数据记录在表格中。请完成以下问题：



第 16 题图（1）

- (1)（2 分）用笔线代替导线，完成测量 A、B 接线柱之间电阻时的电路；  
 (2)（3 分）在测 B、C 接线柱之间的电阻时，电压表的示数如图（2）所示，请读出并填入表格中。



第 16 题图(2)

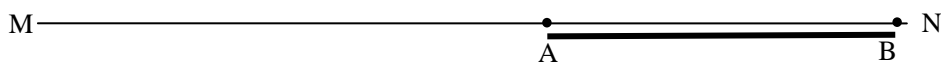
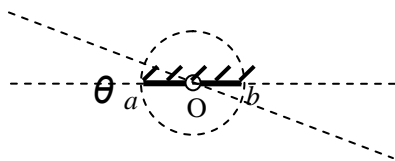
接触点	U(v)	I(A)
A、B	1.50	0.50
B、C		0.30
A、C	2.40	

- (3)（3 分）测量 A、C 接线柱之间的电阻时，电压表的示数读数为 2.40V，请将电流表的示数填入表格。  
 (4)（6 分）画出盒内三个等值电阻可能的连接方式，并求出三个等值电阻的阻值  $R$ 。

17. (6分) 如图所示, 一宽为  $ab$  的平面镜, 垂直纸面放置, 平面镜可以绕其中心轴  $O$  转动,  $MN$  为离平面镜一段距离的直线。人眼在  $ab$  与  $MN$  之间的某固定位置  $P$  点(图中没有标出), 通过平面镜  $ab$  观察  $MN$ 。转动平面镜, 人眼可以通过平面镜观察到  $MN$  上不同的区域。当平面镜  $ab$  与直线  $MN$  平行时, 人眼通过平面镜恰能观察到  $MN$  上从  $A$  点到  $B$  点的整个区域。

(1) (3分) 利用刻度尺等工具, 确定人眼所在位置。

(2) (3分) 将平面镜  $ab$  绕  $O$  轴顺时针转过  $\theta$  角, 利用刻度尺等工具, 画出人眼此时通过平面镜在  $MN$  上观察到的区域。



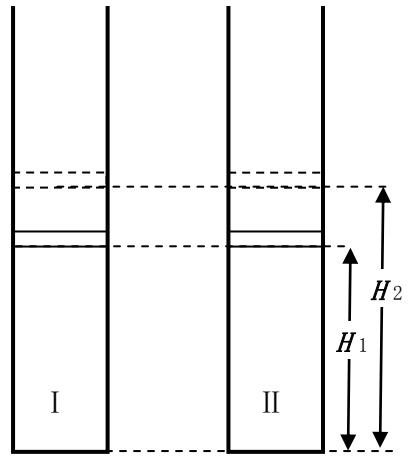
第 17 题图

### 五. 判断与说理题 (本题共 41 分)

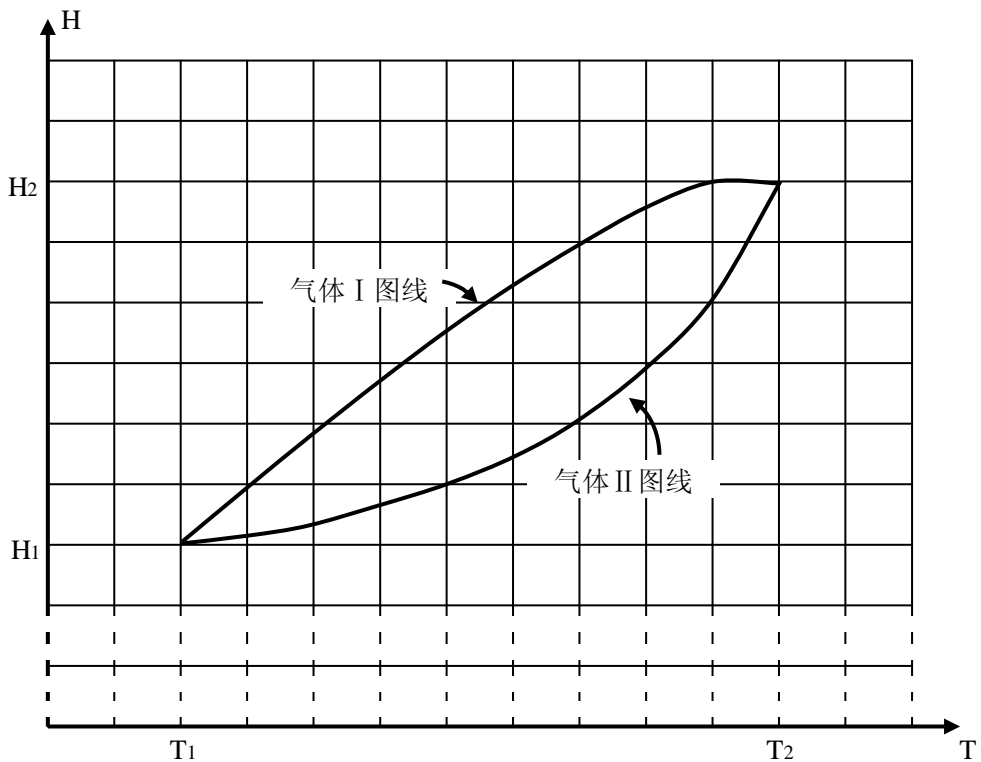
18. 在科学研究中, 常利用物体某些性质的互补性, 制成各种器件。请对以下问题作出解答。

(1) (6分) 研究表明, 导体的电阻随温度  $t$  变化的规律为  $R=R_0(1+\alpha t)$ , 其中  $\alpha$  称为电阻温度系数。在一定的温度范围内  $\alpha$  是与温度无关的常量。金属的电阻一般随温度的升高而增大, 具有正温度系数; 而某些非金属如碳等则相反, 具有负温度系数。利用具有正负电阻温度系数的两种材料, 可以制成阻值在一定温度范围内不随温度变化的电阻。现将横截面积相同的铜棒和碳棒串接成 1.0m 长的导体, 要求其阻值在  $0^\circ\text{C}$  附近不随温度变化, 求所需碳棒的长度。已知: 在  $0^\circ\text{C}$  附近, 铜的电阻温度系数为  $3.9\times 10^{-3}^\circ\text{C}^{-1}$ , 该铜棒每米长的电阻为  $1.7\times 10^{-5}\ \Omega$ ; 碳的电阻温度系数为  $-5.0\times 10^{-4}^\circ\text{C}^{-1}$ , 该碳棒每米长的电阻为  $3.5\times 10^{-2}\ \Omega$ , 铜棒与碳棒的尺寸随温度的变化可忽略。

(2) (6 分) 如图(a)所示, 在相同的直筒中, 分别用不计厚度、质量和摩擦的活塞封闭体积为  $V_1$  的不同气体 I、II, 此时气体温度均为  $T_1$ , 活塞距直圆筒底高为  $H_1$ 。加热直筒内气体, 气体温度为  $T_2$  时, 两活塞均上升到  $H_2$ 。两直筒中活塞距筒底的高度  $H$  随温度  $T$  变化的情况如图(b)所示。现用两只活塞在同一直筒中封闭温度为  $T_1$  的一定量的上述两种气体, 封闭在直筒中的两种气体被活塞隔开, 总体积仍为  $V_1$ 。试根据  $H-T$  图提供的信息, 判断封入上述两种气体的初始体积之比满足什么条件时, 被封闭气体的温度从  $T_1$  升高到  $T_2$  的过程中, 总体积随温度升高均匀增大。



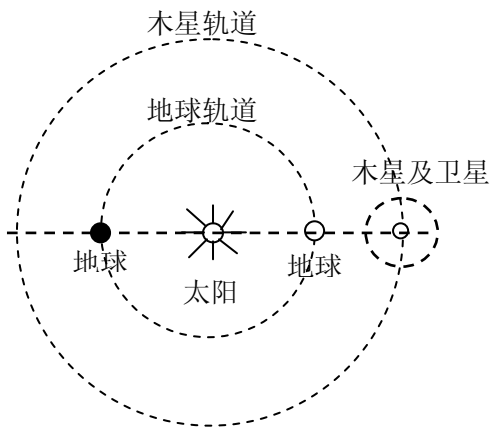
第 18 题图 (a)



第 18 题图(b)

19. (15分) 光速的测定在光学的发展史上具有非常特殊而重要的意义。它不仅推动了光学实验的发展,也打破了光速无限的传统观念,引发了一场物理革命,爱因斯坦提出了相对论。

(1) (4分) 最初的光速值是根据丹麦科学家罗默的理论测出的。罗默对木星系进行了长期系统的观察和研究。他发现,离木星最近的卫星——木卫一绕木星运行,隔一段时间就会被木星遮食一次,这个时间间隔在一年之内的各个时间里并不是完全相同的。罗默在解释这个现象时说,这是因为光穿越地球轨道需要时间,最长时间

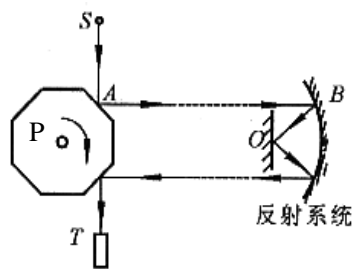


可达 22min, 已知地球轨道半径  $R = 1.5 \times 10^8 \text{ km}$ 。

第 19 (1) 题图

请根据罗默的数据算出光速的大小。

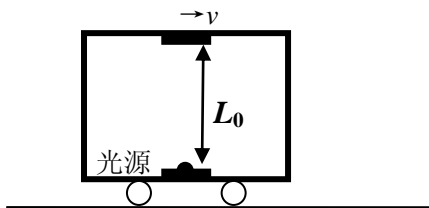
(2) (5分) 如图所示是迈克尔逊用转动八面镜法测光速的实验示意图,图中 P 可旋转的八面镜, S 为发光点, T 是望远镜,平面镜 O 与凹面镜 B 构成了反射系统。八面镜距反射系统的距离为  $AB = L$  ( $L$  可长达几十千米),且远大于  $OB$  以及 S 和 T 到八面镜的距离。现使八面镜转动起来,并缓慢增大其转速,当每秒转动次数达到  $n_0$  时,恰能在望远镜中第一次看见发光点 S, 由此迈克尔逊测出光速  $c$ 。请写出测量光速的表达式。



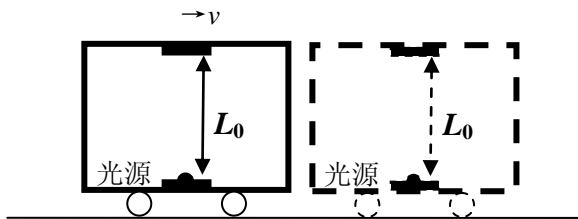
第 19 (2) 题图



(3) (6分) 一车厢以速度  $v$  在水平地面上行驶，车厢底部有一光源，发出一光信号，射到车顶。已知在车厢里的观察者测量到这一过程所用的时间为  $\Delta t_0$ ，如图 (a) 所示。另外一个观察者站在地面，他测量到的这一过程所用的时间为  $\Delta t$ ，如图 (b) 所示。研究表明不论观察者是站在车厢里还是在地面上，车厢的高度  $L_0$  都是不变的，光在车厢里和地上传播的速度都是  $c$ ，试判断  $\Delta t$  和  $\Delta t_0$  哪一个更大一些，从中可以得出什么结论。

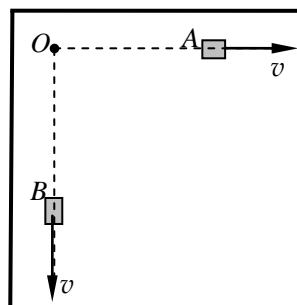


第 19 (3) 题图 (a)



第 19 (3) 题图 (b)

20、(14分) 两艘船 A 与 B，在  $t=0$  时从港口 O 处同时以相同的速度  $v=10\text{m/s}$  分别向东、向南匀速前进，如图所示。当 A 船距 O 点  $L_1=50\text{m}$  处第一次鸣笛，发出短促的汽笛声，以后每前进 50m 鸣笛一次。声波以  $u=340\text{m/s}$  的速度向各个方向传播。



第 20 题图

- (1) (6分) 求 B 船上的水手首次听到汽笛声的时刻。
- (2) (8分) 求 B 船上的水手首次听到汽笛声到第二次听到汽笛声的时间间隔，并判断 B 船上的水手以后听到相邻两次汽笛声的时间间隔是否发生变化。

# 上海市第二十四届初中物理竞赛（大同中学杯）

## 复赛参考答案

### 一、选择题（每小题 4 分，共 32 分）

题号	1	2	3	4	5	6	7	8
答案	B	D	B	B	D	B	A	C

### 二、填空题（每格 3 分，共 30 分）

9、 \_\_\_\_\_ 向内 \_\_\_\_\_， \_\_\_\_\_ 左下方 \_\_\_\_\_。

10、 \_\_\_\_\_ 1.5 \_\_\_\_\_， \_\_\_\_\_ 0.15 \_\_\_\_\_。

11、 \_\_\_\_\_  $\frac{d_1^2}{d_2^2}$  \_\_\_\_\_， \_\_\_\_\_  $\frac{d_1^4}{d_2^4}$  \_\_\_\_\_。

12、 \_\_\_\_\_ 往返的直线 \_\_\_\_\_， \_\_\_\_\_  $2\sqrt{a^2+b^2}-(a+b)$  \_\_\_\_\_。

13、 \_\_\_\_\_  $\frac{9E}{4R}$  \_\_\_\_\_， \_\_\_\_\_  $\frac{9E}{10R}$  \_\_\_\_\_。

### 三、计算题（本题共 27 分）

14、（12 分）

当乙同学晚出发时间为 6min 时，小于 10min，必定在甲同学行走速度为 1m/s 时追上。

$$1(6 \times 60 + t) = 3t$$

$$\text{即 } t = 180\text{s} = 3\text{min} \text{ 追上}$$

当晚出发时间为 12min 时，大于 10min，必定在甲同学行走速度为 2m/s。

$$1 \times 15 \times 60 + 2(t - 3 \times 60) = 3t$$

$$\text{即 } t = 540\text{s} = 9\text{min} \text{ 追上}$$

15、（15 分）

$$(1) N = \rho abcg = 500 \times 0.8 \times 0.6 \times 0.6 \times 10 = 1440(\text{N})$$

$$(2) F \frac{b}{2} = mg \frac{a}{2} \quad \text{即 } F = \frac{a}{b} mg = \frac{0.8}{0.6} \times 1440 = 1920(\text{N})$$

$$(3) \text{风在侧面产生的压力: } N_1 = kbcv^2 \cos^2 \theta$$

风在顶面产生的压力： $N_2 = kacv^2 \sin^2 \theta$

当  $(N_2 + mg) \frac{a}{2} > N_1 \frac{b}{2}$  时，长方体将不会翘起，即

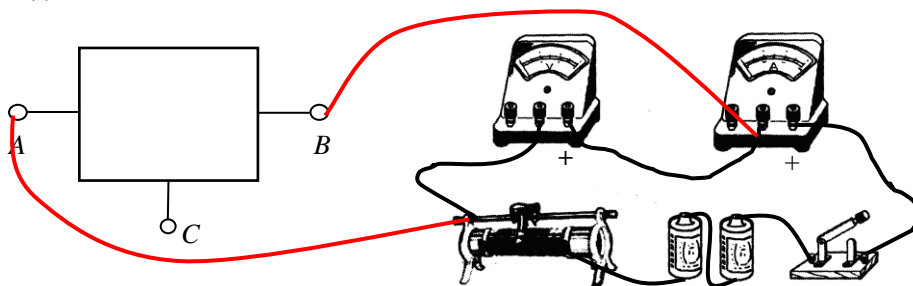
$$mga > kcv^2(b^2 \cos^2 \theta - a^2 \sin^2 \theta),$$

由于  $kv^2$  可以取足够大，为使上式对任意大  $kv^2$  都成立，必须有

$$b^2 \cos^2 \theta - a^2 \sin^2 \theta \leq 0 \quad \text{即} \quad \tan \theta \geq \frac{b}{a} = \frac{3}{4}, \quad \theta \geq 37^\circ$$

#### 四、实验题（本题共 20 分）

16、（14 分）



(2)

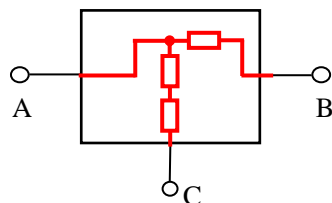
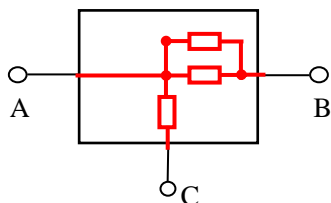
(3)

接触点	U(v)	I(A)
A、B	1.50	0.50
B、C	<b>2.70</b>	0.30
A、C	2.40	<b>0.40</b>

(4)

$$R_{AB} = 1.50/0.90 = 3.0\Omega \quad R_{BC} = 2.70/0.30 = 9.0\Omega$$

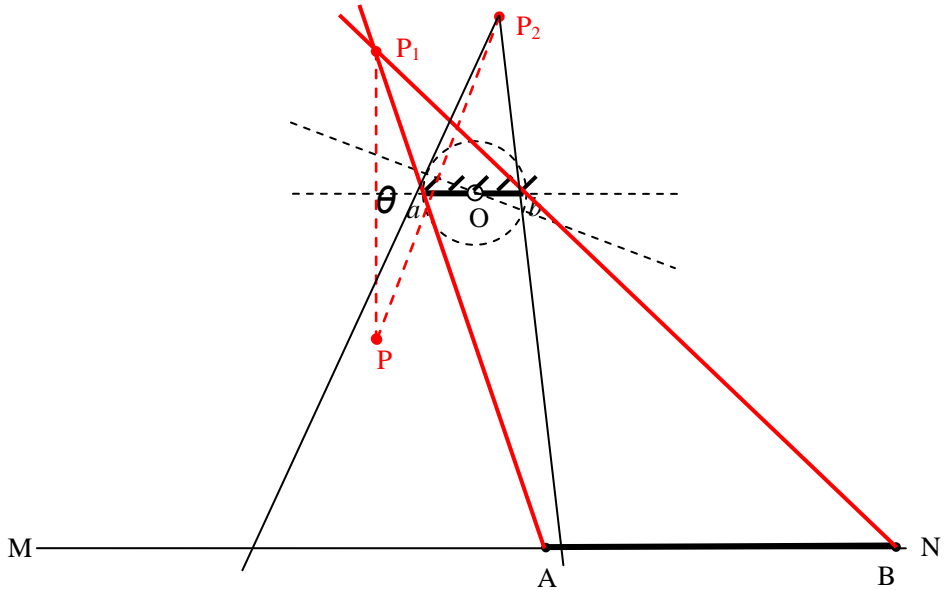
有以下两种可能，连接如下图，左图中每个电阻值为  $6\Omega$ ，右图中每个电阻值为  $3\Omega$



17、(6分)

(1)利用直线  $AP_1$ 、 $BP_1$  找到  $P$  在平面镜中的像  $P_1$ ，利用刻度尺找到人眼位置  $P$ 。

(2)利用刻度尺找到人眼在转过  $\theta$  角后的平面镜中的像  $P_2$ 。利用过平面镜端点的直线找到观察到的区域。



五. 判断与说理题 (本题共 41 分)

18、(1) (6分)

设  $0^\circ\text{C}$  时碳棒长为  $x$  (m) 则  $0^\circ\text{C}$  时铜棒长为  $(1-x)$ (m)

根据  $R=R_0(1+\alpha t)$ , 可得:

要使电阻阻值不变, 则

$[1.7 \times 10^{-5}(1-x) (1+3.9 \times 10^{-3}t) ] + [3.5 \times 10^{-2}x (1-5.0 \times 10^{-4}t) ]$  不随温度  $t$  变化, 即与温度  $t$  相关的系数等于零。可得:

$$1.7 \times 10^{-5}(1-x) 3.9 \times 10^{-3} - 3.5 \times 10^{-2}x 5.0 \times 10^{-4} = 0$$

$$X = 3.8 \times 10^{-3} \text{ (m)}$$

(2) 解答: (6分)

在图 (b) 中, 以温度为  $T_1$  时和  $T_2$  时为端点, 用直线连接。

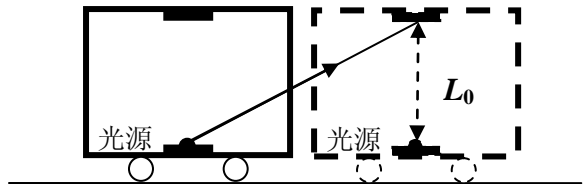
通过测量不同温度时的数据, 发现气体 I 的高度与线性变化的高度的差值始终等于气体 II 的高度与线性变化的高度的差值一半, 因此, 可利用两种气体的互补特性, 取气体 I 的体积等于气体 II 体积的两倍, 使直筒中气体的总体积在  $T_1$  时仍为  $V_1$ , 且随温度的增加而均匀增加。即初始时气体 I 的体积与气体 II 的体积之比为 2。

19. (1) (4分)  $c = \frac{2R}{t} = \frac{3.0 \times 10^8}{22 \times 60} = 2.3 \times 10^5 \text{ km/s}$

(2) (5分) 由第一次看见发光点可知, 光传播  $2L$  的距离所用的时间等于八面镜转过  $1/8$  转所用的时间, 即  $t = 1/8n_0$ 。可得光速为:  $c = \frac{2L}{\frac{1}{8n_0}} = 16n_0L$ 。

(3) (6分) 在车厢内观察  $\Delta t_0 = \frac{L_0}{c}$   
 在地面上观察  $(v\Delta t)^2 + L_0^2 = (c\Delta t)^2$

$$\Delta t = \frac{L_0}{\sqrt{c^2 - v^2}} > \frac{L_0}{c} = \Delta t_0$$



结论: 运动的参照系里时钟变慢。

20. (1) (6分) 第一个声音信号从 A 船→B 船, 要经过  $\Delta t_1$  的时间, 由勾股定理有

$$L_1^2 + (L_1 + v\Delta t_1)^2 = (u\Delta t_1)^2 \quad \Delta t_1 = L_1 \frac{v + \sqrt{2u^2 - v^2}}{u^2 - v^2}$$

$$\Delta t_1 = \frac{50 \times (10 + \sqrt{2 \times 340^2 - 10^2})}{340^2 - 10^2} = 0.2124(\text{s}) \quad t_0 = \frac{L_1}{v} = 5(\text{s})$$

船 B 上的水手听到第一声汽笛声的时刻为 5.2124 (s)

(2) (8分) 由第一小题可知:

第二个声音信号从 A 船→B 船, 要经过的时间为  $\Delta t_2 = L_2 \frac{v + \sqrt{2u^2 - v^2}}{u^2 - v^2}$

所以听到的声音信号的时间间隔  $\Delta T$  为

$$\Delta T = (\Delta t_2 + \frac{L_2}{v}) - (\Delta t_1 + \frac{L_1}{v}) = \frac{L_2 - L_1}{v} + (L_2 - L_1) \frac{v + \sqrt{2u^2 - v^2}}{u^2 - v^2}$$

$$\Delta T = \frac{L_2 - L_1}{v} \times \frac{u^2 + v\sqrt{2u^2 - v^2}}{u^2 - v^2} = \frac{50}{10} \times \frac{340^2 + 10\sqrt{2 \times 340^2 - 10^2}}{340^2 - 10^2} = 5.212(\text{s})$$

由  $\Delta T$  的计算式可知,  $\Delta T$  的大小仅与  $\Delta L = L_2 - L_1$  有关, 故时间间隔不变。

(其他解法结论正确同样得分)