教育部100學年度高級中學數理及資訊學科能力競賽物理科決賽

筆試試題（一）參考解

【第一題參考解】

θ

β

β

d

上邊界



下邊界



設光線在平板中的路徑長為，則



下圖四光線中，上方入射角最大，下方入射角最小。



(R-t/2)

θC

(R+t/2)



α

β

θ



Bottom Ray:







α

β

θ

，同前

Middle Ray:

α

β



θ





Top Ray:

β

θ

α





 Plane Wave guide

The bottom ray limits the maximum incident angle



未鍍膜時



α

β

θ

鍍膜後



α

β

θ

γ

γ







與未鍍膜相同

【第二題參考解】

由題目可知

熱導率 K = 0.055 W/m-K

內牆之熱傳導係數 hi = 8.5 W/m2-K

外牆之熱傳導係數 ho = 34 W/m2-K

室內溫度 Ti = 20 ℃ = 293 K

室外溫度 To = -20 ℃ = 253 K

牆壁面積 A = 200 m2

牆壁厚度 D = 15 cm = 0.15 m

假設此屋處於熱傳導穩定狀態(steady state)，並定義

1. 內牆與室內空氣之熱流率 
2. 牆內部之熱流率
3. 外牆與戶外空氣之熱流率 



(1) 計算屋內熱流率：

(2) 計算屋外熱流率：

(3) 計算牆內熱流率：

(4) 由(1)式可得：

(5) 由(2)式可得：

(6) 將(4),(5)兩式代入(3)式中：



（kＷ）

(7) 假設恆溫系統效率為1。因此，每月至少需付出電費=2.78x24x30x3=6,000元。

 【第三題參考解】

假設船相對於河水速度$\vec{v\_{b}}$，水流速度為$\vec{v}$，則船相對於岸上的速度為$\vec{v\_{b}}+\vec{v}$。

水流方向

*d*

$$\vec{v\_{b}}$$

$$\vec{v}$$

θ

$$\vec{v\_{b}}+\vec{v}$$

如上圖，則渡河時間為

$$t=\frac{d}{v\_{b}\cos(θ)}$$

第一次渡河要求時間最短，則$θ=0, \cos(θ=1)$，所以$T = d/v\_{b}$。

第二次渡河

1. $ v\_{b}>v$ **三種速度的向量圖改為如下**，其中圓是以vb為半徑所繪，

$$\vec{v\_{b}}+\vec{v}$$

$$\vec{v}$$

$$\vec{v\_{b}}$$

$\vec{v\_{b}}+\vec{v}$將落在圓上任一點。因為要求偏移距離最小，代表$\vec{v\_{b}}+\vec{v}$在水流方向的分量最小，即$\vec{v\_{b}}+\vec{v}$與$\vec{v}$夾角最大(不超過直角)，如下圖

$$\vec{v\_{b}}+\vec{v}$$

$$\vec{v\_{b}}$$

$$\vec{v}$$

所以$2T = d/\sqrt{v\_{b}^{2}-v^{2}}$。已知$T = d/v\_{b}$，所以$v=\frac{\sqrt{3}}{2}\frac{d}{T}$。

1. $ v\_{b}<v$ **三種速度的向量圖改為如下左圖，**

$$\vec{v\_{b}}+\vec{v}$$

$$\vec{v}$$

$$\vec{v}$$

$$\vec{v\_{b}}+\vec{v}$$

$$\vec{v\_{b}}$$

$$\vec{v\_{b}}$$

因為要求偏移距離最小，代表$\vec{v\_{b}}+\vec{v}$在水流方向的分量最小，$\vec{v\_{b}}+\vec{v}$與$\vec{v}$夾角最大如上右圖，即$\vec{v\_{b}}+\vec{v}$切圓於一點，所以$2T = d/(\sqrt{v^{2}-v\_{b}^{2}}\frac{v\_{b}}{v})$ ，已知$T = d/v\_{b}$，所以$v=\frac{2}{\sqrt{3}}\frac{d}{T}$。

【第四題參考解】

假設初始態的溫度為T1,壓力為P1,體積為V1

所以滿足三方程式 (1) P1V1=nRT1

(2) P1S=kh1

 (3) V1=h1S

 

同理 當吸收Q熱量時 活塞高度為則 

由熱力學第一定理: Q=

因為而

 



【第五題參考解】

1. No, , 
2. 







 



L

成像面

建設性干涉條件：



$$θ$$

$$r\_{1}$$

d



$$Ltanθ$$

$$r\_{2}$$



1. OPD = *n*ℓ-ℓ = (1.5 – 1)ℓ= 0.5ℓ = ℓ = , 

Or

 



1. 











【第六題參考解】

1. 由實驗觀察基頻的運動模式（駐波）如下示意圖，



可以假設波函數為

 

要求此解滿足邊界條件

可得



基頻的波函數就是n=1的y(x,t)，



其中由初始條件決定。

1. 對於兩段不同線密度的弦來說，弦上每個位置的振盪頻率相同。



參考解答(a)之駐波函數，將左右兩段弦之波函數寫成



由於振盪頻率相同，所以



所以波函數可以寫成



接著考慮左段弦與右段弦在交界處之波動函數連續性，在任意時刻滿足條件一

 以及條件二

依據條件一



依據條件二



整理上述條件限制後，可得



因為不能同時為零，所以行列式



在基頻的狀況下n=1,再考慮條件一之限制，

所以



至於，還是由初始條件決定，示意圖如下。

