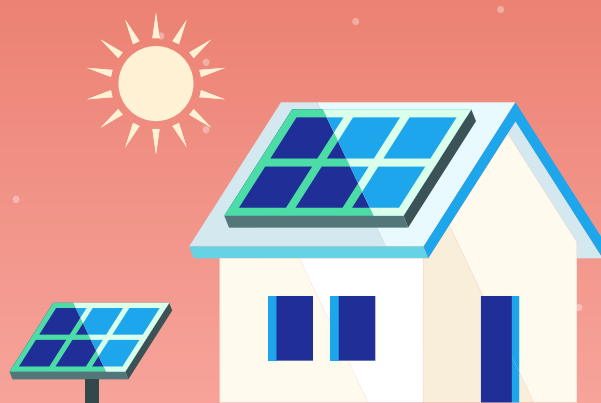


## 主題 四

# 太陽路徑 與太陽追蹤



### 學習目標

綠色建築設計是一種強調環境可持續性和資源效率的建築和施工方法。在這個主題中，我們將透過以下活動探討如何運用科學知識和創新科技來追蹤太陽路徑，藉以減少能源消耗。

#### 活動一

探索太陽路徑

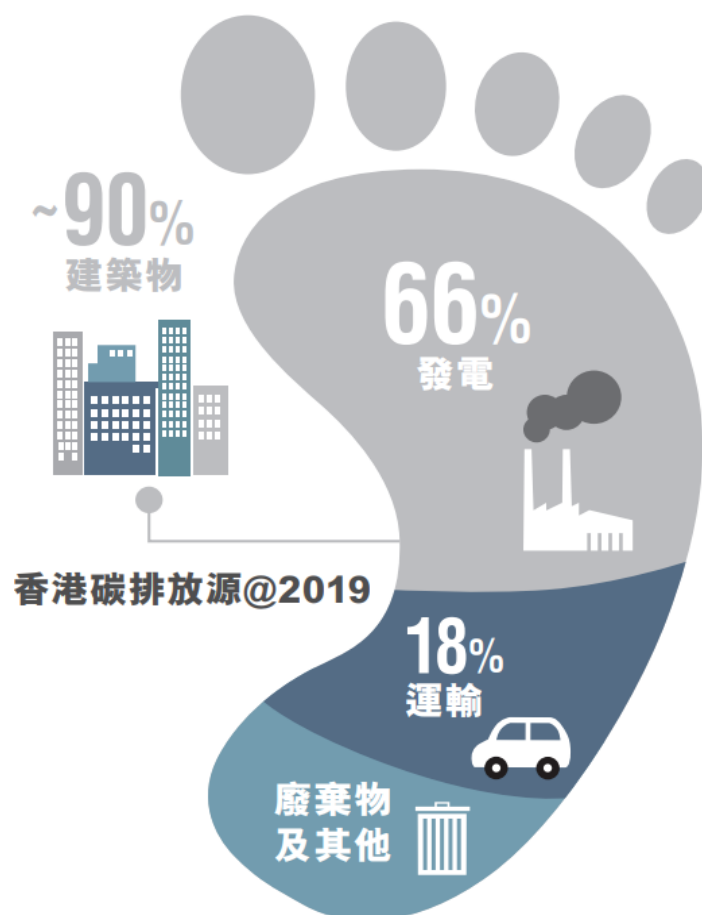
#### 活動二

太陽追蹤

### 零碳建築設計

在2019年，發電是香港最大的碳排放源。零碳建築設計旨在設計和建造淨零碳排放的建築物，方法如下：

- 減少營運建築物所需的能源  
原因：減少使用化石燃料和其他排放溫室氣體的能源
- 採集可再生能源和使用高能源效益的科技  
原因：抵銷餘下的碳排放



圖一 摘錄自《香港氣候行動藍圖2050》

香港首個零碳建築物的故事：建造業零碳天地

<https://zcp.cic.hk/eng/story-of-zcb>

(只有英文版)

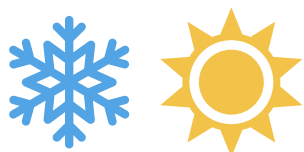


要實現淨零碳排放，在建築設計中可採用以下策略：

1

在炎熱夏季，避免猛烈陽光直射建築物，但在寒冷冬季，則盡可能採納陽光。

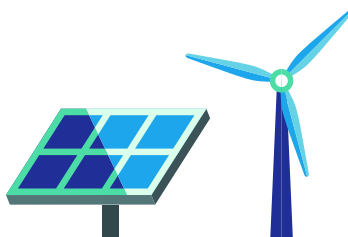
目的：減少冷氣機和暖氣設備的能源消耗。



2

採用可再生能源（例如採集太陽能與風能）。

目的：減少使用化石燃料所引致的溫室氣體的排放。



3

盡量採用自然光及高能源效益的照明系統。

目的：減少照明系統的能源消耗。



4

使用高能源效益的冷暖氣系統，並考慮建築物的座向以達致自然通風。

目的：減少空調的能源消耗。



5

回收被浪費的能源。

目的：收集或再利用原本被浪費的能源。



## 問題

1 以下哪一項是零碳排放建築設計所採用的策略？

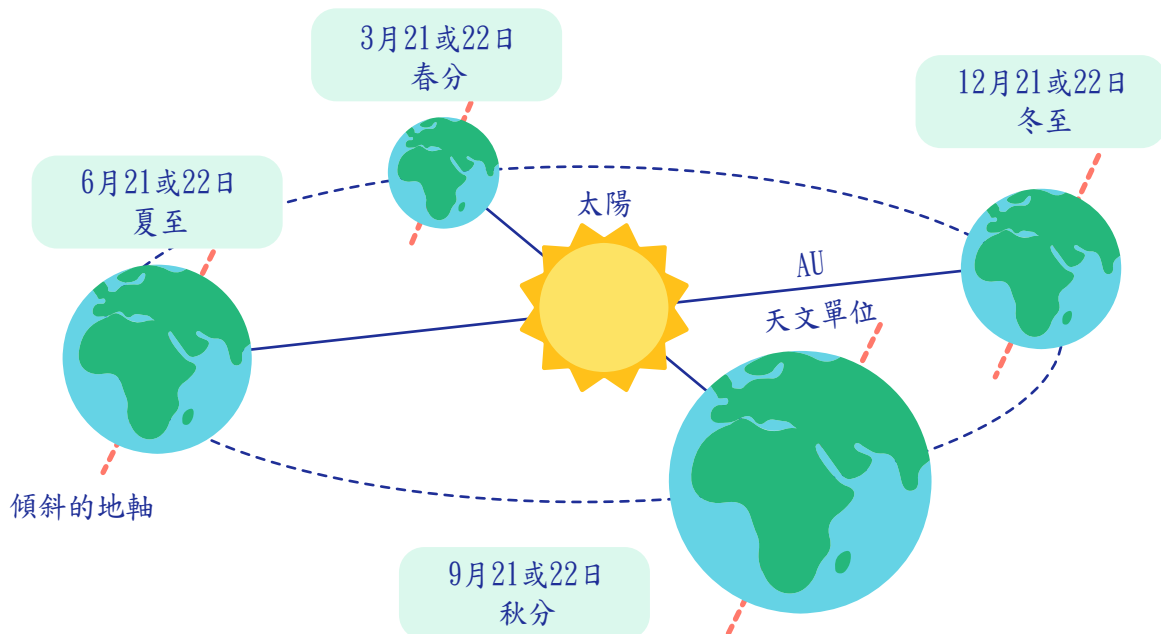
- A 在建築物上添加華麗燈飾
- B 採集可再生能源
- C 使用低能源效益的空調系統
- D 阻擋所有進入建築物內的陽光



2 列出一項建造業零碳天地所採用的綠色建築設計策略。

## 綠色建築設計和四季

地球以傾斜的地軸圍繞太陽公轉而形成四季（圖二）。香港位於北半球，緯度約為 $22^{\circ}$ 。此地理位置導致太陽在不同季節的所在位置有所偏移。

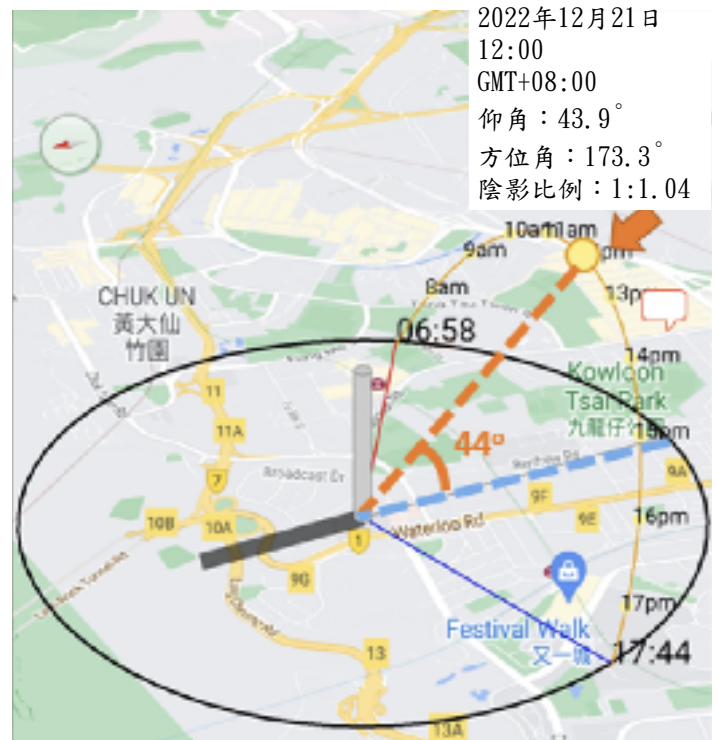


圖二 分點和至日

比較兩個至日的太陽路徑。在2022年6月21日夏至的正午，太陽大約位於你的頭頂上（圖三a）。在2022年12月21日冬至的正午，太陽的仰角約為 $44^\circ$ （圖三b）。



圖三a 夏至時的太陽路徑



圖三b 冬至時的太陽路徑

一種被動的綠色建築設計就是避免過量的陽光在夏季直射入建築物，而在冬季則容許更多陽光照射入建築物。四季的太陽路徑有助我們思考如何設計綠色建築物。

## 活動一

### 探索太陽路徑

#### 簡介

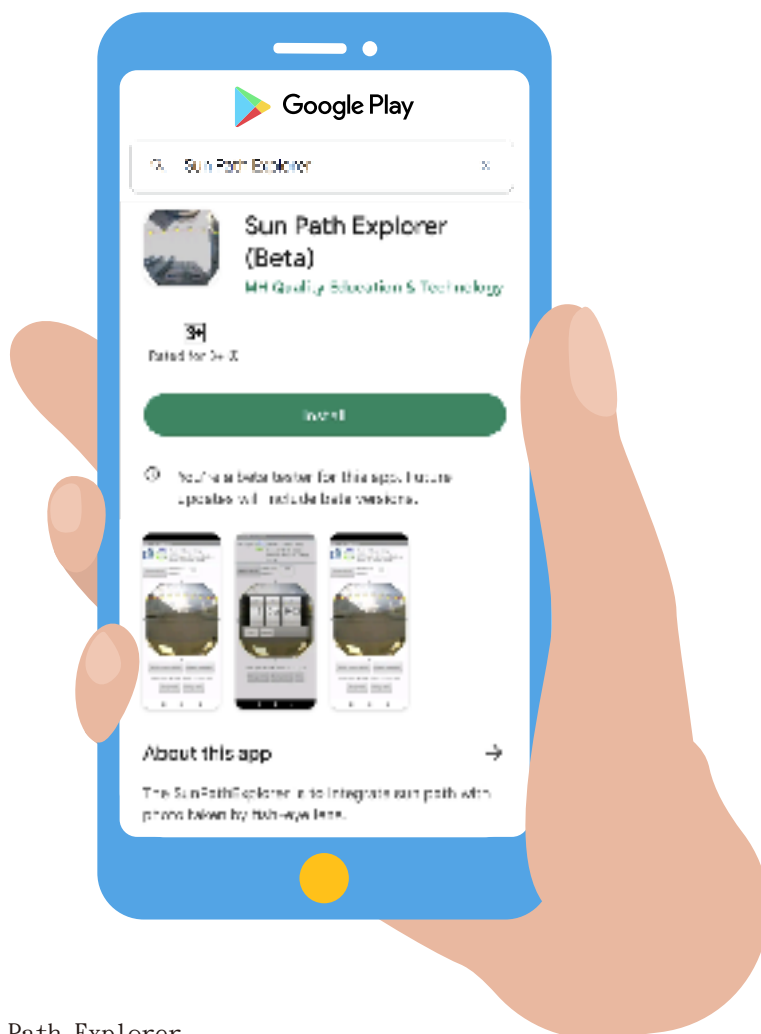
在這個活動中，我們會使用手機應用程式「Sun Path Explorer」預測透過建築物窗戶看到的太陽路徑和陽光可以從窗戶照射入室內的時間。

#### 操作說明

從Google Play商店下載並安裝Android應用程式「Sun Path Explorer」（圖四）。

（此應用程式僅在Google Play商店中提供。）

<https://bit.ly/3qiwBaE>



圖四 Android應用程式：Sun Path Explorer

- 1 將手機水平放置在朝南的窗戶旁。使用魚眼鏡頭（廣角鏡頭）拍攝一幅天頂照片。建議學生靠近房間的窗戶來拍攝天頂照片（圖五a-b）。

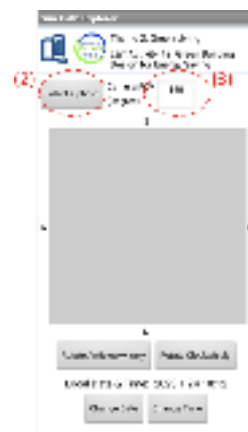


圖五a 使用魚眼鏡頭（廣角鏡頭）拍攝天頂照片。



圖五b 天頂照片的例子。

- 2 啟動應用程式後，選取該天頂照片（圖五c）。
- 3 輸入估計魚眼鏡頭的視野（FOV）\*（圖五c）。



圖五c. 選取天頂照片並輸入估計的視野。

- 4 將該天頂照片調整至正確方向。你可能需要順時針或逆時針旋轉你的照片（圖六a）。

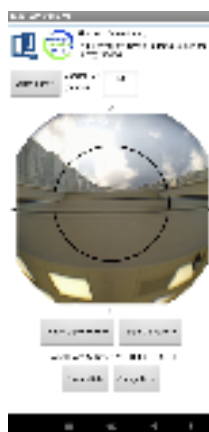


圖六a

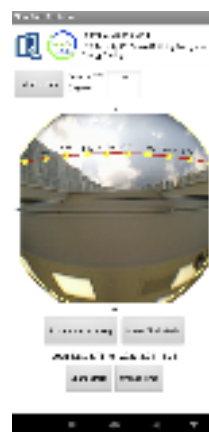
- 5 在相片中心繪製一個代表可視範圍的圓圈（圖六b）。

- 6 根據可視範圍資料，應用程式會以一條曲線顯示計算出的太陽路徑（圖六c）。

- 7 研究太陽路徑並判斷陽光能照射入房間的時段。



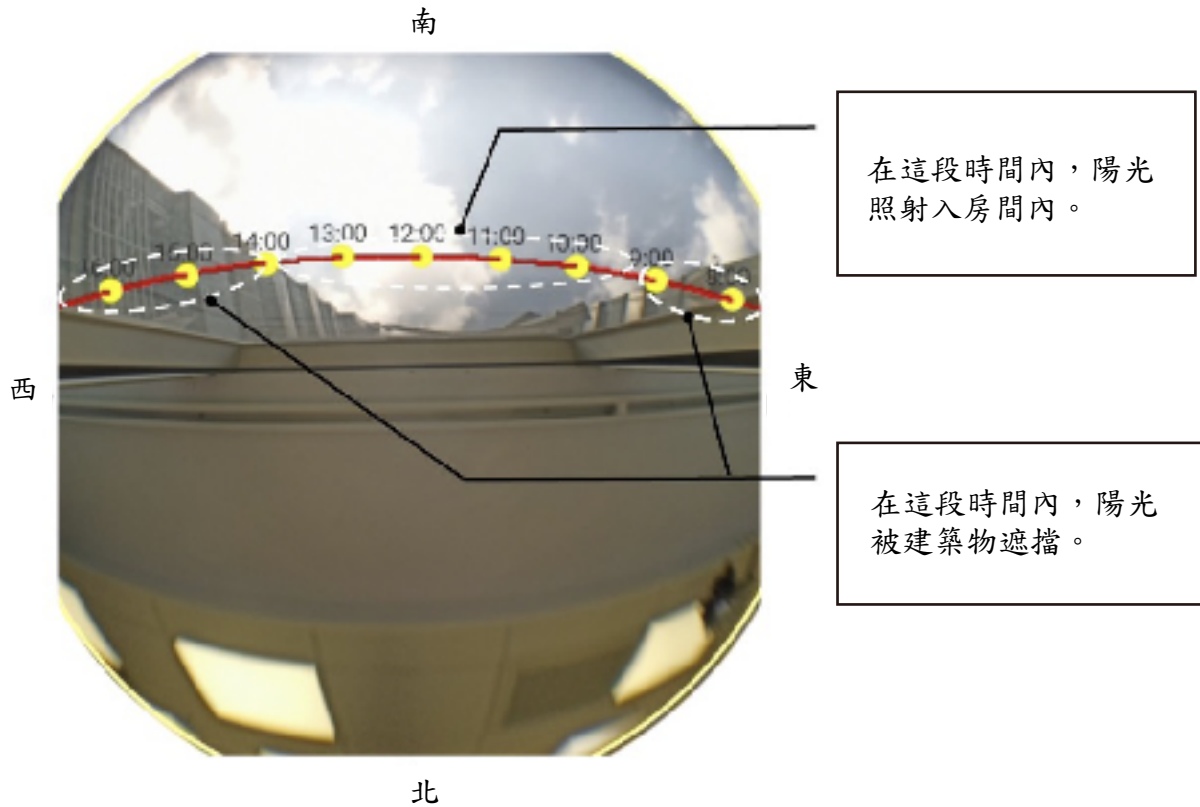
圖六b



圖六c

\* 視野（FOV）是指一個人可以看到或一件光學設備可以偵測到的可觀察區域（通常以角度來表示）。

陽光何時照射入你的房間內呢？圖七顯示了一個應用程式計算出的太陽路徑。當太陽與建築物「重疊」時，陽光會被建築物遮擋；而當太陽掛在（照片中的）天空中時，陽光則可從窗戶照射入你的房間內。

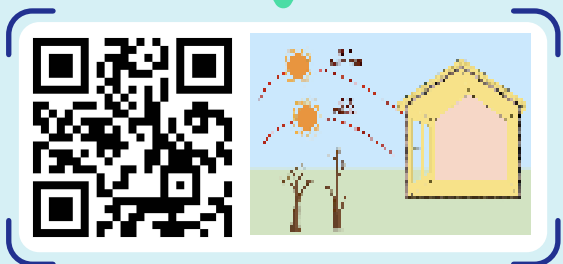


圖七 分析應用程式計算出的太陽路徑

### 估算視野 (FOV) 和 探索太陽路徑的影片

觀看以下的示範影片，學習如何運用應用程式「Sun Path Explorer」來預測太陽路徑。

影片 11



## 甲部：陽光能照射入房間的時段—今天

使用手機應用程式「Sun Path Explorer」探索今天的太陽路徑。

- a 日期（今天）：
- b 季節（圈出最適當的選項）：春季 / 夏季 / 秋季 / 冬季
- c 找出陽光能照射入你的房間之時段，並貼上相關太陽路徑的屏幕截圖。

陽光可由  至

照射入我的房間。

請在此處貼上你的屏幕截圖。

## 乙部：陽光能照射入房間的時段—今天起計6個月後

探索6個月後的太陽路徑。

- a 日期（從今天起計6個月後）：
- b 季節（圈出最適當的選項）：春季 / 夏季 / 秋季 / 冬季
- c 在應用程式內更改日期至(a)所述的日期。找出陽光能照射入你的房間之時段，並請貼上相關太陽路徑的屏幕截圖。

陽光可由  至

照射入我的房間。

請在此處貼上你的屏幕截圖。



## 問題

- 3 根據你在甲部（今天）和 乙部（今天起計6個月後）的分析結果，比較在這兩個日子陽光能照射入你的房間之時間。

（今天起計6個月後）陽光能照射入我的房間之時間比

（今天）的 長 / 短。

- 4 a 在甲部和乙部指定的兩天中，陽光能照射入你的房間的總時數是多少？

- b 試詢問你的一位同學，在相同的兩天中，陽光能照射入他/她的房間之總時數。

- c 試解釋 a 和 b 的時數差異。  
（提示：你可考慮建築物的高度和座向、建築物之間的距離等因素。）

## 活動二

### 太陽追蹤

#### 簡介

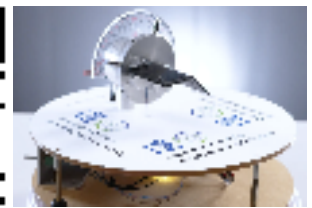
在這個活動中，我們會通過觀察典型的太陽跟蹤器，了解太陽追蹤技術的運作原理。

#### 操作說明

太陽路徑會有季節性的變化。「太陽追蹤」有助我們調節太陽能電池板的面向，務求採集大量的太陽能。

觀看影片以了解太陽追蹤的運作原理。

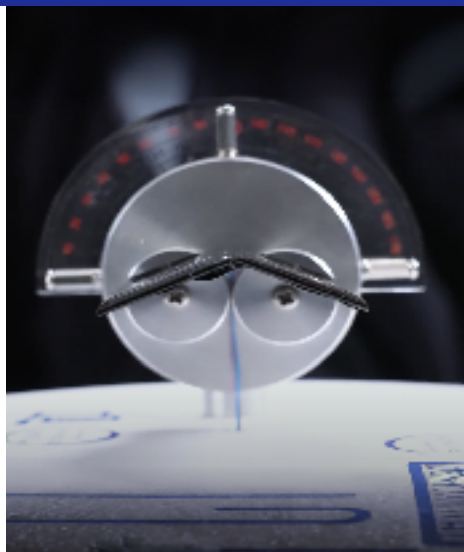
#### 影片 12



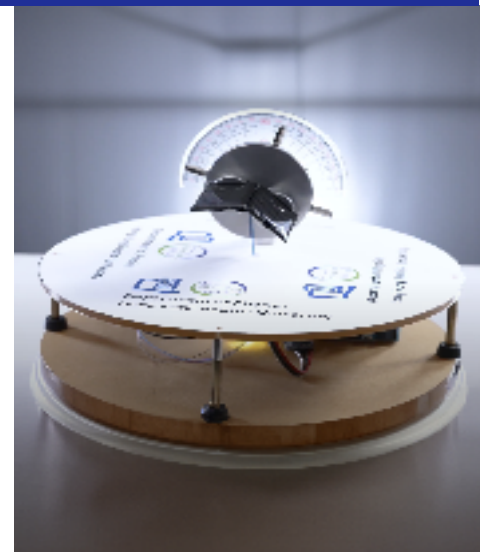
#### 太陽追蹤器（圖八a-c）



圖八a



圖八b



圖八c

#### 問題

- 5 太陽追蹤器（圖八a-c）內的兩塊太陽能電池板是如何擺放的？（圈出你的答案。）

在同一平面上

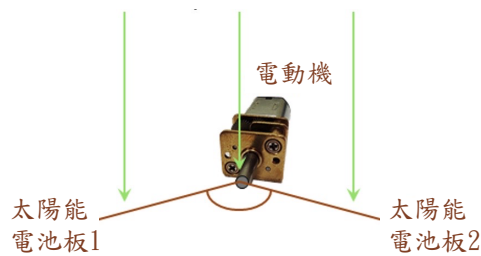
形成一夾角

## 太陽追蹤的運作原理

製造太陽追蹤器的常見技術之一是透過比較面向不同方向的兩塊太陽能電池板所接收的光強度，並調整太陽能電池板的朝向。

兩塊太陽能電池板擺放時形成某夾角（圖九a-c）。當每塊太陽能電池板所接收的光強度近似時，太陽能電池板保持原本的朝向（圖九a）；而當其中一塊太陽能電池板接收到更高的光強度時，電動機會旋轉兩塊太陽能電池板以減低兩者之間光強度的差異（圖九b-c）。

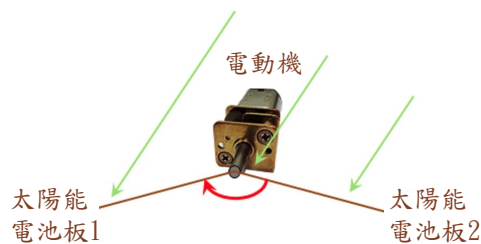
情況I：每塊太陽能電池板所接收的光強度近似。



動作：太陽能電池板保持原本的朝向。

圖九a

情況II：兩塊太陽能電池板所接收的光強度不同。  
(e.g.  $I_2 > I_1$ )

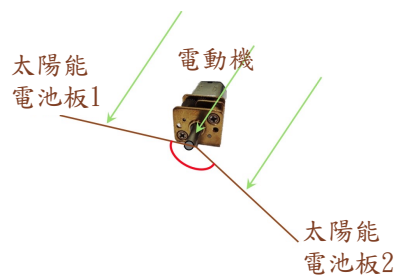


動作：電動機會旋轉兩塊太陽能電池板，以減低兩者之間光強度的差異。

（電動機所造成的旋轉方向以紅色箭咀表示。）

圖九b

情況III：當太陽能電池板旋轉到一個讓每塊太陽能電池板接收的光強度近似的方向時，電動機會停止。



最多的光能能夠被採集。

圖九c

## 問題

6 安裝「帶有光傳感器的旋轉式太陽能電池板」比安裝「固定太陽能電池板」有甚麼優勢？

7 你認為在建築物的哪個位置安裝太陽能電池板會有較好的效果？試簡單解釋。

## 結論

- 有策略地規劃和設計建築物，例如透過減少營運建築物所需的能源、採集可再生能源和使用高能源效益的科技，可實現淨零碳排放。
- 因為太陽路徑會有季節性的變化，所以建築物的座向是綠色建築工程師在建構建築物前需要考慮的因素之一。我們可以活用科技來預測陽光能從窗戶照射入房間的時段。
- 為了採集最多的太陽能，我們可以使用太陽追蹤器來跟據太陽的位置調整太陽能電池板的方向。