



量子奈米光學 專題研究

Jhih-Sheng Wu

Department of Photonics

National Yang Ming Chiao Tung University

✉ jwu@nycu.edu.tw

🏡 jhihsheng.github.io



Outlines

- 研究室介紹
 - Why do we do
 - What do we do
 - How do we do
- 專題
 - 量子光學
 - 奈米光學
 - 反向運算
 - 拓樸光學
- Q&A

你喜歡喝咖啡嗎？

如果我不在咖啡館，

Wenn der Altenberg nicht im Kaffeehaus ist,



你喜歡喝咖啡嗎？

如果我不在咖啡館，就是在往咖啡館的路上

Wenn der Altenberg nicht im Kaffeehaus ist, ist er am Weg dorthin



你喜歡喝咖啡嗎？

如果我不在咖啡館，就是在往咖啡館的路上

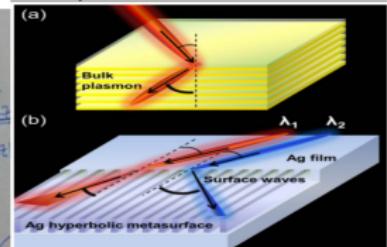
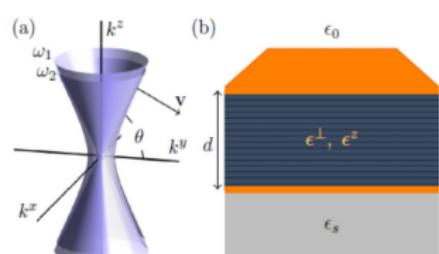
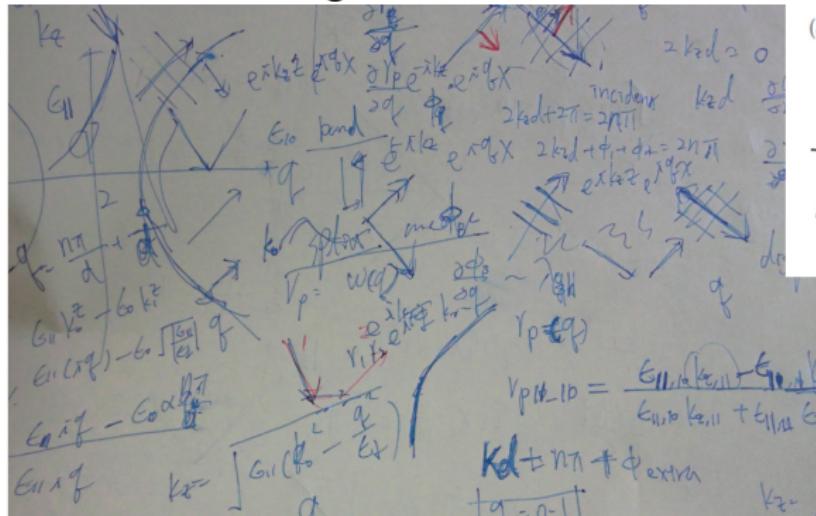
Wenn der Altenberg nicht im Kaffeehaus ist, ist er am Weg dorthin



身為一個做理論的人，
整個城市都是你的辦公室！
自由、愛思考、彈性工作時
間地點、
~~7days-24hours~~ 社畜

如果我不在思考理論或推導數學

If I am not thinking,



真實的人生

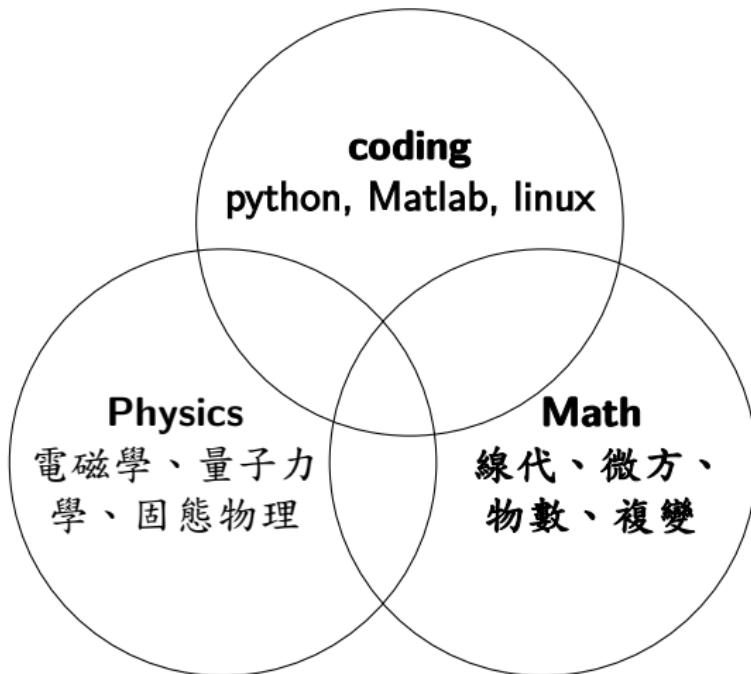
如果我不在思考理論或推導數學 就是在往 debug 的路上
If I am not thinking, I am debugging.



真實的人生

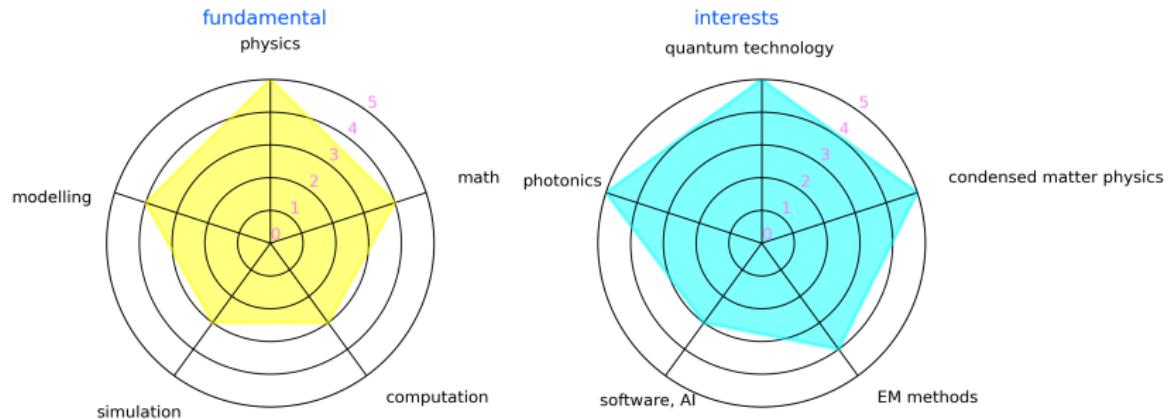
如果我不在思考理論或推導數學 就是在往 debug 的路上
If I am not thinking, I am debugging.

Debugging is like
being the detective in a
crime movie where you're
also the murderer.



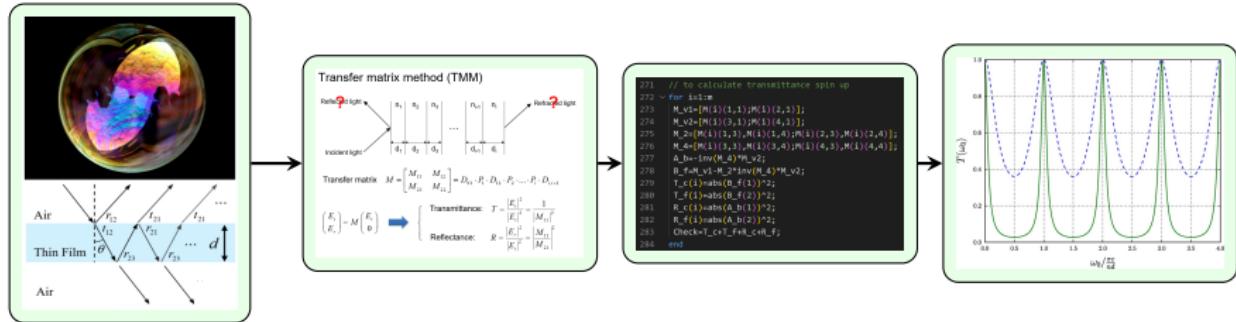
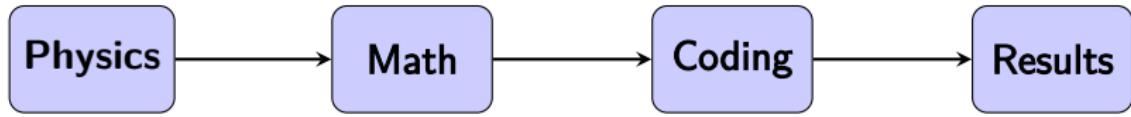
認識自己，發展技能，創造舞台！

Jhih-Sheng Wu

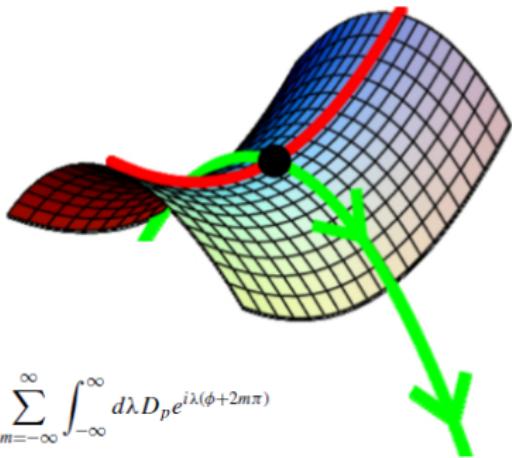
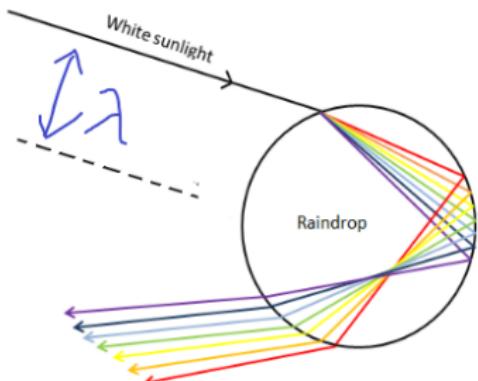


「橘生淮南則為橘，生於淮北則為枳」【晏子春秋】

理論與計算的工作模式



彩虹就是雙重馬鞍點 (Airy function)!



$$\sum_j D_p e^{i(j-1/2)\phi} = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} d\lambda D_p e^{i\lambda(\phi+2m\pi)}$$

- 研究與教學 (教授、科學家、研究員)
 - 與時俱進的知識與眼界
 - 念書與工作可以四處旅遊、認識夥伴
 - 工作內容有趣不重複
- 研發工程師 (RD) 光學產業
- 研發工程師 (RD) 半導體產業
- 演算法相關 (軟體、IC 設計)



專題生條件要求

喜好條件（非必要）

- 電磁學修課成績好

喜好條件（非必要）

- 電磁學修課成績好
- 自認電磁學很好

喜好條件（非必要）

- 電磁學修課成績好
- 自認電磁學很好
- 想念博士班

喜好條件 (非必要)

- 電磁學修課成績好
- 自認電磁學很好
- 想念博士班
- 量子物理 (近代物理) 成績好

喜好條件 (非必要)

- 電磁學修課成績好
- 自認電磁學很好
- 想念博士班
- 量子物理 (近代物理) 成績好
- 有興趣學量子物理

喜好條件 (非必要)

- 電磁學修課成績好
- 自認電磁學很好
- 想念博士班
- 量子物理 (近代物理) 成績好
- 有興趣學量子物理
- 很強的 coding skills

喜好條件 (非必要)

- 電磁學修課成績好
- 自認電磁學很好
- 想念博士班
- 量子物理 (近代物理) 成績好
- 有興趣學量子物理
- 很強的 coding skills
- 對寫程式有興趣

喜好條件 (非必要)

- 電磁學修課成績好
- 自認電磁學很好
- 想念博士班
- 量子物理 (近代物理) 成績好
- 有興趣學量子物理
- 很強的 coding skills
- 對寫程式有興趣
- 沒有基礎、成績普普、但想學、肯自學、耐操、有擋頭

指導方式：放牛吃草

老師提供釣竿，你要學會釣魚

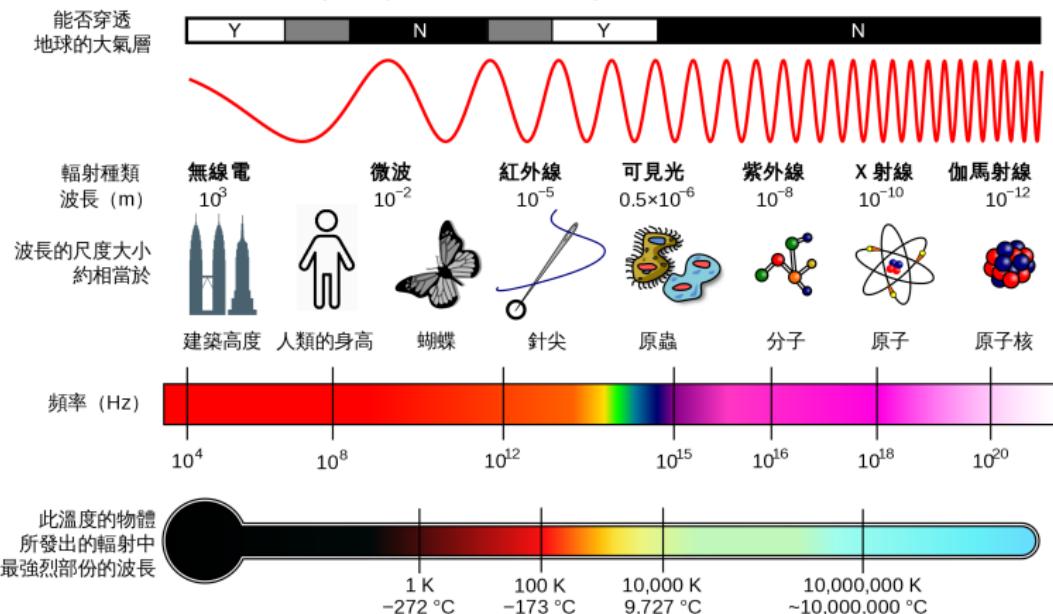
- 提供關鍵字與架構表、自學程式、學科
- 提供題目與相關文獻
- 定期報告進度、與老師討論
- 主動找文獻、找學長（姊）討論、找老師討論
- **要非常自主，我不強求進度多少，但你做得多可以學得更多，可藉由參與活動豐富你的履歷**
 - 大四上完成專題報告（必要）
 - 國科會大專生研究計畫
 - 台灣國際光電年會報告 (OPTIC)
 - 台灣物理年會報告
 - 發表正式論文 (5 年學碩)
 - 出國參加研討會報告

1. 奈米光學
2. 量子光學
3. 反向設計
4. 拓樸光學

光速是常數 = 頻率 × 波長

固定頻率固定波長

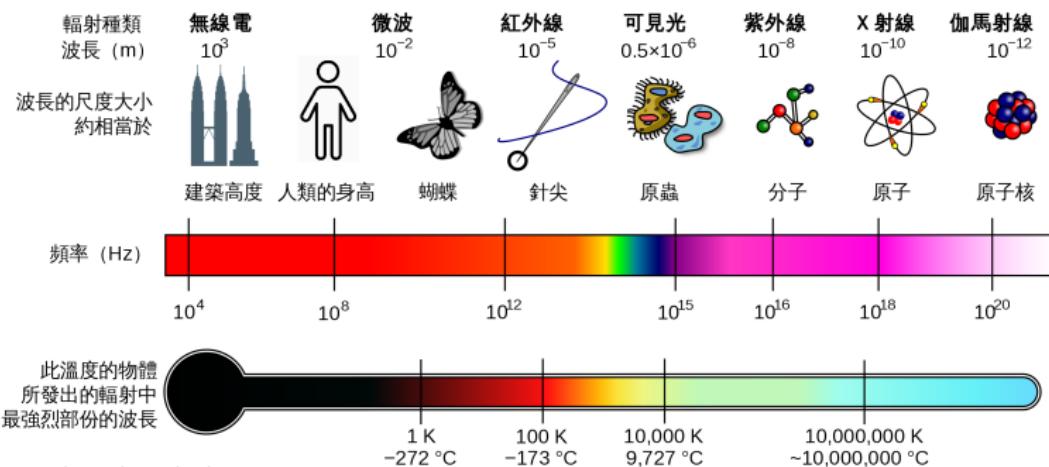
高頻光能量高 $E = \hbar\omega$



NASA, Inductive load, NASA

光速是常數 = 頻率 × 波長
固定頻率固定波長

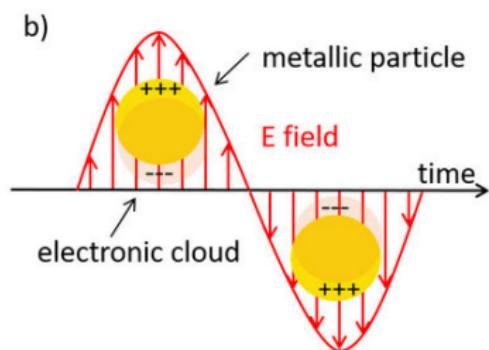
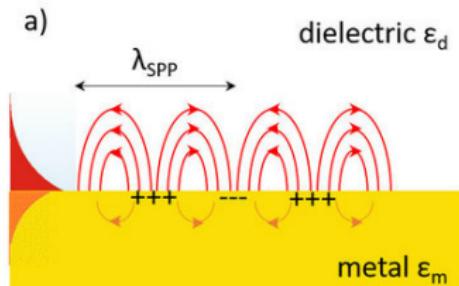
可以有低頻且波長短的波嗎？
奈米光學



plasmon

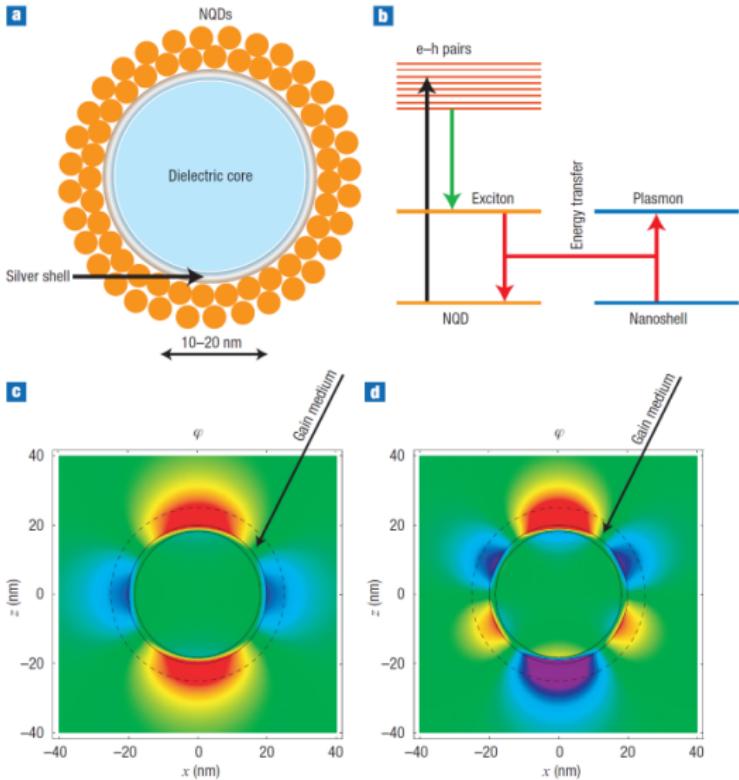
電漿子：“電生動能，動能生電”所引起的一種波。通常存在於導電好的貴重金屬：銀、金、銅、鋁（紫外）主要分為兩種：

- (a) SPP (b) LSPR



奈米光學專題：奈米雷射

- 奈米金屬粒子
- 增益材料
- 電或光激發
- 無需共振腔
- 奈米尺度同調強光源

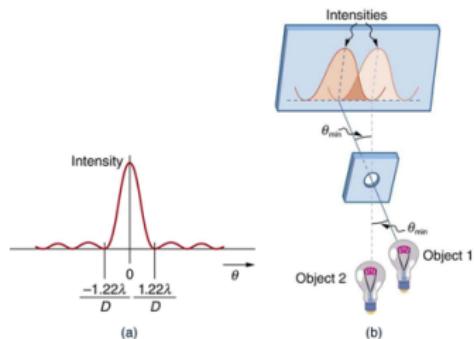


Mark I. Stockman Nature Photonics, 327–329(2008)

量子光源不存在繞射極限!!

In Optics, angular resolution limited by Rayleigh Criterion

$$\theta \approx 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

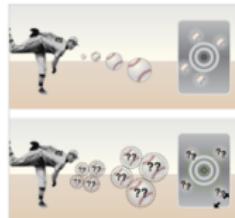


With quantum optics,

Quantum Imaging beyond the Diffraction Limit by Optical Centroid Measurements

Mankei Tsang

Phys. Rev. Lett. **102**, 253601 – Published 22 June 2009



quantum lithography
N0ON states

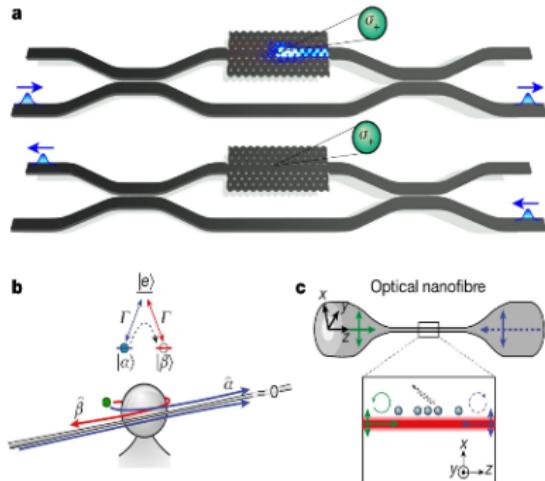
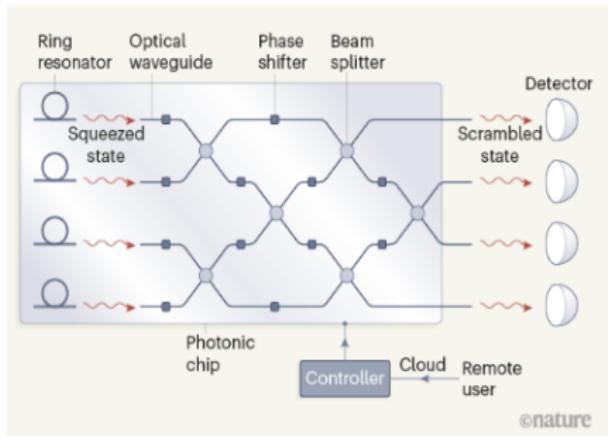
Illustration: Alan Stonebraker

Figure 1: (Top) Dizzy Dean throws curveballs made of ordinary unentangled single baseballs (photons) at a target, and his probability of hitting the bull's eye improves only as $1/\sqrt{N}$, where $N = 4$ is the number of balls thrown. (Bottom) Here Dean throws a single quantum ball composed of $N = 2$ photons in a spatially entangled N0ON state, and with a little postprocessing carried out by a computer at the target, the chances of hitting the bull's eye now scales like $1/N$. [Show Less](#)

<https://physics.aps.org/articles/v2/52>

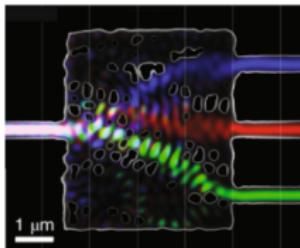
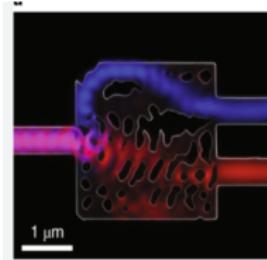
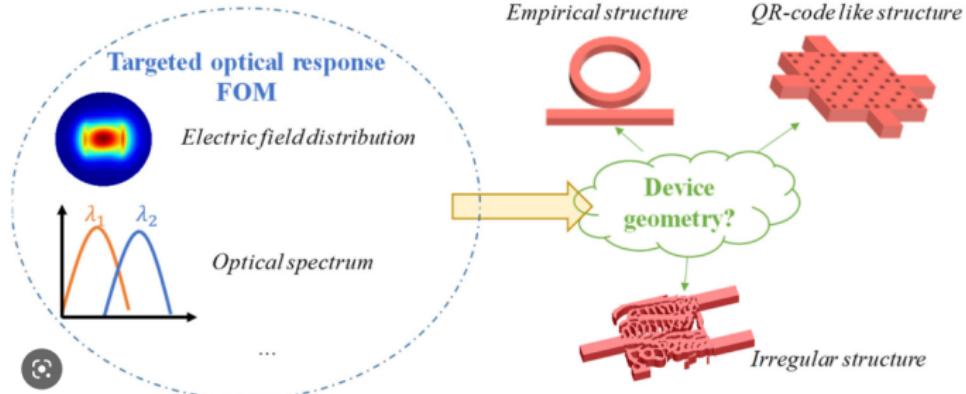
38

量子光疊加與糾纏!! 用以實現量子位元與計算



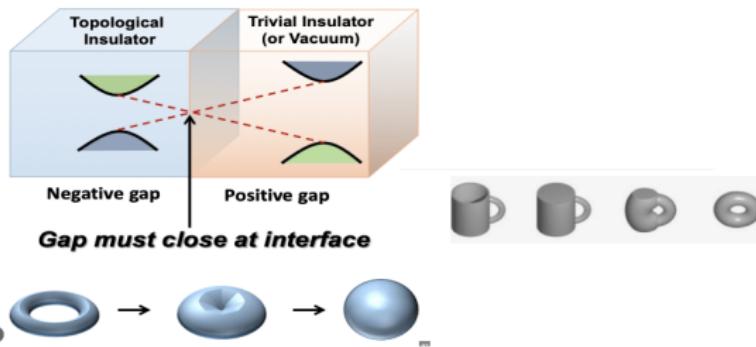
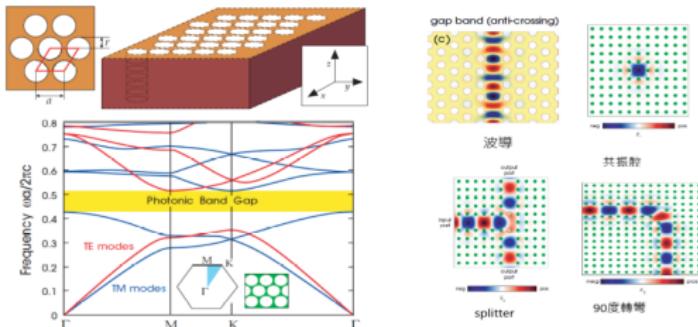
反向設計：工程應用

從功能與效用反向設計光學元件結構
適合對演算法、計算、寫程式有興趣的學生



拓樸光學專題：光子晶體

週期結構介電材料對應到不同拓樸，可用來控制光！



專題分類

1. 奈米光學 (電磁、計算、量子)
2. 量子光學 (量子、電磁)
3. 反向設計 (計算、電磁)
4. 拓樸光學 (電磁、計算)

► <https://jhihsheng.github.io>