

< NOTE > 引入 .

- ◇ 球界對 Quantum 算法是否有超越傳統算法的能力仍持保守態度；但科普高的口徑明顯樂觀 (quantum supremacy) . (謹慎閱讀) .
- ◇ 摩爾定律放緩： 硅基局限： 晶體管太薄  $\Rightarrow$  電子位置不確定  $\Rightarrow$  逃逸. 可能
- ◇ 硬件限制： 量子退相干，易被干擾。
- ◇ 未來圖景： {
  - 計算優化 (如何證明有算力優勢？)  $\rightarrow$  結合 AI
  - 模擬  $\rightarrow$  電池設計、肥料生產、光合作用、醫學 ...
}

< NOTE > 差分機、圖靈機  $\rightarrow$  抽象的計算模型，研究可計算性。

$\hookrightarrow$  為了解決特定數學問題而設計，進行數值計算。

- ◇ operations : ① 讀取方格中的數字。 ③ move right ⑤ 更改數字
- ② 在方格中寫下一個數字 ④ move left ⑥ STOP.

- ◇ 哥德爾不完備定理的表述： 可計算 def 可以在有限時間內由圖靈機  $\Rightarrow$  給定一組公理， $\exists$  不可計算的基本事實。 得出。

< NOTE > Quantum Theory .

(能量密度)

◇ 紫外災難： Rayleigh - Jeans 公式  $n(v, T) \propto v^2 T$

在  $v \rightarrow \infty$  時發散。 Planck： 能量量子化  $E = h\nu$ .

(1) 火焰最大原理： 孤立系統的每個可達微觀狀態出現概率相等

$\Rightarrow$  能量為  $E_i$  的粒子出現概率  $\propto \exp(-\frac{E_i}{k_B T})$  .  $E_n = n h\nu$ .

隨分函數  $Z = \sum_{n=0}^{\infty} e^{-nh\nu/k_B T} = \frac{1}{1 - e^{-h\nu/k_B T}}$  (甘比級數求和，

$$\text{平均能量 } \langle E \rangle = \frac{\sum_{n=0}^{\infty} n h\nu e^{-nh\nu/k_B T}}{Z} = \frac{h\nu}{e^{h\nu/k_B T} - 1},$$

$$n(\nu, T) \underset{\text{(模式密度)}}{=} g(\nu) \langle E \rangle = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \frac{h\nu}{e^{h\nu/k_B T} - 1}.$$

□

◇ 最小作用量原理：費曼路徑積分  $\Rightarrow$  Schrödinger 方程。  
(對所有可能路徑的作用量進行求和).

◇ Many-Worlds Interpretation ('多世界詮釋') . [均有機會多瞭解]

[NOTE] 硬件設計.

(1) 超導量子計算機. 冷却  $\Rightarrow$  硅片中電子變得相干.

Specifically, 超導  $\Rightarrow$  Cooper pairs, 由 2 個自旋相反、動量大小相等方向相反的電子組成；所有 Cooper pairs 凝聚到同一個量子基態中  $\Rightarrow$  零電阻.

(\*) 相干時間：原子保持相干振動的時間]長短.

(2) 薦子阱. 離子懸浮在電場、磁場組成的阱中  $\Rightarrow$  相干量子位振動.  $\Rightarrow$  激光束、微波改變構型

(相干時間更長，溫度更高；可擴展性弱，)

(3) 光量子計算機. [i] 室溫. 光子不帶電，受干擾小.

[ii] 光學元件複雜，體積大；人為調整，

(是目前設計的不足，需要精準重新排列組件(非即時計算))

(4) 硅光子： 硅不僅可以做晶體管，還可以傳輸光.

足夠多的 qubit  $\Rightarrow$  夠餘  $\Rightarrow$  可以控制誤差.

(4) 拓朴量子計算機：特殊拓朴結構  $\Rightarrow$  常溫下穩定。  
(產生相干量子位)

< NOTE > Quantum & 肥料.

- ◇ Fritz Haber 由氮气制备 NH<sub>3</sub> (同時也造了炸藥、毒氣)
- 「人體中大約一半的氮分子都是 Haber 這個重要發現的直接結果。」
- 「這種製造過程實際上消耗的能源占比高達世界能源產出的 2%。」
- ◇ 模擬光合作用 → 固碳，高效利用太陽能。
  - 研究固氮酶 → 催化 (隧道、介導化學反應)
  - 求解各成分的波動方程，逐原子、從第一性原理去談，闡明過程。 //
- 「從某種意義上來說，癌癥是我們為地球上擁有複雜生命形式所付出的代價。」
- ◇ 癌主要在生育期結束後擴散 ⇒ 遷化壓力小 ⇒ 沒有通過自然選擇淘汰。
- ◇ 早期預警 (如體液活檢、idea: 智能浴室...) (idea: 分析氣味)
- ◇ 免疫療癒： idea: 修改 gene 的白細胞 → 識別 cancer