**1,先進國家極力的發展太空雷射武器，以雷射原理說明其可行性與關鍵問題？(20%)**

在雷射射擊實驗中，高能雷射光束曾成功地擊落了飛行的靶機、反坦克導彈、火箭彈等目標。這些研究工作的成功，證明了研製雷射武器的可行性。

雷射武器裝在人造衛星上，可以攻擊剛起飛尚在推進階段的洲際飛彈（在起飛多年來科學家們先後研製出氣體動力學雷射器、氟化氘化學雷射器、氟化氫化學雷射器、氧化碘化學雷射器、釹玻璃固體雷射器、自由電子雷射器等不同材料與性質的高能量雷射器；發展自調適光學技術，解決高能雷射在大氣中的傳輸問題；研製精確雷射束定向系統，以及研究雷射與靶材的相互作用，在各方面都獲得了大量有用的數據。後八分鐘內），或攻擊軌道上敵方的人造衛星

由於雷射武器需要大量的電能，在能量儲存設備難微型化（如高能電池）的問題解決前，比較難實現大規模應用。

**2. 光纖在現代通訊具有相當重要發展，請說明光纖使用雷射波長範圍為何限定在近紅外範圍？請從材料、光學原理說明(20%)**

光通訊一直只是概念。直到1960年代，[雷射](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9B%B7%E5%B0%84%22%20%5Co%20%22%E9%9B%B7%E5%B0%84)（laser）的發明才解決第一項難題。1970年代[康寧公司](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%BA%B7%E5%AF%A7%E5%85%AC%E5%8F%B8%22%20%5Co%20%22%E5%BA%B7%E5%AF%A7%E5%85%AC%E5%8F%B8)（Corning Glass Works）發展出高品質低衰減的光纖則是解決了第二項問題，此時訊號在光纖中傳遞的衰減量第一次低於光纖通訊之父**[高錕](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%AB%98%E9%8C%95%22%20%5Co%20%22%E9%AB%98%E9%8C%95)**所提出的每公里衰減20[分貝](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%88%86%E8%B2%9D)（20dB/km）關卡，證明光纖作為通訊介質的可能性。與此同時使用[砷化鎵](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A0%B7%E5%8C%96%E9%8E%B5%22%20%5Co%20%22%E7%A0%B7%E5%8C%96%E9%8E%B5)（GaAs）作為材料的[半導體雷射](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%BF%80%E5%85%89%E4%BA%8C%E6%A5%B5%E7%AE%A1%22%20%5Co%20%22%E9%9B%B7%E5%B0%84%E4%BA%8C%E6%A5%B5%E9%AB%94)（semiconductor laser）也被發明出來，並且憑藉著體積小的優勢而大量運用於光纖通訊系統中。1976年，第一條速率為44.7Mbit/s的光纖通訊系統在[美國](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%BE%8E%E5%9B%BD%22%20%5Co%20%22%E7%BE%8E%E5%9C%8B)[亞特蘭大](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%BA%9A%E7%89%B9%E5%85%B0%E5%A4%A7)的地下管道中誕生。

經過五年的研發期，第一個商用的光纖通訊系統在1980年問市。這個人類史上第一個光纖通訊系統使用波長800[奈米](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A5%88%E7%B1%B3)（nanometer）的[砷化鎵雷射](https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E7%A0%B7%E5%8C%96%E9%8E%B5%E9%9B%B7%E5%B0%84&action=edit&redlink=1" \o "砷化鎵雷射 (頁面不存在))作為光源，傳輸的速率（data rate）達到45Mb/s（bits per second），每10公里需要一個中繼器增強訊號。

第二代的商用光纖通訊系統也在1980年代初期就發展出來，使用波長1300[奈米](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A5%88%E7%B1%B3)的[磷砷化鎵銦](https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E7%A3%B7%E7%A0%B7%E5%8C%96%E9%8E%B5%E9%8A%A6&action=edit&redlink=1)（InGaAsP）雷射。早期的光纖通訊系統雖然受到色散（dispersion）的問題而影響了訊號品質，但是1981年[單模光纖](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%96%AE%E6%A8%A1%E5%85%89%E7%BA%96%22%20%5Co%20%22%E5%96%AE%E6%A8%A1%E5%85%89%E7%BA%96)（single-mode fiber）的發明克服了這個問題。到了1987年時，一個商用光纖通訊系統的傳輸速率已經高達1.7Gb/s，比第一個光纖通訊系統的速率快將近四十倍之譜。同時傳輸的功率與訊號衰減的問題也有顯著改善，間隔50公里才需要一個中繼器增強訊號。1980年代末，EDFA的誕生，堪稱光通訊歷史上的一個里程碑似的事件，它使光纖通訊可直接進行光中繼，使長距離高速傳輸成為可能，並促使DWDM的誕生。

第三代的光纖通訊系統改用波長1550[奈米](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A5%88%E7%B1%B3)的雷射做光源，而且訊號的衰減已經低至每公里0.2[分貝](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%88%86%E8%B2%9D)（0.2dB/km）。之前使用[磷砷化鎵銦](https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E7%A3%B7%E7%A0%B7%E5%8C%96%E9%8E%B5%E9%8A%A6&action=edit&redlink=1" \o "磷砷化鎵銦 (頁面不存在))雷射的光纖通訊系統常常遭遇到脈波延散（pulse spreading）問題，而科學家則設計出**色散遷移光纖**（dispersion-shifted fiber）來解決這些問題，這種光纖在傳遞1550[奈米](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A5%88%E7%B1%B3)的光波時，色散幾乎為零，因其可將雷射光的光譜限制在單一縱模（longitudinal mode）。這些技術上的突破使得第三代光纖通訊系統的傳輸速率達到2.5Gb/s，而且中繼器的間隔可達到100公里遠。

第四代光纖通訊系統引進[光放大器](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%85%89%E6%94%BE%E5%A4%A7%E5%99%A8%22%20%5Co%20%22%E5%85%89%E6%94%BE%E5%A4%A7%E5%99%A8)（optical amplifier），進一步減少中繼器的需求。另外，**[波長分波多工](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B3%A2%E5%88%86%E5%A4%8D%E7%94%A8%22%20%5Co%20%22%E6%B3%A2%E9%95%B7%E5%88%86%E6%B3%A2%E5%A4%9A%E5%B7%A5)**（wavelength-division multiplexing, WDM）技術則大幅增加傳輸速率。這兩項技術的發展讓光纖通訊系統的容量以每六個月增加一倍的方式大幅躍進，到了2001年時已經到達10Tb/s的驚人速率，足足是80年代光纖通訊系統的200倍之多。近年來，傳輸速率已經進一步增加到14Tb/s，每隔160公里才需要一個中繼器。

第五代光纖通訊系統發展的重心在於擴展波長分波多工器的波長操作範圍。傳統的波長範圍，也就是一般俗稱的「C band」約是1530奈米至1570奈米之間，新一帶的無水光纖（dry fiber）低損耗的波段則延伸到1300奈米至1650奈米間。另外一個發展中的技術是引進[光孤子](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%AD%A4%E5%AD%90%22%20%5Co%20%22%E5%AD%A4%E5%AD%90)（optical soliton）的概念，利用光纖的非線性效應，讓脈波能夠抵抗色散而維持原本的波形。

1990年至2000年間，光纖通訊產業受到[網際網路泡沫](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%BA%92%E8%81%94%E7%BD%91%E6%B3%A1%E6%B2%AB%22%20%5Co%20%22%E7%B6%B2%E9%9A%9B%E7%B6%B2%E8%B7%AF%E6%B3%A1%E6%B2%AB)的影響而大幅成長。此外一些新興的網路應用，如[隨選視訊](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%87%AA%E9%81%B8%E5%BD%B1%E5%83%8F)（video on demand）使得網際網路頻寬的成長甚至超過[莫耳定律](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%91%A9%E5%B0%94%E5%AE%9A%E5%BE%8B%22%20%5Co%20%22%E8%8E%AB%E8%80%B3%E5%AE%9A%E5%BE%8B)（Moore's Law）所預期[積體電路](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A9%8D%E9%AB%94%E9%9B%BB%E8%B7%AF%22%20%5Co%20%22%E7%A9%8D%E9%AB%94%E9%9B%BB%E8%B7%AF)晶片中電晶體增加的速率。而自[網際網路泡沫](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%BA%92%E8%81%94%E7%BD%91%E6%B3%A1%E6%B2%AB)破滅至2006年為止，光纖通訊產業透過企業整併壯大規模，以及委外生產的方式降低成本來延續生

常用於光通訊的LED主要材料是[砷化鎵](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A0%B7%E5%8C%96%E9%8E%B5%22%20%5Co%20%22%E7%A0%B7%E5%8C%96%E9%8E%B5)或是[砷化鎵磷](https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E7%A0%B7%E5%8C%96%E9%8E%B5%E7%A3%B7&action=edit&redlink=1)（GaAsP），後者的發光波長為1300奈米左右，比[砷化鎵](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A0%B7%E5%8C%96%E9%8E%B5%22%20%5Co%20%22%E7%A0%B7%E5%8C%96%E9%8E%B5)的810奈米至870奈米更適合用在光纖通訊。

**3.LED在高亮度的發展上，從內部與外部效率有那些作
法，從學理上，LED亮度的最大極限為何？(20%)**

內部:主動區的摻雜 在主動區和侷限層的摻雜，對於雙異質結構 LED 效率有重大的影響。摻雜對內部效率的影響是多 方面的，首先考慮在主動區的摻雜。

外部:傳統LED和PPS LED的外部量子效率(External Quantum Efficiency)分別為14.2%和16.4%，PPS LED的外部量子效率也較傳統LED高1.15倍。因此PPS技術不只利用藍寶石基板的特殊幾何結構，將光導引至逃逸角錐(Escape Cone)進而發射出去，以增加LED的外部量子效率外，濕式蝕刻PPS結構也可降低Sapphire基板之差排缺陷密度，以進而提高GaN的磊晶品質

目前公認最亮的LED,因為操作電流可達350 mA,(0.5W以上)

4.從近代物理的理論，雷射的發現是必然還是偶然？先
解釋愛因斯坦的受激輻射理論 (20%)

當初唐恩斯的研究是單純的基礎學術研 究，並沒有想發明雷射。他在那清晨時刻，看 到排排盛開的花，又想起愛因斯坦的放射量子 理論，才進行maser的實驗，繼而發展到雷射， 爾後才有廣泛的應用。其實大學或研究機構的 許多研究都是一種基礎學術研究，基礎學術研 究是指沒有特定「應用」的研究，常常是為了 滿足研究者的好奇心，但是後來卻帶來廣泛的 應用，這些應用常出乎發明者的原先用意。雷射是在偶然之下被發現發明的

**受激輻射理論:** 正常情況下，大多數粒子處於基態，要使這些粒子產生輻射作用，必須把處於基態的粒子激發到高能階上去。由於原子內部結構不同，相同的外界條件使原子從基態激發到各高能階的機率不同。通常把原子、分子或離子激發到某一能階上的可能性稱為這一能階的「激發機率」。

理論研究表明，光的發射過程分為兩種，一種是在沒有外來光子的情況下，處於高能階E2的一個原子自發地向低能階E1躍遷，並發射一個能量為的光子，這種過程稱為「自發躍遷」；由原子[自發躍遷](https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E8%87%AA%E7%99%BC%E8%BA%8D%E9%81%B7&action=edit&redlink=1" \o "自發躍遷 (頁面不存在))發出的光波稱為[自發發射](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%87%AA%E5%8F%91%E5%8F%91%E5%B0%84)。

另一種發射過程是處於高能階E2上的原子，在頻率為ν的輻射場作用下，躍遷至低能階E1並輻射一個能量為的光子，這種過程稱為受激發射[躍遷](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%BA%8D%E9%81%B7%22%20%5Co%20%22%E8%BA%8D%E9%81%B7)；受激發射躍遷發出的光波，稱為受激發射。

受激發射與自發發射最重要的區別在於干涉性。自發發射是原子在不受外界輻射場控制情況下的自發過程，大量原子的自發輻射場的相位是不干涉的，輻射場的傳播方向和偏振態也是無規分布，而受激發射是在外界輻射場控制下的發光過程。因此，受激輻射場的頻率、相位、傳播方向和偏振態與外界輻射場完全相同。雷射就是一種受激發射的干涉光。

5,從光纖的特性，如果你從美國加州矽谷發一封mail回
台灣，訊號傳遞在光纖中光走的模式(single,multi)轉
換情況？(20%)

因為單模光纖的核心（玻璃纖維或塑料）非常細，跟單模光纖使用波長大小相去不遠，幾乎只容許一束光線通過，比較沒有光線折射或反射等的損耗，因此傳送距離可以較長。所以遠距離的傳送必須使用單模光纖