進修專校電機一甲 姓名：黃詠淳 學號：70305133

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%)

講到太空大戰當然少不了雷射炮。雷射砲屬於導能武器系統之一，它有幾個特點：

一，彈道速度與射速快。

雷射當然是光速前進，就射速而言通常也會比其他武器快些。

二，有效射程遠與精確度高。

這點是從速度來的，如果要求同樣的精確度，速度越快的武器當然有效射程就越遠。這也就是你拿手槍打人通常比拿石頭丟人容易打中的緣故。而在相同的射程要求下，也是彈道速度較快的武器精確度較高。

三，威力隨距離遞減。

雷射看起來像是直線，實際上還是會擴散的。60年代美國登月時在月球上放了個反光版，從某天文台向其發射雷射去測量地月距離。發射出去的雷射直徑不到一公分，但是打到月球表面就變成一個直徑約 3.2公里的光斑了。所以雷射砲攻擊目標時如果距離太遠，則就會像是在幫人取暖一樣，單位面積投擲的能量密度不足，照的到但打不穿。因此雷射的聚焦能力（擴散角）也限制了它的有效射程。

但是大家要注意，上面的例子只是用來讓大家瞭解概念的特例，那只是測距雷射，武器級雷射的擴散角是非常小的。雷射的擴散幅度單位稱為「微弳」(μrad)。1微弳就是百萬分之一個弳(rad) 。通常我們把雷射源視為一個點，把目標距離乘上百萬分之一就是一微弳雷射的靶區直徑。也就是說具有１微弳擴散角的雷射射擊一百萬公尺(一千公里)遠的目標，則靶區將是一個一公尺直徑的圓。而各種雷射的收束力有幾微弳呢？這可以用一個簡單的公式表示之：

rad=使用的光束波長(單位為μｍ)÷反射鏡直徑(單位為ｍ)×1.2

此為理論雷射擴散界限值。其中的μｍ乃微米，即百萬分之一(10的負6次方 )公尺。將該代入的數字加減乘除之後會得出一個答案，這就是使用某波長某直徑反射鏡的理論微弳值。如果使用波長為10nm(0.01μｍ)的硬Ｘ光雷射，外加直徑十公尺的反射鏡，則打到一光秒(30萬km)以外會成為一個直徑36公分的圓形靶。這是差不多的數字。通常由於能量密度的因素，光束靶直徑大於一公尺的話算是擴散會太過嚴重，可能會打不穿裝甲或是只削一個淺洞而已。故這種雷射的有效射程上限約在一到三光秒之間。又根據上面的公式可知，想增加雷射的聚焦能力(即射程)基本上有兩種方法：使用更短波長的光束或是使用更大的反射鏡。而前者遠比後者困難，所以主要會以增加反射鏡直徑為主。

雷射反射鏡多半是用抗熱材料鍍上數層特殊塗膜而成，並且也可以使用多個小鏡片組合構成的複合反射鏡組。複合鏡組只要調整各個小鏡片的角度便可以微調焦距，製造上也比單一巨大鏡面簡易，只是系統會比較複雜。另外要注意的是雷射炮可以在有效射程外做為雷達使用來偵測敵人位置。調整一下波長或是反射鏡曲率便可以增大擴散角以增加涵蓋面積，這樣一來雷射雖然打不穿敵人，但會有一部份光線反射回來可以作為資料分析，就跟雷達一樣。這可能是未來太空中的主要偵測系統之一。雷射砲必要時甚至可以作為通訊的工具，雷射砲塔也可以作為指向通訊的訊號塔。當然此時就要注意輸出和距離，不能強到打破友艦。

四，雷射砲彈藥價格便宜且數量龐大。

這個非常明顯，雷射產生裝置本身可能很貴，但用的彈藥便是能源，而能源通常是很便宜的，彈藥儲存空間的問題也很小，雷射彈藥的儲存空間可以視為燃料的空間，甚至可以直接使用主引擎的動力而不需要攜帶他種燃料。如果是飛彈或是其他東西，則還有導向系統與引擎彈體的價格，還要浪費空間與酬載量去裝，因此雷射武器的彈藥價格與其他武器相比，可說非常便宜。

就目前的行情，一枚飛彈要數萬到上百萬美金之間，宇宙中用的大型飛彈將會更貴。但是目前雷射的燃料費一發只不過數百到數千美金而已 (當然是地球上使用的低威力反飛彈雷射的價格) 。雷射砲的缺點是與其他武器相比其威力不足，破壞範圍較小，要防禦也較方便。

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%)

Ⅴ族化合物系列。

(1).硫化鉛半導體雷射

長途傳輸大量資訊是光通信發展目標之一。日本方面已完成日本列島縱貫光纖網路的鋪設，目前為順應通信自由的風潮正著手連絡各大都會的幹線鋪設工程。數年後將開始興建連結歐美的的大西洋海底光纖以及連結美日的太平洋海底光纖，因此世界規模的光通信網已指日可待。在數千公里的超長距離光通信上，如何減少光的傳輸損失是當前一項重大課題。目前，近紅外光和石英系光纖在無中繼的情況下，可傳輸的最大距離是200~300公里。若採用中紅外光半導體雷射與某種金屬氟化物系玻璃光纖組合，則其無中繼之傳輸距離在理論上可望提高二個數量級。可是金屬氟化物系玻璃光纖的最小損失區是在三微米左右的中紅外線區。目前尚未能能在室溫下產生此區的半導體雷射光。為了克服此困難，日本科學技術廳金屬材料研究所在半導體材料上改以稍舊的硫化鉛做為原件材料，終於成功的在200K(-73℃)的溫度下，激發出中紅外波長的雷射光。

早在三、四十年前，礦石收音機內的檢波器(detector)就已採用硫化鉛的結晶。未久，硫化鉛在半導體材料的王位即被矽及砷化鎵等半導體材料所取代，不料卻又在超長距離光通信上嶄露頭角。

今日主要的雷射是可激發近紅外光的砷化銦鎵系雷射。這是因為作為傳輸線路媒體的石英系玻璃光纖，其光傳輸損失最小值是在1.3-1.6微米的近紅外光區。

最近則在長波長區中找出比石英系玻璃光纖更具低傳輸損失之新光纖。此種新光纖每前進一公里強度僅減少0.02%。由此推斷長度不及9千公里的太平洋無中繼光通信是可行的。

在將此光纖做為傳輸線路媒體使用之前，必須先行開發能在3微米左右發光的中紅外光半導體雷射。早期因欠缺製作雷射適當的基板材料，因而無法完成能在室溫中操作的中紅外光半導體。但經研究得知，硫化鉛恰能滿足此需求，因為硫化鉛可能在室溫中、三微米附近的中紅外光區內激發。唯傳統的硫化鉛是依構造簡單的PN接合產生雷射，其操作溫度低，充其量也不過是能在120K(-153℃)的溫度中發光而已。

為提高雷射的操作溫度，乃改採雙異質(double hetero)接合。這種構

造可將電子、電洞(hole)以及所產生的光封入活性層的發光區內。為

使其有良好的密閉效果，在活性層與密閉層的材料之間，必須使晶格

常數、能隙及折射率三種物理常數都能滿足於一定得條件。過去，以

硫化鉛為活性層時，即因找不到能滿足此類條件的密閉層材料，而無

法製作出雙異質接合構造的雷射。日本今屬材研所最近開發出Pb-Cd-S-Se四元系新材料作為密閉層使用，以硫化鉛做為活性層。此種雙異質接合構造的半導體雷射可以在3027微米的波長區、200K的溫度中激發而創造出新的世界紀錄。

此溫度和室溫依然有一段差距，仍有待繼續研究。提高操作溫度的方法目前最具潛力的就是極薄膜(厚約50A)多層構造的方法，即將硫化鉛與四元固溶半導體的Pb-Cd-S-Se之極薄膜單晶交互機積層處理。

厚50A係指堆積約17層原子的薄膜。如此的薄膜可否精確的以單原子層堆積？金屬材研所對此技術的看法是：製作半導體體薄膜可利用分子磊晶成長技術，在薄膜成長中，可以表面極小角度入射電子線，利用產生的電子線繞射圖案觀察薄膜的成長，其亮度會呈現或高或低的現象。最近始知出現最亮鏡面反射點的週期可與硫化鉛單原子層的成長對應，而此現象在Pb-Cd-S-Se薄膜成長時亦被觀測到。若利用此現象成長薄膜，則可以單原子層的精確度加以控制。因此可期望進一步利用此技術提昇硫化鉛雷射的操作溫度。

鉛鹽化合物雷射，其發光波長約4μm者，脈衝操作溫度可高達290K，而連續波操作溫度可達200K。雖然其具有如此吸引人之特性，但由於此種合金之熱導甚低，且對缺陷相當敏感，因此無法進一步提高其輸出功率。

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%)

1906 年 Henry Joseph Round 發現某些半導體材料製成的二極體在正向 導通時有發光的物理現象，研發出世界上第一顆發光的半導體。1962 年， Holonyak 發明出第一顆紅光 LED[1]。隨後不久 Monsanto 和惠普公司推出 了用 GaAsP 材料製作的商用 LED。在 1968 年，Monsanto 公司將其作為指 示燈泡，Hewlett-Packard 公司則首次用於電子顯示裝置。早期產品是 GaAsP LED，發光效率為 0.1 lm/w。而且只有 650nm 波長的紅色光。七十年代上 2 半期技術進步很快，發光效率達到 1 lm/w。顏色也擴大到紅色、綠色和黃 色。八十年代 GaAlAs LED 的紅光效率提高到 10 lm/w[2]。 20 世紀 90 年代初期，惠普公司光電部門、Lumileds 公司和松下公司的 工程師們就已經掌握了如何用有機金屬化學氣相沉積法(Metal Organic Chemical-Vapor Deposition, MOCVD)在 GaAs 基板成長出 AllnGaP 的技術， AllnGaP 材料在可見光譜區產生紅光和橙光。該技術研製的 LED 的發光效 率為 25 lm/W，幾乎是帶紅色濾光的燈泡發光效率的 10 倍。由它們組成的 LED 陣列首先被製成了汽車上的剎車燈、紅色交通信號燈以及單色室外信 號標誌[3]。 繼 AIInGaP 的發展後，日亞和名古屋大學的研究人員掌握了使用金屬 有機化學氣相沉積技術在藍寶石(Sapphire)基板上成長出 AIInGaN 的複雜技 術。AIInGaN 材料的帶隙比 AIInGaP 的寬，可以覆蓋高能量的藍光和綠光 波段。AIInGaN 綠光元件在標準的工作電流下內部量子效率停留在 40%～ 50%，而藍光元件的內部量子效率為 60%～80%。1996 年日亞公司的中村 修二(Shuji Nakamura)運用 GaN-based LED 發出的藍光，激發 YAG 螢光粉 的黃光合成白光，是目前市面上最常使用的白光 LED[4]。 國際上近年來普遍認為 LED 固態光源可望在 2012 年達到每瓦輸出 150 流明的發光效率，在 2020 年時達到 200 流明的最終目標，屆時 LED 將走 入每個人的生活，成為最普遍與最廣泛使用的光源  
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%)

答：雷射的發現是偶然的; 愛因斯坦主張，一個孤立的受激原子會釋 放出光子而回到低能量狀態，他稱此過程為「自發輻射」〈spontaneous emission〉。自發輻射決定了所有如 吸收與受激等輻射作用的頻率大小。原子只能吸收正 確波長的光子，當光子消失而原子的能量增加時，便 提供了自發輻射的機會；此外，他的理論還預測，當 光通過一個物質時，會激發出更多的光放射出來。 愛因斯坦假設說，光子喜歡在相同的狀態中集體 移動，假如有一大群原子帶有過多的能量時，它們會 隨時隨機地釋放出光子。然而，當一個帶著正確波長 的光子經過時（或在雷射裝置中，發射到已受激的原子上），它會刺激原子提前釋放出光子，而被釋放出 的光子會以和原先的光子相同的頻率和相位在同一 方向移動；接下來就會產生一連串的效應：當一群相 同的光子行經其他的原子時，就會有更多的光子從它 們的原子中釋放出來，加入光子群。對於[物質](http://baike.baidu.com/view/35675.htm)中處於高能級上的[原子](http://baike.baidu.com/view/21855.htm)，如果在它發生自發輻射以前，受到頻率的外來光子的作用，就有可能在外來光子的影響下，發射出一個同樣的光子，而由高能級躍遷到低能級上。這種輻射不同於自發輻射，稱為受激輻射。

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%)

光纖的傳播模式 簡單他說，在光纖的受光角內，以某一角度射入光纖端面，並能在光纖的纖芯-包層交界面上產生全反射的傳播光線，就可稱之為光的一個傳輸模式。當光纖的芯直徑較大時，則在光纖的受光角內，可允許光波以多個特定的角度射入光纖端面，並在光纖中傳播，此時，就稱光纖中有多個模式。這種能傳輸多個模式的光纖就稱為多模光纖。如圖所示，以不同入射角入射在光纖端面上的光線在光纖中形成不同的傳播模式。沿光纖軸傳播的叫作基模，相繼還有一次模、二次模等。其中，模次較低的模為低次模，如二次模；模次較高的模為高次模。 當光纖芯直徑很小時，光纖只允許與光纖軸方向一致的光線通過，即只允許通過一個基模。這種只允許傳輸一個基模的光纖就稱為單模光纖。 大家知道，光也是電磁波。從波的角度考慮，光纖纖芯內傳輸的光可以用細水路中 行進的水波來類比：纖芯為細水路，包層為細水路的壁，箭頭代表波的行進方向，如圖（a）所示。這條細水路中的水波狀態可以用圖（b）所示的模式化圖形來表示。在纖芯內，存在著許多沿不同方向傳輸的光射線，這裡暫且只考慮類似水路中的①和②兩束波，它們以相同的入射角進入光纖，以相同的角度向纖芯－包層交界面行進。當光線②行進到交界面時，將產生反射，形成反射波，為②'。很明顯，①和②”就成為以相同方向行進的波。波有乾涉性。當振幅相同、頻率也相同的兩個波相遇時，干涉波的強度是各波強度的疊加。如果這兩個波的相位相同，波峰和波峰、波谷和波谷都一致，則強度加強；如果這兩個波的相位相反，波峰對著波谷，則強度相互抵消為0。

