台北市立松山高中106學年度第一學期期末段考高一基礎物理試卷

質能互換公式 E = mc2

光子能量 (eV)

＃以下選擇題請用2B鉛筆於答案卡上作答。

1. **單選題(60%) 每題3分，答錯不倒扣**

世界上最大的核融合實驗反應爐 ITER 最近宣布其施工已完成一半，專家估計它將在 2025 年 12 月進行第一階段測試。核融合是太陽產生巨大能量的主要方式，當然要將太陽內部核融合的環境在地球上重現是不太可行的。ITER 尋求的是一種相對低風險但成本較高的融合方式，稱為磁約束融合（magnetic confinement fusion），當氫的兩種同位素氘、氚原子於托卡馬克環形反應爐內被超強磁場長時間擠壓，會被加熱成離子體（溫度約1.5億K），在高壓情況下兩離子體足夠靠近時，觸發融合反應。

國際熱核物理研究所預計，核融合發電廠最快有機會於 2040 年加入能源發電行列。 核融合具備許多潛在吸引力，首先，做為燃料的氫同位素在地球上相對豐富，「氘」可從海水中提取，而「氚」可從核融合反應本身產生的中子生成；此外，相對於傳統核分裂反應爐所產生的輻射污染物，核融合生成的放射性廢料壽命很短，也沒有反應爐熔毀的風險。

依據上文內容，作答1~5題

1. 下列有關核能的敘述，何者錯誤？ (Ａ)核反應時損失之質量轉換成能量用以發電　(Ｂ)目前核能發電廠是利用核分裂發電　(Ｃ) 核分裂反應前、後質量數會守恆　(Ｄ) 核融合反應須在極低溫的環境下進行
2. 核分裂或核融合反應，皆因反應後有質量損失而產生巨大的能量，而太陽內部核融合每秒放出3.8×1026 焦耳能量，根據愛因斯坦的質能守恆定律，請問太陽每秒損失質量約多少公斤？ (Ａ) 4.2×109　(Ｂ) 4.2×106　(Ｃ) 4.2×103　(Ｄ) 42
3. 目前核能發電所使用的核燃料主要為鈾-235，核分裂之後的新核種仍然不穩定有放射性，普遍會持續放出α、β、γ三種射線，下列關於α、β、γ三種射線之特性，何者正確？　(Ａ)γ射線穿透力最弱　(Ｂ)β射線在電場中會偏向，但在磁場中不會偏向　(Ｃ)γ射線在電、磁場中均不偏向　(Ｄ)α射線的游離能力最強，所以穿透力也最強。
4. 放射性雖然對人體有害，但對於人類在了解物質世界的層面上卻是貢獻良多，拉塞福就利用α射線散射實驗瞭解原子的結構，有關α射線散射實驗下列何者正確 ？ (A)根據此提出原子的葡萄乾布丁模型　(B)由實驗結果無法測出原子核的大小　(C)實驗顯示電子帶負電　(D) 證實原子內部大部分是空的，質量集中在原子核內
5. 下列有關氘與核融合的敘述，哪項正確？ (A) 氘與氚要進行核融合反應首先必須克服庫倫（靜電）斥力 (B) 核反應遵守質量不滅定律 (C)氫（）、氘（）、氚（）三元素稱為同素異形體 (D)氘核（）具有1個電子、2個中子

早在我們祖先的祖先還只是個單細胞生物時，就開始利用光的能量生存。人類無時無刻不受光的影響，對光的本質感到好奇，許多的哲學家、科學家也提出了各種假設來描述光的性質，人類對光的了解足跡，引領著文明進程。

17世紀，人們對於光的反射、折射等幾何性質已經相當了解，發展出光學儀器。1609年，伽利略使用自己改良的望遠鏡第一次看向夜空，觀測到木星的四大衛星以及月亮的表面坑洞。同時代的虎克則製作了顯微鏡，看到了「細胞」，為後來的微生物學奠下重要基礎；牛頓使用了稜鏡將光「分離」成不同顏色的色光，發展出光譜概念，光譜於19世紀開始應用在化學元素的發現以及天文學方面，至今仍是各項科學重要的分析工具，牛頓將自己對於光的研究著成了《光學》一書，其中的光微粒在17、18世紀成為了主流理論。

在這之前，人們之所以沒有接受光的波動性概念，即是因為沒有確切地發現光的繞射及干涉性質，一直到楊格的雙狹縫實驗才證實了光的波動性，同時測定了不同色光的波長，而光的干涉性質到了現在依然應用在許多高精度的測量上面。在1865年，馬克士威發表《電磁場的動力學理論》，馬克士威方程組不只成功地用數學表達電磁的性質，更推導出電磁波的速度等同於光速。

20世紀之前，人們已經普遍接受用波動的概念描述光的行為，但卻沒辦法解釋金屬被紫外線照射時放出電子的光電效應，一直到1905年愛因斯坦提出光的粒子性才解決這個問題，認為光的能量和它的頻率有關，這個突破性的想法不只解決了光電效應的難題，更催生出了物質波等量子理論。而光電效應也大量用於光電二極體、太陽能、雷射等科技上。

依據上文內容，作答6~12題

1. 下列有關愛因斯坦「光子論」的敘述，何者正確？　(A)光子能量與頻率成反比　(B)同一頻率的光子可以具有不同的能量　(C)光強度愈大，表示單位時間通過單位面積的光子數目愈多　(D)光強度和光頻率無關
2. 十九世紀末，實驗發現將光照射在某些金屬表面，會導致電子自表面逸出，稱為光電效應，逸出的電子稱為光電子。下列關於光電效應的敘述，哪一項錯誤？ (A)光電效應實驗結果顯示光具有粒子的性質 (B)愛因斯坦因首先發現光電效應的現象而獲得諾貝爾物理獎 (C)光照射在金屬板上，每秒躍出的光電子數目與光照射的時間成正比 (D)光照射在金屬板上，當頻率低於某特定頻率(底限頻率或低限頻率)時，無論光有多強，均不會有光電子躍出
3. 下列選項哪項不是「光電效應」的應用？ (A)太陽能電池 (B) LCD液晶瑩幕 (C)自動門的紅外線感測器 (D)數位相機中的感光元件
4. 已知鈉金屬產生光電子需要的最低能量為2.25電子伏特，若分別使用3電子伏特的光子、4電子伏特的光子照射鈉金屬表面時，則下列哪項正確？　(A) 只有4電子伏特的光子照射會產生光電子 　(B) 4電子伏特的光子照射下，產生的光電子的最大動能為1.75電子伏特　(C) 一起照射後，4電子伏特的光子會比較快產生光電子，而3電子伏特的光子則需要照射一段時間才會產生光電子　(D) 若將光強度提高，4電子伏特的光子可使產生的光電子動能增加。
5. 將光投射在金屬表面使其產生光電子，再利用磁場引導並選出具有相同速度之電子，使其通過雙狹縫後，投射於能夠探測電子的屏幕上，經過一段時間的紀錄，發現在屏幕上各點累積的電子數目，其分布呈現干涉條紋。欲解釋上述的實驗現象，下列敘述何者最適當？ (A) 只需用到光及電子的波動性 (B) 電子通過雙狹縫後分成數個電子同時達到屏幕產生干涉條紋 (C) 探測電子的屏幕上，只需要累計少數幾個電子即可以觀察到干涉條紋分佈 (D) 電子通過狹縫後，投射於屏幕上的位置是不確定的。
6. 根據文章，我們如果想要知道遙遠恆星所含的元素，可藉由什麼方式？（A）觀察恆星的亮度　（B）計算恆星的密度　（C）分析星光的光譜　（D）計算恆星至地球的距離
7. 由於物質波獲得證實，開創了量子力學輝煌時代，下列有關量子論與量子力學的現象，何者是錯誤的？　(A) 原子中的電子其位置是機率性的，我們無法預測電子在某個時刻的位置 (B) 能量、質量等物理量，都是不連續的　(C) 所有物理量有所變化，都是連續地增加或是減少　(D)電磁輻射與物質發生交互作用時，物質吸收或放出的能量是不連續的。

依據上文內容，作答13~20題

人眼，可說是人的攝像機，而且這台攝像機可分辨一千萬種顏色，能自動產生景深，是一個可說是非常高階的攝像機，可是人眼要看到外在繽紛的世界，仍然需要外在的光源，而光源大致上分成兩類：自然光源，如星輝、月光、日照等等；另一類是人工光源，如燭火、白熾燈泡、螢光燈、LED燈、雷射等等。人工光源發光原理不盡相同，以下就幾種生活中常見的人工光源稍微介紹之。

1. **熱輻射光源：白熾燈泡**

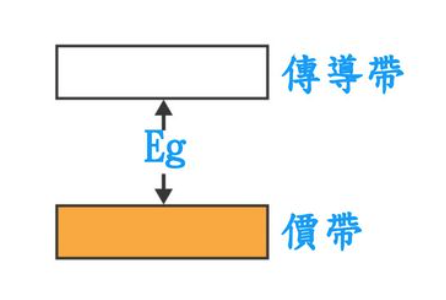
白熾燈是靠發熱體通電流並加熱至白熱化狀態。通常白熾燈泡是使用高融點的鎢絲做成的，鎢絲通電後發光時溫度約為3000K。鎢絲所產生紅外線強度大於可見光，電力所消耗的能量中80%是轉換成紅外線，僅約10%~20%的能量轉換成可見光。而鎢絲在發光時會伴隨微量蒸發，燈絲會逐漸變細，因此壽命不長。

1. **低壓放電燈：日光燈、省電燈泡**

 日光燈發光基礎原理為，將燈管兩極通以高電壓，燈絲所放射的電子被兩極的電壓加速，燈管內的氣態汞再被加速的電子激發而產生253.7nm紫外光，紫外光再經燈管壁上的瑩光粉轉變成可見光。螢光燈管所產生的顏色，是由燈管內面所塗佈之螢光體之化學成份所決定，基本上是由紅色、綠色、藍色等三種螢光體之組成，可得各種不同之光色。霓虹燈也是利用相同的原理，利用電子激發燈管內的氣體使其發光，充在燈管中能發出紅光的種氣體是氖氣。但是單是紅色的霓虹燈是不夠的。若要霓虹燈產生不同的色彩，這時需要以螢光粉作為輔助。例如將藍色的螢光粉塗在玻璃管的內壁上，再充進氖氣，即成粉紅色的霓虹燈。

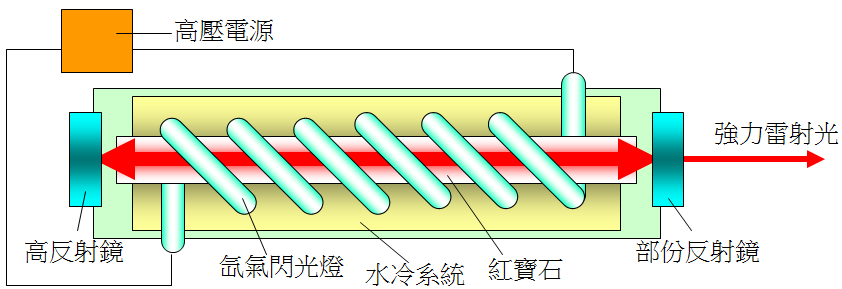
1. **發光二極體(LED)**

 二極體為半導體的一種，在半導體內部若無外界提供能量則電子處於

能量較低的價帶，外界提供能量後電子便可以躍遷到能量較高的傳導帶（即 電子可自由移動的地方），價帶與傳導帶的能量差則稱為能隙（Eg）。簡單地說，電子獲得足夠的能量跑到傳導帶上，會傾向再回到較穩定、具低能量的價帶，當電子從能量較高的傳導帶掉回到價帶時，會將能量釋放，發出相對應能量的光。1993年被譽為「繼愛迪生之後的照明二次革命」的藍光LED被發明出來，使得白光LED得以量產。近年發展出藍光LED配合黃色的螢光粉，通電時LED會發出藍光而基板會發黃光，混合起來便是白色光，大幅降地了LED成本同時提高了能源轉換效率。

1. 白熾燈泡是靠鎢絲通電後所產生的熱輻射而發光，請問關於熱輻射下列敘述何者錯誤？　(Ａ) 熱輻射的光譜為連續光譜 (Ｂ) 熱輻射溫度越高則輻射的主要光波長越短 (Ｃ) 溫度3000K的熱輻射大部分為可見光 (Ｄ) 熱輻射溫度越高則輻射的能量強度越強。

|  |  |
| --- | --- |
| 光源 | 發光效率（lm/W） |
| 白熾燈泡 | 8 |
| 省電燈泡 | 60 |
| 白光LED | 200 |

1. 發光效率代表光源將所消耗之電能轉換成光之效率，常以光通量（lm）與消耗功率（W）的比值來表示。發光效率越高代表其電能轉換成光的效率越高，即發出相同光通量所消耗的電能越少。右表為2017年生活中常見照明的發光效率。有一空間需要總光通量1200 lm的照明，請問該空間用白熾燈泡照明比用白光LED照明每小時多消耗多少度的電能？   
   （W＝J/s，1度電＝3.6 x 106Ｊ）   
   (Ａ) 144　(Ｂ) 14.4　(Ｃ) 0.144　(Ｄ) 0.0144。
2. 日光燈中的氣態汞受高速電子激發，發出紫外線，依照愛因斯坦光子論，可將光傳遞時視為粒子，請問日光燈中的紫外線（253.7nm）每個光子能量約為多少焦耳？   
   （光速3 x 108 m/s，普朗克常數h＝6.63 x 10-34 J・s，1eV＝1.6 x 10-19 J）  
   (Ａ) 3.1 x 10-20　(Ｂ) 7.8 x 10-19　(Ｃ) 1.5 x 10-19　(Ｄ) 2.1 x 10-18
3. 承上題，該光子能量約為多少電子伏特？ (Ａ) 2.12　(Ｂ) 3.55　(Ｃ) 4.23　(Ｄ) 4.89
4. 日光燈管壁上的螢光粉受到紅外線激發而發出可見光，請問發出可見光的光譜為何種光譜？(Ａ) 明線光譜 (Ｂ) 連續光譜　(Ｃ) 吸收光譜　(Ｄ) 暗線光譜
5. 承上題，日光燈管壁上螢光粉發出的光譜，可用何種理論來解釋？　(Ａ) 黑體熱輻射　(Ｂ) 物質波　(Ｃ) 原子能階 (Ｄ) 光的波粒二象性。
6. 雷射基於受激輻射，創造強而有力的雷射光束。右圖為紅寶石雷射，以紅寶石雷射來說，它是由閃光燈、雷射物(介)質和兩面反射鏡所組成，雷射物質是紅寶石晶體，其中有微量的鉻原子。由閃光燈發出的強光射入紅寶石後，使鉻原子受到激發，其最外層的電子躍遷到受激能態，有些電子會回到較低的能階而釋放出光子，這些光子會被設於紅寶石兩端的反射鏡來回反射，誘發更多的電子進行受激輻射。其中一面反射鏡把全部光子反射，另一面反射鏡則把大部分光子反射，其餘小部分光子穿過而釋出，就成為我們所見的雷射光。請問下列哪種光源發光原理跟雷射比較不相近？ (Ａ) 日光燈　(Ｂ) 太陽光 (Ｃ) 白光LED　(Ｄ) 霓虹燈。
7. 藍光LED中的電子受激發而到傳導帶，在經過短暫時間後電子會躍遷回能量較低的價帶，放出藍光（460nm），而價帶與傳導帶的能量差稱為能隙，請問藍光LED的能隙至少為多少電子伏特？ (Ａ) 0.3　(Ｂ) 2.7　(Ｃ) 3.2　(Ｄ) 12.4。
8. **多選題(40%) 每題4分，答錯一選項扣2/5題分**
9. 關於人類觀測及操縱原子的技術，下列敘述哪些正確？ （A）人類在還無法觀測原子時，沒有『物質都是由原子組成』的觀念 （B）人類在還無法直接觀測原子時，即有間接證據顯示原子存在 （C）掃瞄穿遂式顯微鏡(STM)不但可以讓我們觀察原子，還能夠進一步排列原子 （D）原子操縱技術若用在生物分子，如DNA，將有助於基因改造工程 （E）降低材料表面的溫度可以降低原子的動能，使移動原子的難度降低
10. 有關於原子與基本粒子的發現，下列敘述哪些正確？ （A）拉塞福曾經用原子論的觀點成功解釋布朗運動 （B）布朗運動指的是花粉在水面上呈現規則的直線運動 （C）蓋爾曼認為質子與中子分別是由三個夸克組成的 （D）在日內瓦的大型強子對撞機，是利用超導磁鐵將兩束質子在真空隧道內反向運行對撞，以偵測器觀察碰撞後的產物，並可模擬宇宙大爆炸瞬間，瞭解物質的起源，並找到許多基本粒子，例如希格斯粒子（又稱上帝粒子） （E）湯姆森從陰極射線實驗發現電子是一種帶負電的粒子束，並提出葡萄乾布丁原子模型
11. 下列關於（質量數210）原子及（質量數226）原子的敘述，哪些正確？ (A)和兩種原子核中的中子數相差12　(B)和兩種原子核中的質子數相差16　(C)和兩種原子中的電子數相差4　(D)釙和鐳兩個元素，在自然界都不存在　(E)釙和鐳的放射性都是源自其原子核的衰變。
12. 沒有任何內部結構的粒子稱之為基本粒子，目前科學家找到的基本粒子有哪些？ (A)質子　(B)中子　(C)電子　(D)夸克　(E)原子
13. 關於各種發電廠原理比較，下列敘述何者錯誤？　(A)潮汐發電廠的能量轉換原理：水的位能→水的動能→電能　(B)火力發電和太陽能電池發電原理類似，皆是利用化學能將水加熱變成水蒸氣的方式，帶動發電機線圈轉動　(C) 火力發電和核能發電原理類似，皆是利用化學能將水加熱變成水蒸氣的方式，帶動發電機線圈轉動　(D) 水力發電和潮汐發電原理類似，皆是利用水的位能轉動能方式推動水車，帶動發電機線圈轉動　(E) 核能發電因為會產生嚴重的溫室效應氣體與產生大量輻射，故不建議使用核能發電廠
14. 有關「黑體輻射」實驗與量子論的敘述，下列何者正確？　(A)黑體一定是黑色　(B)黑體吸收能量的同時，也對外輻射能量　(C)古典的熱學與電磁波理論無法合理解釋此現象 (D)黑體輻射出的某一頻率的電磁波，其能量為某最小能量單元的整數倍　(E)能量的增加或減少是連續的
15. 根據波耳的氫原子模型假設，下列敘述哪些正確？ (A)電子可在任意軌道上繞原子核作圓周運動　(B)電子在特定軌道上繞原子核作圓周運動，不會放出電磁波　(C)電子可吸收任意頻率的光子能量而在不同軌道上躍遷　(D)電子只能吸收特定頻率的光子能量而進行躍遷　(E)電子最終會撞上原子核。
16. 下列有關電子能階的敘述，哪些正確？　(A)要知道遙遠恆星所含的元素，可藉由分析星光的紅位移現象　(B)氫原子的電子距離原子核愈遠越表示能階能量越高　(C)原子受適當的熱或照光，可使電子躍遷到較高能階　(D)煙火的顏色是利用不同金屬化合物燃燒時激發電子的躍遷，所產生的不同色光現象 (E) 在地表上觀察太陽光譜時發現有許多特定波長的暗線
17. 有關「X光繞射現象」和「電子繞射現象」的比較，下列哪些正確？　(A) X光繞射需要以光傳遞時為波動來解釋　(B) 電子的繞射現象需要以物質波來解釋　(C) 電子有繞射現象表示電子為波動　(D) X光繞射現象表示Ｘ光只有波動性無粒子性　(E) 電子繞射現象表示物質除粒子性外也有波動性。
18. 如右圖，假設氫原子能階基態能量為0，第一激發態10.2eV、第二激發態12.09eV與游離能（電子跑出氫原子所需最小能量）13.6eV，則下列哪些能量的光子可被處於基態的氫原子吸收？　(A) 3.4eV　(B) 8.5eV　(C) 10.2eV　(D) 13.6eV　(E) 15eV。

0

10.2eV

12.1eV

13.6eV

*「一旦科學插上幻想的翅膀，它就能贏得勝利。」-- 法拉第(Michael Faraday)*

台北市立松山高中106學年度第一學期期末段考高一基礎物理答案

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Ｄ | A | C | D | A | C | C | B | B | D |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| C | C | C | C | B | D | A | C | B | B |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| BDE | ACDE | ACE | CD | BCE | BCD | BD | BCDE | ABE | CDE |