

高雄市立高雄高級中學

111學年度科學班科學能力檢定試題卷

【自然能力檢定2(化學、生物)】試題卷

—作答注意事項—

該科考試分成化學、生物兩科。

每科分開計算，換算成T分數後，再加總成自然科總分。

請考生均勻分配時間作答，以免影響成績。

考試時間：60 分鐘

作答方式：

- 請依試題規定，將答案書寫於正確的空格及空白頁
- 選擇題用2B鉛筆在「答案卡」上作答；更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液(帶)
- 非選擇題使用較粗的黑色或藍色原子筆、鋼珠筆或中性筆，務必在「答案卷」上作答。

祝考試順利

第二部分：生物科

一、簡答題

說明：本大題共有3大題，請用黑色或藍色的原子筆、鋼珠筆或中性筆書寫。答案務必寫在「答案卷」上正確題號之空格內。

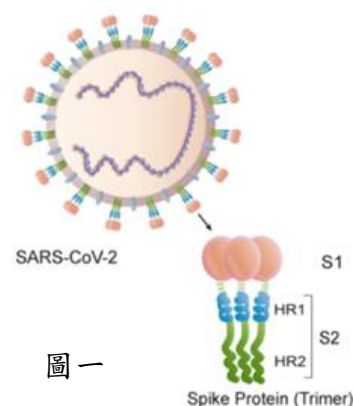
1. 新冠肺炎 SARS-CoV-2

新型冠狀病毒 SARS-CoV-2 (COVID-19)為一群有套膜 (envelope) 之單股正鏈 RNA 病毒，外表圓形，在顯微鏡下可看到類似皇冠的突起因此得名。已知會感染人類的冠狀病毒，包括重急性呼吸道症候群冠狀病毒 (SARS-CoV)、中東呼吸症候群冠狀病毒 (MERS-CoV) 和目前流行的新型冠狀病毒 SARS-CoV-2 等。

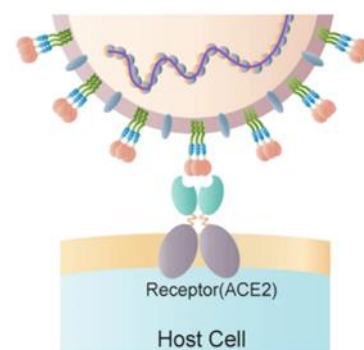
SARS-CoV-2 套膜上可見明顯的棘狀突起物，稱棘狀蛋白 (spike protein, S)，如圖一。棘狀蛋白為冠狀病毒上常見的蛋白質，負責接合宿主細胞上的特殊蛋白質，接著，冠狀病毒的套膜與宿主細胞膜融合，使內部核酸釋出於宿主細胞內。

SARS-CoV-2 感染結合的特殊蛋白質，是宿主細胞上的 ACE2 (angiotensin converting enzyme 2)，為一種穿膜蛋白，如圖二。人類呼吸系統的細胞群，不少細胞表面都表現了 ACE2 蛋白質，如纖毛狀鼻腔黏膜上皮細胞、支氣管纖毛柱狀上皮細胞以及肺泡細胞。ACE 和 ACE2 都是腎素－血管收縮素－醛固酮系統 (renin-angiotensin-aldosterone system, RAAS) 中的重要成員，ACE 負責將胞外的血管收縮素 I (angiotensin I) 代謝為具有訊號功能的血管收縮素 II (angiotensin II)，血管收縮素 II 可使血壓升高並促進發炎反應和氧化作用；而 ACE2 則能將血管收縮素 II 轉為其他種類血管收縮素，其他種類的血管收縮素則具有抗發炎、抗氧化和血管舒張等作用。

文獻顯示當小鼠缺乏 ACE2，會造成血管收縮素 II 累積，並導致急性呼吸窘迫症候群 (acute respiratory distress syndrome, ARDS)。當 SARS-CoV 感染宿主細胞，因為不明原因會使 ACE2 被切除，進而導致血管收縮素 II 累積。這亦可能是 SARS-CoV 造成肺部症狀的原因。試根據上文敘述回答下列問題。



圖一



圖二

*本文改寫自：

1.衛生福利部疾病管制署，疾病介紹

2.CASE 報科學網站(台大科學教育發展中心)，【關於 COVID-19 的這大半年】SARS-CoV-2 的拗「毒」絕活

3.INVESTIGATOR 網站，深入 SARS 及 2019-新型冠狀病毒：從病毒入侵到藥物開發

*圖片來源：Structural and functional properties of SARS-CoV-2 spike protein: potential antivirus drug development for COVID-19, Acta Pharmacologica Sinica volume 41, pages1141–1149(2020)

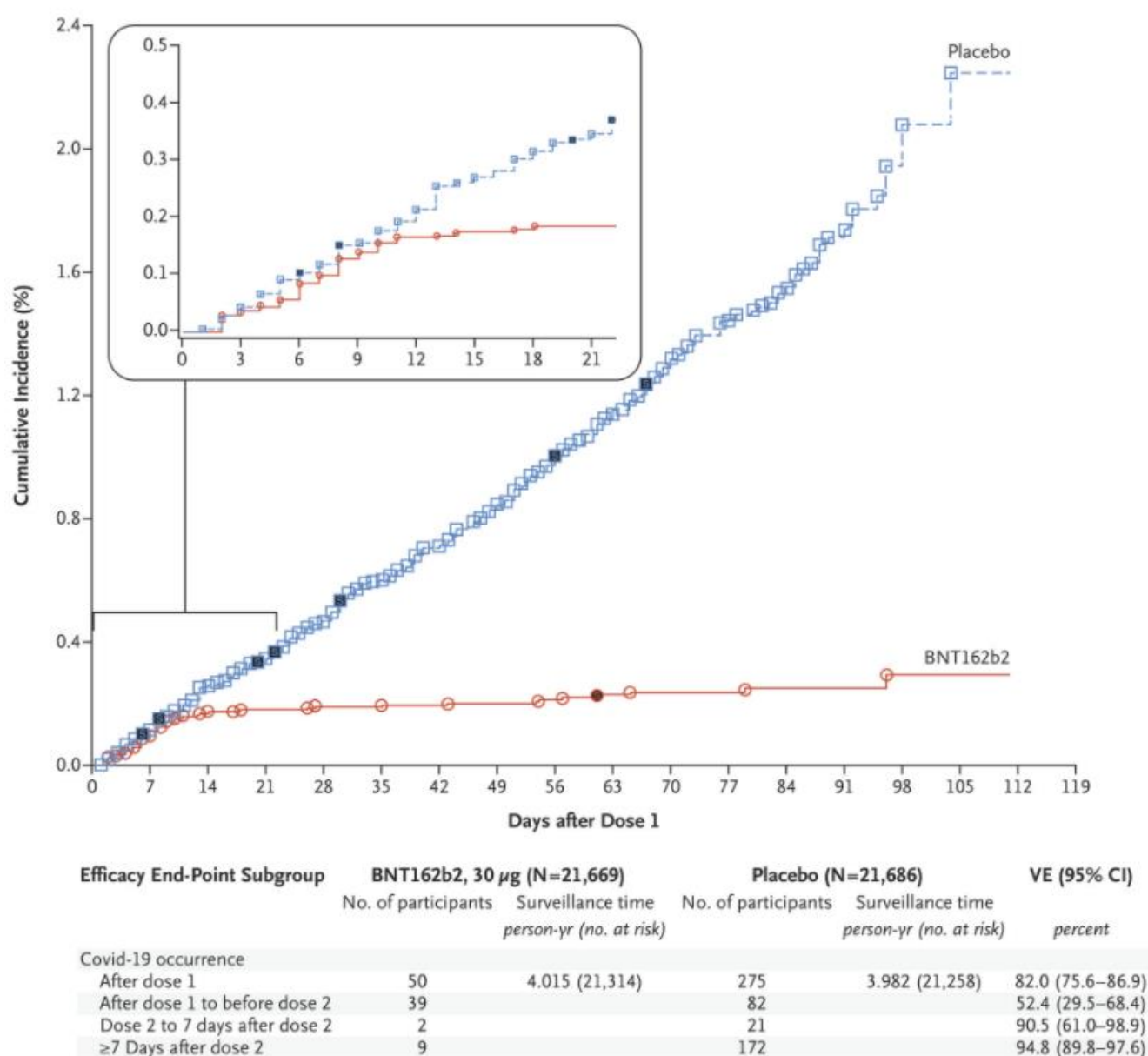
- (1) 試問一般病毒與 SARS-CoV-2 共同有哪些構造? 4%
- (2) 試問文中底線的顯微鏡種類為何? 2%
- (3) 試以示意圖說明 SARS-CoV 造成血管收縮素 II 累積的流程 10%
- (4) 承上題，試說明 SARS-CoV 導致急性呼吸窘迫症候群 (acute respiratory distress syndrome, ARDS)肺部症狀原因? 5%

2. 疫苗的原理與功能

依據衛生福利部疾病管制署公告之疫苗介紹：

Pfizer-BioNTech COVID-19 Vaccines 是一種 mRNA 疫苗，其中含有一段可轉譯成 SARS-CoV-2 病毒棘蛋白的 mRNA，接種後直接在人體細胞質內製造棘蛋白並釋出至細胞外，進而刺激免疫系統產生對抗 SARS-CoV-2 的免疫力。

圖三為 BNT 疫苗於施打後的疫苗保護效力圖，實驗的樣本為年滿 16 歲以上的個體，以隨機分組的方式施打試劑。最後總計有 21,669 位注射 BNT162b2 疫苗(每劑 30 μ g)，21,686 位注射安慰劑(生理食鹽水)。兩組均會施打兩劑安慰劑或 BNT162b2 疫苗，兩劑間隔時間為 21 天。配合下方英文單字庫之內容，回答下列問題：



圖三（資料來源：Polack FP, et al. N Engl J Med. 2020 Dec 31;383(27):2603–2615）

英文單字庫：

1. 累積發病率 (Cumulative incidence)：累積發病率，或稱為發病比，在流行病學中是指在一段時期內特定人群發生疾病的比例
2. Occurrence：出現
3. Dose：一次注射劑量，一次服藥劑量
4. BNT16b2：BNT 疫苗代號
5. Participant：參與者
6. Placebo：安慰劑 (接種生理食鹽水)
7. VE：Vaccine Efficacy, 疫苗保護效力

- (1) 打疫苗的功能為何?請簡述其原理。8%
- (2) 由圖中縱軸與橫軸的資訊，簡述此圖的結果。8%
- (3) 此實驗中，Placebo 安慰劑的意義為何? 5%
- (4) 此疫苗的保護力約於第幾天開始出現? 4%
- (5) 打第二劑 (dose 2) 的意義為何?試從表中數據說明結果。10%

3. 向日葵的追日行為

追日行為，又稱為向日性 (heliotropism)，常見於菊科、豆科、錦葵科等植物，最為人熟知的代表是向日葵。向日葵的葉子、頂端芽和發育中的花序，都會表現向日性，其中又以發育中的花序追日行為最為顯著。成熟的花朵隨著時間由面向東方轉而面向西方，再由面向西方回復至面向東方，如此循環直到衰老凋萎，見圖四。

植物的感應與運動在生物教科書中，可分為向性與局部運動。常見對向性的描述如下：「有些刺激會引起植物組織的生長不均勻，而造成和刺激方向有關的運動」；而局部運動為「和刺激方向無關的運動，且與生長無關」。基於上述推論，植物的器官追隨太陽東起西落的運動雖與刺激方向有關，但不同部位對於向日性的感受機制與運動方式卻不相同，向日性於植物運動的分類一直備受討論。

葉子的向日性可透過葉柄基部的運動構造：葉枕 (pulvinus) 的膨壓變化所引發。葉枕驅動的運動速度可以很快，例如錦葵科花葵屬的副瓣對消錦葵 (*Lavatera cretica*)，其葉子的向日性運動可達每小時偏轉 40 度角。另一方面，向日性也可能是因其他因素所引發，而不一定是透過細胞的膨壓變化，例如許多具會發生追日作用的植物器官不具葉枕，且只有未成熟的向日葵花會有向日性，顯示或許向日性是一種生長反應。

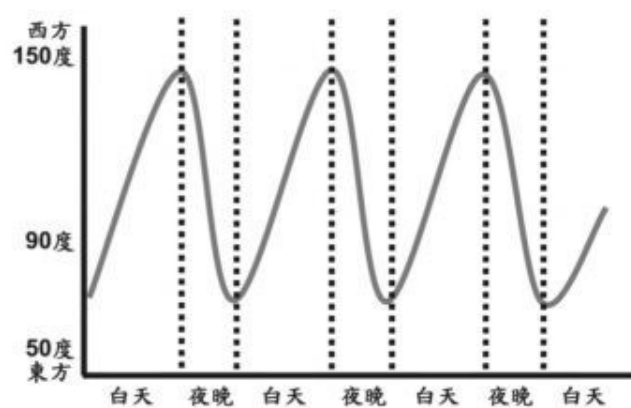
對向日葵莖的向日性研究發現其感光受器可能為葉，當去除幼葉(長度小於四公分)後，於數天內可抑制其追日行為；但若去除成熟葉(長度大於四公分)則使追日行為消失，直到幼葉發育成熟。但葉子是否確實為感光受器仍須進一步研究。

美國研究團隊設計了兩個簡單的實驗，以釐清向日葵向日是否是一種生長反應。

實驗一：在傍晚向日葵花已經面向西時，將花盆轉 180 度。如此一來，早上向日葵就變成面向西。

實驗二：將向日葵的莖綁起來，讓它不能跟著太陽轉。

結果不論是哪一種方法，實驗組的植物不論是葉片的面積或是植物的乾重，都比對照組要少 10%。



圖四：向日葵莖頂的角度隨太陽移動改變示意圖

*本文改寫自：

- 1.CASE 報科學網站(台大科學教育發展中心)「向日葵如何向日？」
- 2.泛科學網站「向日葵的追日行為是否屬於向光性？是膨壓造成的嗎？——《生物學學理解碼》」

試根據上文資訊回答下列問題：

- (1) 請舉出國中所學向性與局部運動各 2 個實際例子。8%
- (2) 文中提及：向日性於植物運動的分類一直備受討論的主要原因為何?請舉出實例說明。10%
- (3) 文中提及：或許向日性是一種生長反應，請問你覺得為何會做如此推測? 8%
- (4) 請就圖中資訊，分析美國研究團隊設計實驗一與實驗二的各項變因。10%
- (5) 請探討植物進行追日運動對其可能的益處。8%