

班級：_____班 座號：_____ 姓名：_____

____1. 下列有關宇宙學的敘述何者錯誤？

(A) 3K 宇宙微波背景輻射的發現是大霹靂學說的重要證據 (B) 宇宙目前仍在繼續膨脹中，因此宇宙的平均溫度的在繼續下降 (C) 哈伯定律所反應出來的重要事實為宇宙正在膨脹中 (E) 若觀察到一星系的光譜線呈現藍移現象，只要稍做修正，依然可以使用哈伯定律來解釋。

【答案】：(E)

【解析】：(A) 哈伯定律及宇宙背景輻射為支持霹靂說的有力證據。

(B)(C)(D) 根據哈伯定律的觀測，與星系彼此間在遠離，表示宇宙仍在膨脹中；因此宇宙從最初高能量高密度的狀態，膨脹至今，能量四處分散，因此現在宇宙的平均溫度降至約 3K 的溫度。(E) 哈伯所觀測的數據分析，為星系光譜的紅移現象，顯示星系彼此間遠離，所以哈伯定律是星系遠離的結果。

____2. 天文學家哈伯觀察遙遠星系的光譜時，發現有紅移現象。且估算遙遠星系的退行速率 V ，正比於它跟我們的距離 r ，即『 $V=H_0 \cdot r$ 』，式中 H_0 為哈伯常數。今天所知的估計值 $H_0 \approx 22 \text{ km/s/MLy}$ 。則下列敘述何者正確？

(A) 由於萬有引力的存在，哈伯認為大部分的星系正靠近我們 (B) 哈伯定律的結果，可以告訴我們宇宙正在膨脹 (C) 依都卜勒效應，遙遠星系光譜的紅移現象，代表遙遠星系朝著我們運動 (D) 宇宙微波背景輻射，可以算出哈伯常數的數值 (E) 依哈伯定律的估算，對於距離我們 10MLy 的星系，正以 2.2 km/s 的速率離開我們。

【答案】：(B)

【解析】：(A) 星系遠離是根據哈伯定律，不是萬有引力定律。(B) 由哈伯定律，顯示宇宙正在膨脹中。(C) 根據都卜勒效應，星系光譜發生紅移現象，表示光譜的波長增大，頻率減少，這是星系遠離地球產生的結果。(D) 根據哈伯定律 $v=H_0 \cdot d$ ，由星系的退行速率，及星系與地球距離，可以推算出哈伯常數。宇宙微波背景輻射是宇宙大霹靂後，發生膨脹至今，熱輻射擴散，溫度降低，至今約降至 3K 左右。(E) $v=H_0 d$ ，可知 $v=22 \times 10=220 \text{ km/s}$ 。

____3. 對於宇宙學的相關敘述，下列哪些同學的說法較合理？

甲：宇宙中多數的星體，在大霹靂時形成 乙：宇宙微波背景輻射在星系形成前就存在
丙：藉由星系發射光譜向藍色端移動(稱為藍移現象)的觀察，我們可以判斷星系正在遠離我們 丁：根據哈伯定律，距離地球愈遙遠的星系，退行速率愈大
(A) 甲乙丙 (B) 甲丙 (C) 甲丁 (D) 乙丁 (E) 丁。

【答案】：(D)

【解析】：(甲) 宇宙爆炸之初，只有電子與夸克等基本粒子，約一億年左右才開始有星球的誕生。(乙) 宇宙微波輻射為大霹靂初期的能量釋放，向四方輻射，能量逐漸分散，溫度逐漸降低，至今降至約 3K 的絕對溫度。(丙) 哈伯觀測遠方星系的光譜，發現普遍有紅移的現象，顯示大部分的星系在遠離，於是找到 $v=H_0 \cdot d$ 的規律性，稱為哈伯定律。(丁) 根據哈伯所得到的結論，到 $v=H_0 \cdot d$ ，顯示距離地球愈遠，星系的退行速率愈大。

____4. 根據哈伯定律可知：距離我們愈遠的星系，會以愈快的速率遠離我們，並且兩者之間存在正比的關係。請利用哈伯定律推算出右表中的 x 、 y 值為若干？

(A) $(x, y) = (20d, 12V)$ (B) $(x, y) = (25d, 12V)$

(C) $(x, y) = (20d, 18V)$ (D) $(x, y) = (30d, 18V)$ (E) $(x, y) = (25d, 18V)$ 。

| 星系 | 退行速率 v (km/s) | 距離 r (AU) |
|----|-----------------|-------------|
| 甲 | y | $16d$ |
| 乙 | $9V$ | $12d$ |
| 丙 | $15V$ | x |

【答案】：(A)

【解析】：根據哈伯定律， $v=H_0 \cdot d$ ，可知

$$\frac{v_1}{d_1} = \frac{v_2}{d_2} \quad \rightarrow \quad \frac{9v}{12d} = \frac{15v}{x} = \frac{y}{16d} \quad \rightarrow \quad x=20d, \quad y=12v \quad \rightarrow \quad (x, y)=(20d, 12v)$$

5.關於目前人類所了解的宇宙，下列五位同學的說法何者與目前觀測或推論之事實不符合？

- 甲生：都卜勒效應不僅在聲波中可觀測到，亦可應用於天文觀察中。
 - 乙生：遠方星系大部分可觀察到光波長增長之紅移現象。
 - 丙生：宇宙微波背景輻射是大霹靂所留下的證據之一。
 - 丁生：大霹靂理論認為宇宙並非具有恆定之大小。
 - 戊生：哈伯定律發現遠方星系與鄰近星系的移動速率大致相同，為哈伯常數。
- (A)甲生 (B)乙生 (C)丙生 (D)丁生 (E)戊生。

【答案】：(E)

【解析】：甲：(正確) 都卜勒效應可應用於聲波及光波。

乙：(正確) 哈伯定律顯示遠方星系的光譜有發生紅移的現象，顯示光譜的波長增長，頻率減小，這是由於星系遠離地球產生的結果。

丙：(正確) 大霹靂初期，由於能量分散，宇宙膨脹，溫度逐漸下降，至今約降至 3K。

丁：(正確) 大霹靂理論認為宇宙最初為密度極高、體積極小的混沌狀態，爆炸後向四方膨脹，因此宇宙的體積迄今一直在增加。

戊：(錯誤) 哈伯發現遠方星系的退行速率 v 與距地球距離 r 成正比，此關係的比例常數為哈伯常數。

6.哈伯定律說明遙遠星系的退行速率 V 正比於它與地球間距離 d ，數學關係式可表示為『 $V=H_0 \cdot d$ 』，其中 H_0 為哈伯常數，數值為 $22(\text{公里}/10^6 \text{光年} \cdot \text{秒})$ 。利用哈伯常數我們可粗略估計宇宙年齡約為 140 億年，事實上哈伯一開始發表哈伯定律時，哈伯常數他估算是 156 (公里/10⁶光年·秒)，如此，宇宙年齡將變為多少年？

- (A)20 億 (B)80 億 (C)140 億 (D)640 億 (E)980 億。

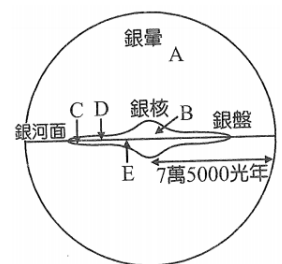
【答案】：(A)

【解析】：由於 $v=H_0d$ ，而宇宙年齡 $T = \frac{\text{極遠處星系的距離}}{\text{星系的退行速率}} = \frac{r}{v} = \frac{1}{H_0}$

$$\text{可知 } H_0 \times T = \text{定值} \quad \rightarrow \quad 22 \times 140 = 156 \times T \quad \rightarrow \quad T = 19.7 \approx 20 \text{ 億年}$$

7.右圖為銀河系的側面圖，有關銀河系的敘述，下列何者正確？

- (A)銀河系約有 100 億顆恆星的集團
- (B)銀河系屬於橢圓星系
- (C)宇宙約距今約 137 億年前開始，太陽系約距今約 100 億年前誕生
- (D)太陽系位於圖中的 D 位置
- (E)銀核或銀盤上恆星與恆星之間主要的氣體成分為碳與氧。



【答案】：(D)

【解析】：(A)本銀河系約有 2000 億顆恆星。

(B)本銀河系為漩渦形星系。

(C)宇宙誕生迄今約 137 億年左右，太陽則迄今月 50 億年。

(D)太陽約靠近銀河系懸臂的一半，銀河系的半徑約 5 萬光年距離，太陽位置則具中心約 2.7 萬光年。

(E)銀河系盤面或形成恆星的氣體主要為氫及氦等元素。

___ 8. 有關宇宙起源霹靂說的敘述，下列何者正確？

- (A) 創生後期，開始產生原子核，其中 20% 是氧，80% 是氫 (B) 創生後期，電子、質子與中子開始形成原子，即進行核分裂反應產生更多能量 (C) 物質主控時期，星系形成主要為電磁力作用 (D) 物質主控時期，星系形成主要為重力作用 (E) 宇宙目前狀態因重力作用，星系間正互相拉近距離。

【答案】：(D)

【解析】：(A) 創生後期微宇宙誕生初期，形成原子核主要以氫及氦元素為主。

(B) 創生後期為電子及夸克合成質子及中子，以核融合的形式合成原子核，電子仍處於高溫的游離態，因此尚未形成原子。

(C)(D) 物質主控時代開始以萬有引力的形式，物質相互吸引，合成星體，逐漸形成星系。

(E) 宇宙目前仍在膨脹，星系間距離加大，並且星系距離愈遠處，膨脹速率愈快。

___ 9. (甲)恆星、(乙)星團、(丙)星系群、(丁)行星、(戊)星系，以上五種宇宙組織的層級中，依順序由大至小應如何排列？

- (A) 乙丙戊甲丁 (B) 丙戊甲乙丁 (C) 乙甲丙戊丁 (D) 丙乙甲戊丁 (E) 丙戊乙甲丁。

【答案】：(E)

【解析】：(丙) 星系群為最大，其次是(戊) 星系，再來(乙) 星團，其次為(甲) 恆星，(丁) 行星。

___ 10. 所謂 3K 背景輻射，其代表的意義為何？

- (A) 目前整個宇宙最低溫度為 3K (B) 目前整個宇宙平均溫度為 3K (C) 目前整個宇宙最高溫度為 3K (D) 太陽的溫度會建漸冷卻至 3K (E) 所有恆星的溫度會逐漸冷卻至 3K。

【答案】：(B)

【解析】：宇宙從混沌狀態的奇異點，突然發生爆炸，宇宙向四面膨脹，能量逐漸分散，因此溫度逐漸降低，迄今的平均溫度，約降至 2.7K。

___ 11. 凱凱分析星系的退行速率，發現距離地球最近的星系，大約 6.4×10^6 光年，他想利用哈

伯定律 $v = H_0 \cdot d$ (哈伯 $H_0 = \frac{70 \text{ km/s}}{326 \text{ 萬光年}}$) 估計此星系遠離地球的速率約為若干？

- (A) 1.4×10^{-2} (B) 0.14 (C) 1.4 (D) 14 (E) 140 公里/秒。

【答案】：(E)

【解析】： $v = H_0 \cdot d = \frac{70 \text{ km/s}}{326 \text{ 萬光年}} \times 6.4 (\text{MLY}) = \frac{70 \text{ km/s}}{3.26 \text{ MLY}} \times 6.4 (\text{MLY}) = 137 \text{ km/s} \doteq 140 \text{ km/s}$

【題組】哈伯在 1929 年整理了前人以及自己的觀測資料，以不同星系相對於太陽的遠離速率當成縱軸，把星系相對於地球的距離當成橫軸，將數據點繪出之後並大膽假設兩者間呈線性關係。以數學式表現寫為： $v = H_0 \cdot d$ ，其中 d 是星系與地球距離(以百萬光年(MLy)為單位)， v 為星系退行速率(以公里/秒(km/s)為單位)，已知 $H_0 = 22$ 公里/秒·百萬光年，此常數即為哈伯常數。請回答下列兩題：

___ 12. 依據哈伯定律，一個距離地球 5000 萬光年遠的星系，其退行速率之估計值約為若干？

- (A) 110 (B) 220 (C) 1100 (D) 2200 (E) 2.2×10^5 公里/秒。

【答案】：(C)

【解析】： $v = H_0 \cdot d = \frac{22 \text{ km/s}}{\text{百萬光年}} \times 5000 \text{ 萬光年} = \frac{22 \text{ km/s}}{1 \text{ MLY}} \times 50 \text{ MLY} = 1100 \text{ km/s}$

____ 13. 承上題，下列敘述何者錯誤？

- (A) 所有的星系都在遠離地球 (B) 遠離地球的星系會出現光譜紅移現象 (C) 遙遠星系較符合哈伯所獲得的規律性 (D) 哈伯定律可視為天文觀測所統計的平均值 (E) 仙女座星系不太符合哈伯定律。

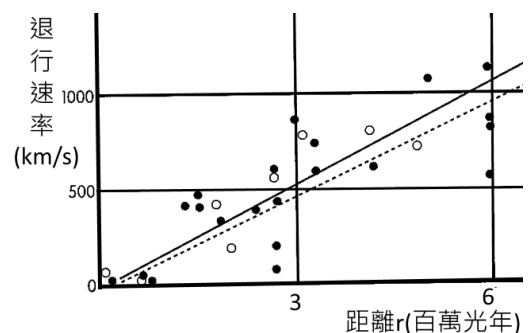
【答案】：(A)

【解析】：哈伯整理天文數據，發現：

- (1) 距離愈遙遠的星系，退行速率愈大，紅移現象表現愈明顯，並且合乎正比關係。
- (2) 距離較近的星系，宇宙膨脹的效應較小，退行速率及紅移現象不明顯，所以有少數星系的運動有接近地球的現象。
- (3) 哈伯觀測的圖形，顯示的是統計的平均值，不是絕對的結果，因此有統計上的誤差。
- (4) 仙女座星系為距離地球較近的星系，因此誤差較大，不符合哈伯定律的結果。

____ 14. 哈伯的論文中，星系退行速率 v 與距離 r 的關係如右圖，此圖得到哈伯定律 $v = H_0 \cdot r$ ，其中 H_0 為哈伯常數，下列敘述何者正確？(應選兩項)

- (A) 依據克卜勒行星運動定律，知道星系正在遠離我們，且退行速率與離我們的距離成正比 (B) 哈伯定律告訴我們，宇宙正在收縮 (C) 哈伯定律的關係式 $v = H_0 \cdot r$ 中，退行速率 v 可由都卜勒效應計算求得 (D) 宇宙微波背景輻射的發現，支持了大霹靂理論 (E) 距離愈遠的星系，退行速率愈大，是因為我們觀察到它們正以超光速的速率遠離我們。



【答案】：(C)(D)

【解析】：(A)(B) 哈伯定律的結果顯示星系的光譜有紅移現象，表示星球正在遠離地球，並且退行速率和與地球距離成正比，可作為宇宙膨脹的有力證據。

- (C) 哈伯測出光譜紅移現象的偏移量，利用都卜勒效應，可求得星體退行速率的快慢。
 (D) 宇宙微波背景輻射為宇宙爆炸至今殘餘的能量，這是由於大批粒後宇宙膨脹，能量分散，溫度降低的現象，為支持大霹靂說的有力證據。
 (E) 距離愈遠，退行速率愈大，但是星球的退行速率無法超越光速；光速為所有物質運動速度的極限。

____ 15. 下列關於宇宙的描述，何者正確？(應選三項)

- (A) 宇宙以銀河系為中心進行膨脹 (B) 目前的宇宙空間比地球形成之初的宇宙空間還大 (C) 兩星體間距離愈遠時，飛離彼此的速率愈慢 (D) 宇宙微波背景輻射為大霹靂理論的證據 (E) 在大尺度的範圍內，宇宙大致呈現均勻和各向同性的結構。

【答案】：(B)(D)(E)

【解析】：(A) 宇宙膨脹沒有中心，而是各方向均勻膨脹。

- (B) 宇宙一直在膨脹，因此現今的宇宙比地球形成初期的宇宙還大。
 (C) 星系間距離愈大時，退行速率愈快。
 (D) 哈伯定律及宇宙微波輻射為支持加莫夫大霹靂學說的有力證據。
 (E) 大尺度範圍(巨觀)，宇宙膨脹沒有中心，因此各點的膨脹速率皆為均勻往各方向膨脹。