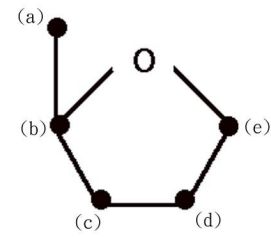


一、簡答題（不需申論或解釋；共 64 分）：

1. 核苷酸（nucleotides）結構由五碳糖、磷酸根與含氮鹼基所構成。

其中五碳糖的結構簡示如右圖，其碳原子分別標示為 a, b, c, d, e。



請回答下列問題（每小題 2 分）：

- (1) 請問 1 號（1'）碳位於 a, b, c, d, e. 中的哪個碳上？
- (2) 磷酸根位於 a, b, c, d, e. 的哪個碳上？
- (3) 含氮鹼基位於 a, b, c, d, e. 的哪個碳上？
- (4) 於 DNA 複製過程中，與另一個核苷酸的磷酸根聚合的 -OH 基位於 a, b, c, d, e. 哪個碳上？
- (5) DNA 與 RNA 的結構在五碳糖的結構中 a, b, c, d, e. 哪個位置不相同？

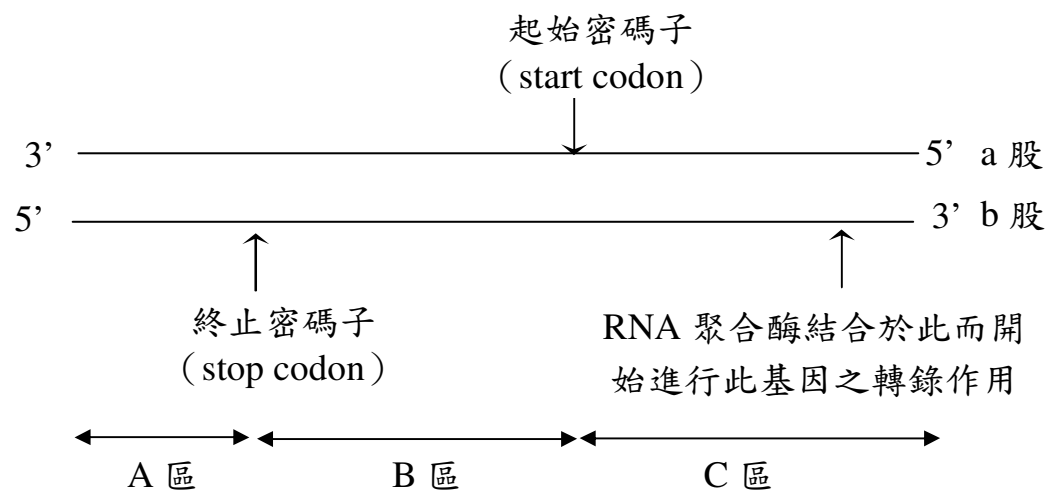
2. 請回答下列問題（每小題 3 分）：

動物細胞複製共會經過 G1、S、G2、M 四個時期，其中

- (1) 哪個時期可以看見 replicon？
- (2) 岡崎片段(Okazaki fragments) 出現於哪個時期？
- (3) 細胞在哪個時期將複製完成的染色體分離？
- (4) 細胞在哪個時期開始轉錄 DNA 複製時所需的基因？

3. 下圖所示為大腸桿菌 (*E. coli*) 的一段 DNA，內含一個基因，其起始密碼子及終止密碼子

子所在位置如圖所示，並將兩股 DNA 分別標示為 a 股及 b 股：



根據上圖，請回答下列問題（每小題 3 分）：

- (1) 此基因之蛋白質譯碼區 (protein coding region) 位於哪一區中 (A 區、B 區或 C 區) ？
- (2) 其 5' 非譯碼區 (5' untranslated region) 位於哪一區中 (A 區、B 區或 C 區) ？
- (3) 其轉錄起始點 (transcription start site) 位於哪一區中 (A 區、B 區或 C 區) ？
- (4) 其啟動子 (promoter) 位於哪一區中 (A 區、B 區或 C 區) ？
- (5) 哪一股 DNA (a 股或 b 股) 為其轉錄作用(transcription)之模版 (template) ？
- (6) 哪一股 DNA (a 股或 b 股) 為其反義股 (anti-sense strand) ？
- (7) 行進至 B 區中，正在進行轉錄作用的 RNA 聚合酶 (RNA polymerase)，是由哪一些次單元 (subunits) 所組成？

4. 大腸桿菌目前發現有五種 DNA 聚合酶 (DNA polymerases)，聚合酶 I 來自 *polA* 基因，聚合酶 II 來自 *polB* 基因，聚合酶 III 來自 *polC* 基因，聚合酶 IV 來自 *dinB* 基因，聚合酶 V 來自 *umuD<sub>2</sub>*'C 基因。請回答下列問題（每小題 3 分）：

- (1) 上述五種聚合酶，哪一個為 DNA 複製過程中 leading strand 主要的核苷酸聚合反應所需酵素？
- (2) 哪一個為 DNA 複製過程中 lagging strand 上合成岡崎片段(Okazaki fragments)的酵素？

- (3) 哪一個為 nick translation 過程中主要的核苷酸聚合反應所需酵素?
- (4) 哪一個為 DNA 複製過程中斷後重新開始的酵素?
- (5) 哪一個具有 RNA primer excision 的功能?
- (6) 哪一個具有 5' exonuclease 的功能?
- (7) 哪一個含有 Klenow fragment ?

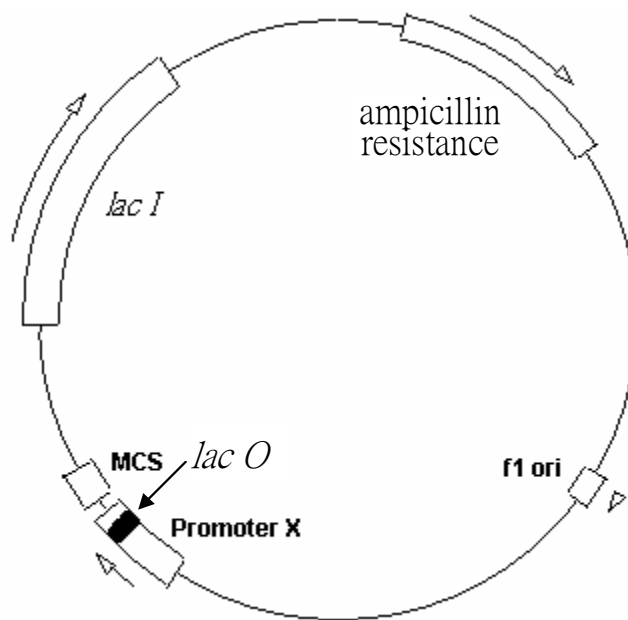
二、問答題（需申論或解釋；共 36 分）：

1. 下列(1)~(6)中的分子，分別負責催化什麼反應或參與什麼反應？請說明其反應內容或其參與機制，並指出該分子為哪一種生物（原核生物、真核生物、或病毒）所獨有，或為其中哪兩種生物所有，或三種生物皆有！（翻譯名詞必要時請以括號附上其英文原文；每小題 4 分）

- (1) 釋放因子 RF1 (release factor 1)
- (2) 組織蛋白 (histones)
- (3) RNA 聚合酶 III (RNA polymerase III)
- (4) snRNPs (small nuclear ribonucleoprotein particles)
- (5) 16S rRNA
- (6) 反轉錄酶 (reverse transcriptase)

2. 有一酵素 A 的基因，研究生甲決定將之大量表達於大腸桿菌中。他選擇將酵素 A 的基因選殖於下圖所示之載體(vector)。他將該基因插入載體的多重選殖位置區(multiple cloning sites)中，使其表達受啟動子 X (promoter X) 的控制。啟動子 X 可被大腸桿菌本身之 RNA 聚合酶 (*E. coli* RNA polymerase) 所辨識。所建構好之重組載體以細胞轉形 (cell transformation) 的技術送入大腸桿菌細胞後，大量培養該大腸桿菌，並於其培養基中加入足量的 IPTG (isopropyl- $\beta$ -D-thiogalactopyranoside)，即可活化啟動子 X，並可維持其“長時間”(6 小時以上) 表達酵素 A 的基因，因而提高酵素 A 的產量。但是若不加 IPTG，則酵素 A 基因不會被表達。

由該載體之圖譜（下圖），請解釋為什麼於大腸桿菌中，若不加 IPTG，則啟動子 X 不會被活化，但是添加 IPTG 則可以誘導並維持啟動子 X“長時間”表達其下游基因，原理是什麼？（請詳細說明或解釋，以求答案之完整性）（12 分）



註：

- ① *lac I*：代表 *lac I* 基因的位置；於大腸桿菌中，該載體會經常性地表達此 *lac I* 基因，其產物為 lac 抑制子（lac repressor）。
- ② MCS：多重選殖位置區（multiple cloning sites）。
- ③ *lac O*：代表 *lac operator* 的位置。
- ④ f1 ori：f1 origin