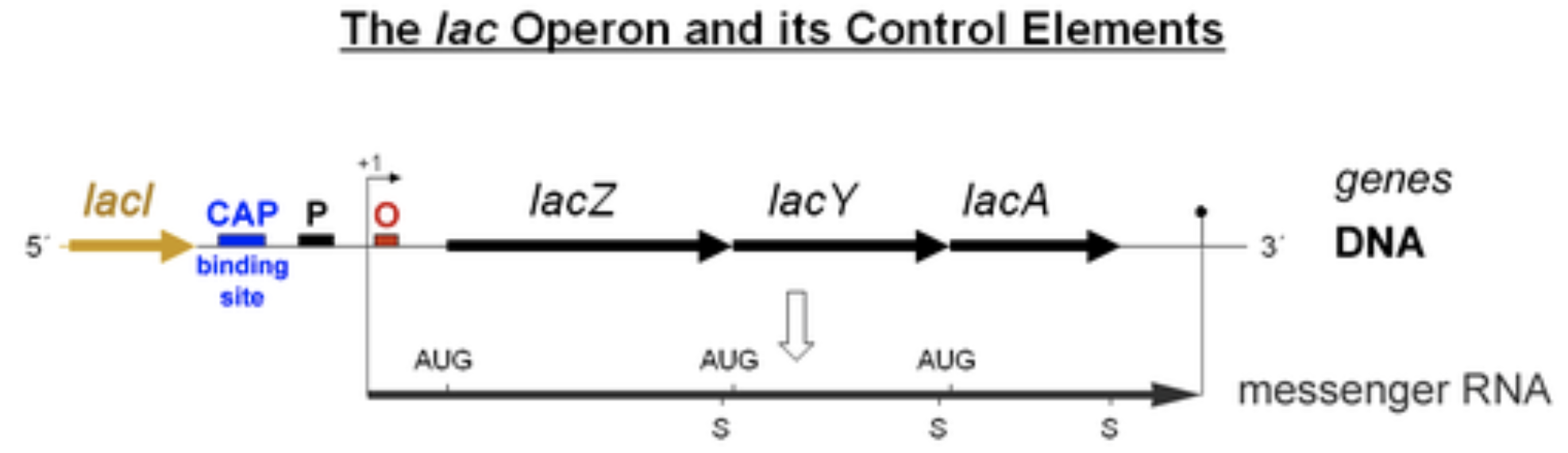
**문제 1 (총 34점)**

다음 그림은 *lac*오페론 (*lacZ*, *lacY*, 및 *lacA*)을 나타낸 그림이다. P와 O 는 각각 *lac* promoter와 *lac* operator를 나타낸다. CAP binding site 는 CRP-cAMP 복합체가 결합하는 자리이며, CRP-cAMP가 결합시 *lac* promoter에 의한 전사가 유도된다. CRP 및 LacI 단백질들은 세포내에서 일정한 농도를 유지한다고 가정할 때, 다음 각각의 경우에 있어서 *lacZ*의 발현 여부를 예상하고, 그 이유를 설명하시오.



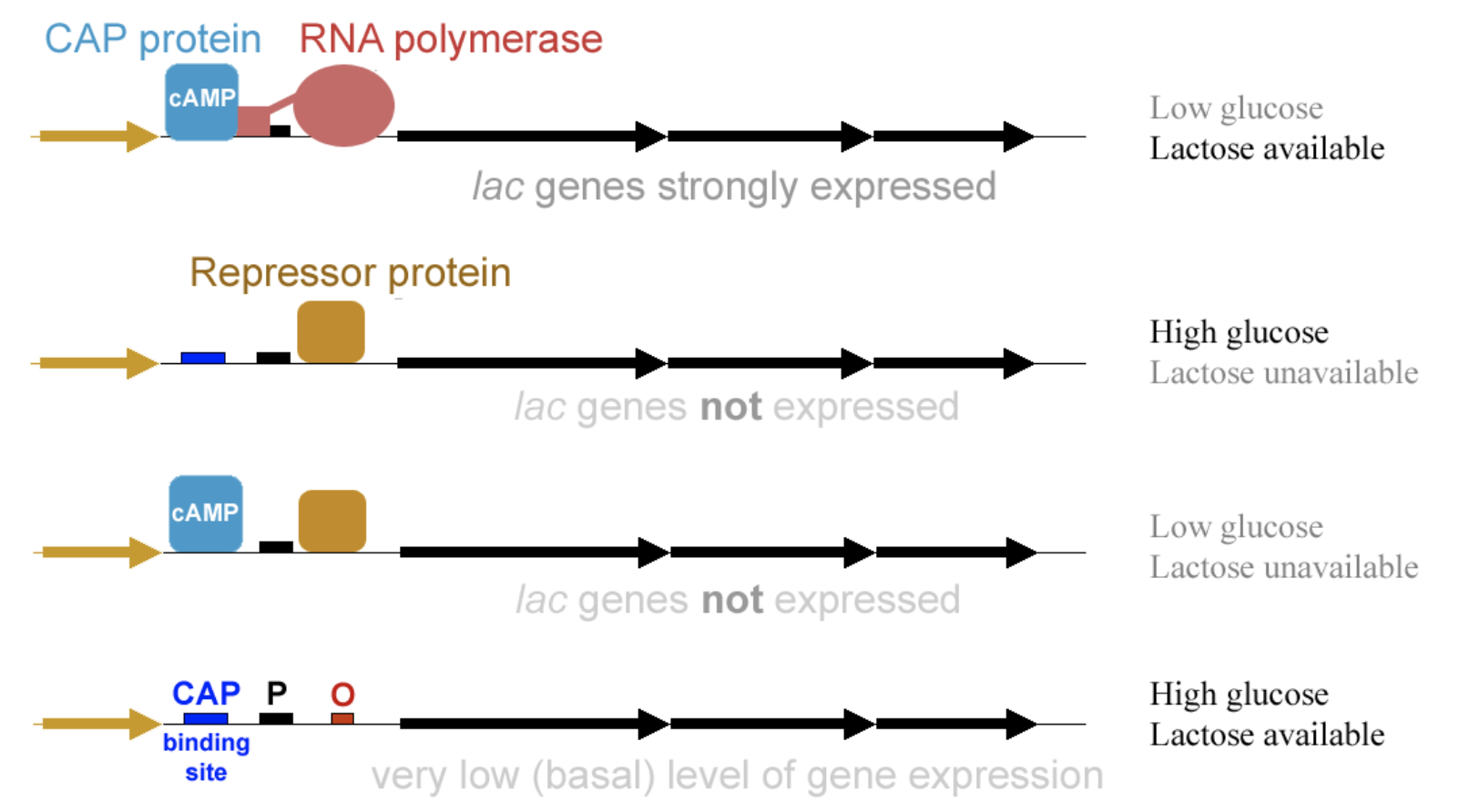
1) 배지내에 탄소원으로 glucose가 존재하며, lactose는 없는 환경 (6점)

glucose가 많으면 cAMP level이 낮아서 CRP-cAMP 형성이 되지 않아서, activation이 일어나지 않고, 동시에 lactose가 없으면allolactose 형성이 안되어서, lacI에 의한 repression이 유지되어서lacZ 발현이 안됨

2) 배지내에 탄소원으로 lactose가 존재하며, glucose는 없는 환경 (6점)

glucose가 없으면 cAMP level이 높고, 따라서 CRP-cAMP형성이 되어서 transcription이 activation될 준비가 됨. 여기에 lactose가 있으면basal 수준의lacZ에 의해 allolactose 가 형성이 되어서 lacI repression의 inducer로 작용하고, 따라서 repression이 해제되어 lacZ 가 높은 수준으로 발현됨

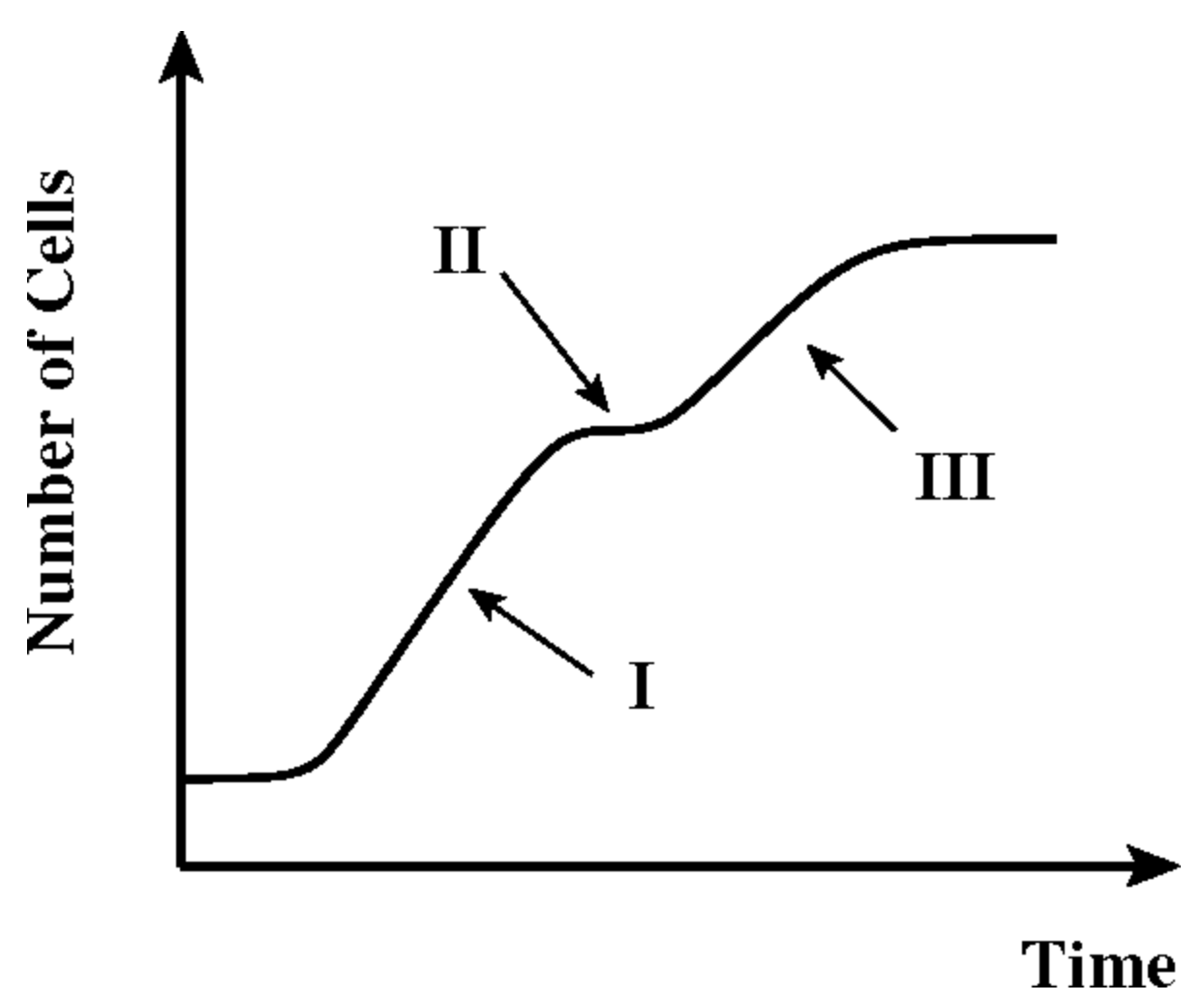
1)-2) 해답에 대한 그림 설명

****

3)하단의 그림은 배양배지 내에glucose와 lactose가 동시에 존재할 때 대장균의 성장곡선을 나타낸 그래프이다. 화살표로 나타낸 I은 glucose와 lactose가 동시에 존재할 때의 대장균의 성장곡선을 표현한다고 하면, I 단계에서 주로 소모되는 탄소원은 있는가? 있다면 어떤 탄소원인가 (6점)?

4) III은 위1)-2)중 어떤 환경과 일치하는가? (6점).

5) II는 왜 나타나는 것으로 생각하는가? (10 점)



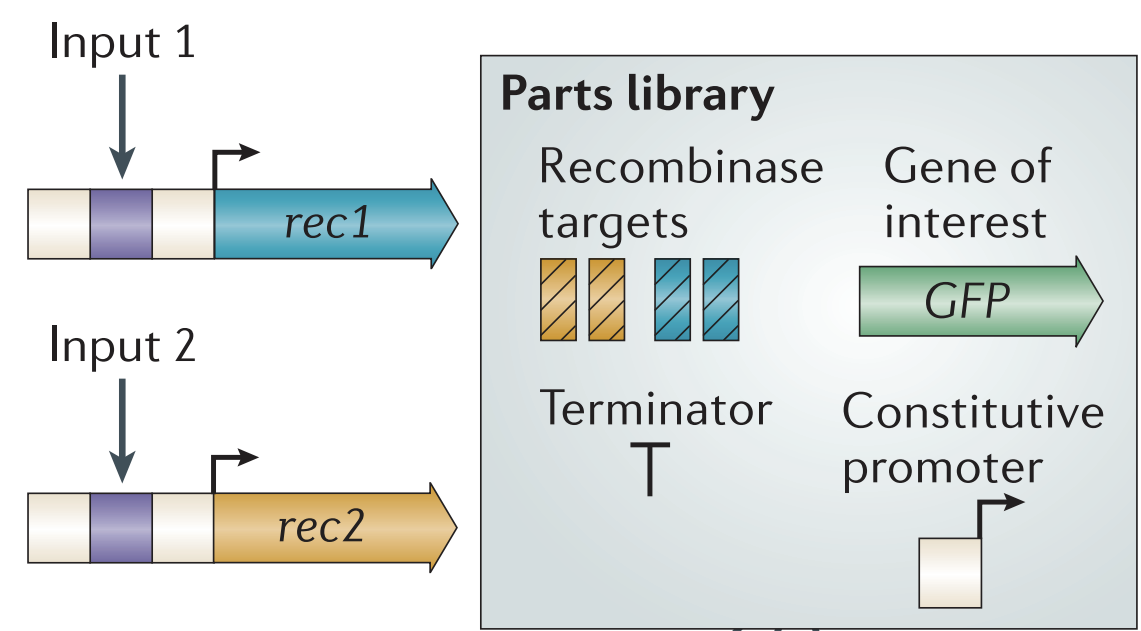
3) 있음, glucose

4) III은 2)와 일치,

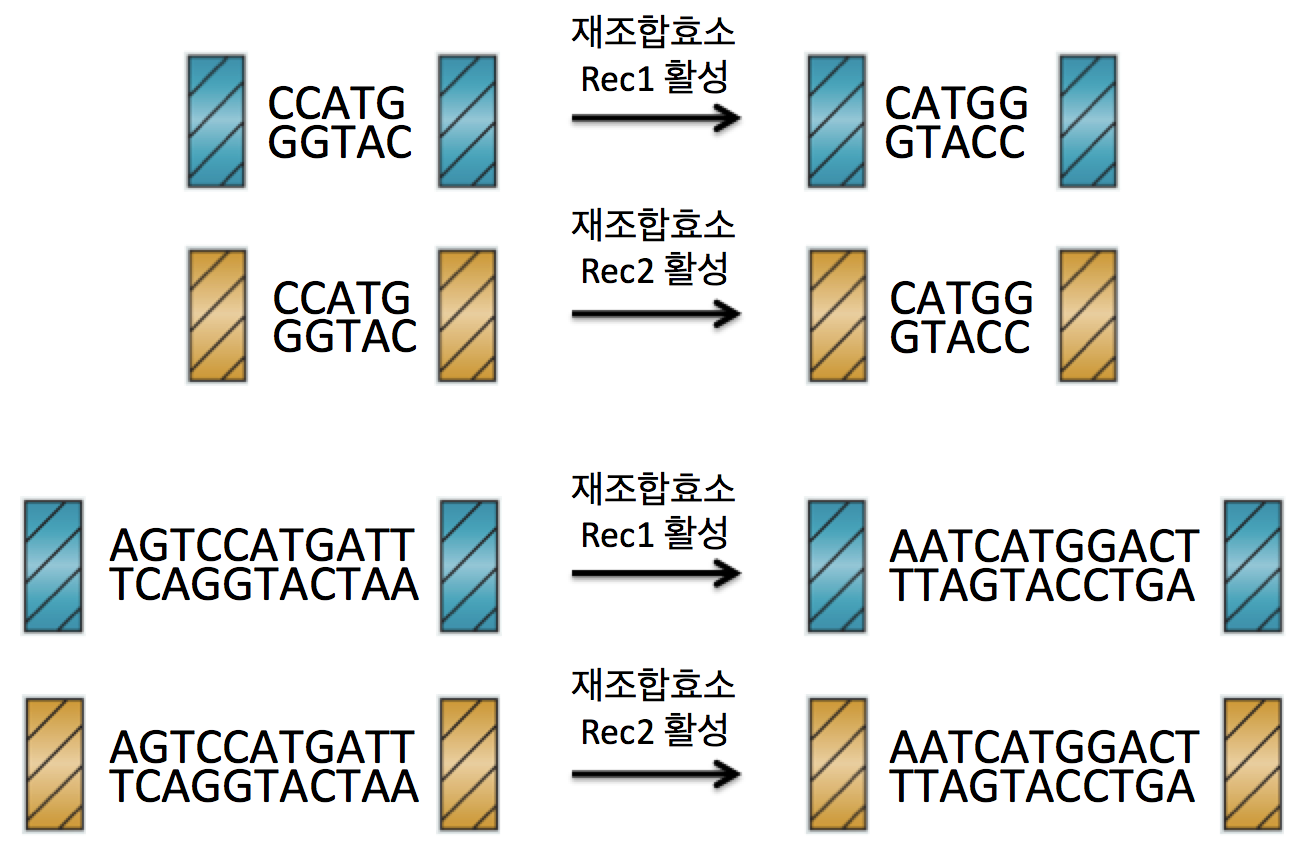
5) II는 glucose 농도가 줄어들면 cAMP 농도가 높아지게 되어, 비로소 CRP-cAMP에 의한 lac 오페론의 발현이 유도될 수 있다. 그러나 LacI에 의한 저해가 여전히 발현을 막고 있는데, 이때 약하게 basal수준으로 발현되는 lacZ에 의해 allolactose가 형성되면, lacZ의 발현이 비로소 충분히 유도되어 lactose를 대사하는 III 상태로 전환된다. 즉 이러한 과정 (LacI에 의한 LacZ 발현 저해 -> allolactose에 의한 발현 유도)에 필요한 시간이 II 과정과 같은 lag phase로 나타난다.

**문제 2 (총 36점)**

아래 그림은 DNA 재조합효소(recombinase) 기반으로 ‘로직 게이트(logic gate)’를 구현한 유전자회로에 관한 것이다. 이들 유전자 회로는 **방향성(directionality)을 가지는** 생물학적인 유전적 요소부분들인 전사 개시자 (promoter), 전사 종결자(terminator), 발현하고자 하는 유전자(gene of interest)등과 재조합효소 (Rec1 및 Rec2효소)를 인코딩하는 유전자로 구성되어 있으며, 재조합 효소의DNA서열 뒤집기(inversion) 활성을 이용하여 로직 게이트를 만들 수 있다. 재조합 효소의 뒤집기 활성은 결합자리(recombinase target)를 인식하여 나타난다. 유전자 회로의 구성요소들은 아래 그림에 주어진 바와 같다.

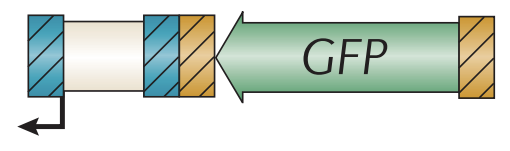


각각의 재조합 효소 Rec1 및 Rec2의 발현은 입력신호 (input 1, input 2)에 의해 결정된다고 알려져 있다. Rec1 효소는 파란색 target (recombinase target)만 인식하고, Rec2 효소는 노란색 (recombinase target)만 인식하여 비가역적으로 target 내의 서열을 뒤집는다. 그 서열 뒤집기가 일어나는 경우의 target서열사이에 존재하는 서열의 변화는 다음에 예시된 경우와 같은 형태로 일어난다.



아래 각 문제의 주어진 그림대로 유전자 회로가 구성된다고 하면, 각 입력신호의 유무(존재시 1, 부재시 0으로 표기됨)에 따른 출력신호의 발현 유무(발현될 때 1, 발현되지 않을 때 0)를 나타내시오.

1) 다음과 같은 유전자 회로가 있을때, 각 입력신호의 유무(존재시 1, 부재시 0으로 표기됨)에 따른 출력신호의 발현 유무(발현될 때 1, 발현되지 않을 때 0)를 아래표에 표기하시오. (12점)



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 입력신호 1 (Input 1) | 입력신호 2 (Input 2) | GFP형광단백질 발현 |
| 0 | 0 |  |
| 0 | 1 |  |
| 1 | 0 |  |
| 1 | 1 |  |

Input 1 input 2 output

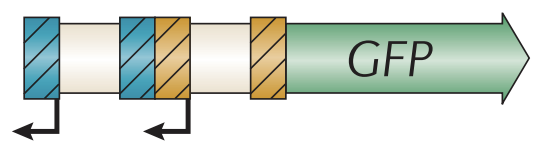
0 0 0

0 1 0

1 0 0

1 1 1

2) 다음과 같은 유전자 회로가 있을때, 각 입력신호의 유무(존재시 1, 부재시 0으로 표기됨)에 따른 출력신호의 발현 유무(발현될 때 1, 발현되지 않을 때 0)를 아래표에 표기하시오. (12점)



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 입력신호 1 (Input 1) | 입력신호 2 (Input 2) | GFP형광단백질 발현 |
| 0 | 0 |  |
| 0 | 1 |  |
| 1 | 0 |  |
| 1 | 1 |  |

Input 1 input 2 output

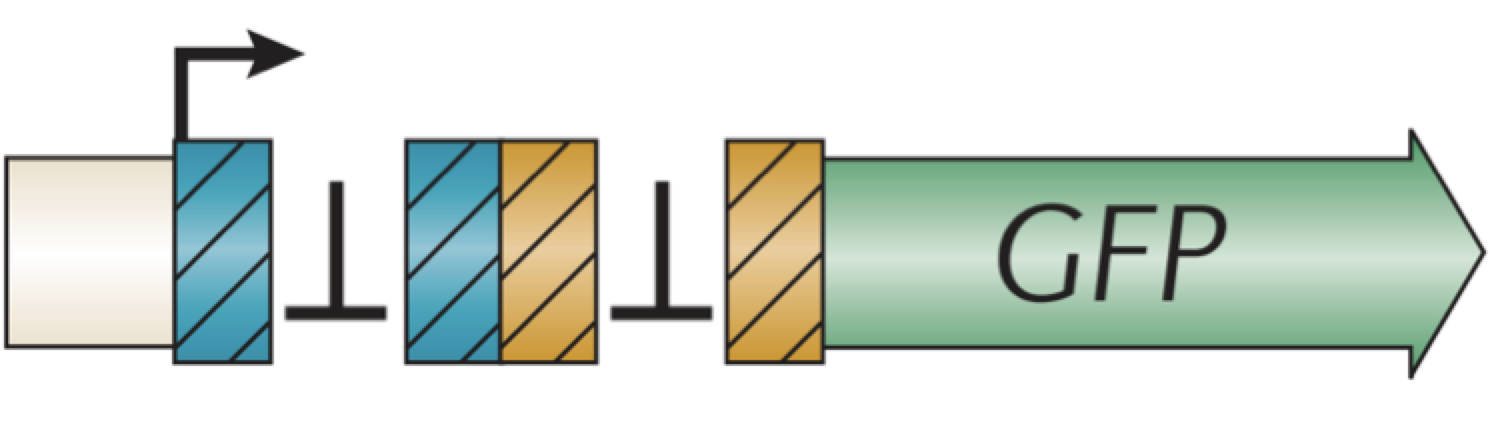
0 0 0

0 1 1

1 0 1

1 1 1

3) 다음과 같은 유전자 회로가 있을때, 각 입력신호의 유무(존재시 1, 부재시 0으로 표기됨)에 따른 출력신호의 발현 유무(발현될 때 1, 발현되지 않을 때 0)를 아래표에 표기하시오. (12점)



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 입력신호 1 (Input 1) | 입력신호 2 (Input 2) | GFP형광단백질 발현 |
| 0 | 0 |  |
| 0 | 1 |  |
| 1 | 0 |  |
| 1 | 1 |  |

Input 1 input 2 output

0 0 0

0 1 0

1 0 0

1 1 1

**문제 3 (30점)**

아래 제시된 용어와 특별히 관계가 깊은 단어들의 번호를 보기에서 찾아 있는 대로 고르시오 (맞으면 3점, 틀리면 -3점).

① 5’-untranslated region ② promoter ③ lagging strand ④ sigma factor ⑤ Okazaki fragment ⑥ Shine-Dalgarno sequence ⑦ initiation factor-2 (IF-2) ⑧ operator ⑨ origin of replication ⑩ nonsense codon

1) DNA와 특이적으로 결합하거나 DNA 중 일부분을 지칭하는 용어

⇒ ②, ③, ④, ⑤, ⑧, ⑨

2) RNA와 특이적으로 결합하거나 RNA 중 일부분을 지칭하는 용어

⇒ ①, ⑥, ⑦, ⑩