

IV

유전자의 발현과 조절

L 유전 물질

- 1 원핵세포와 진핵세포의 유전체와 유전자
- 2 유전 물질의 확인
- 3 DNA의 구조

M DNA 복제

- 1 DNA의 복제 모델
- 2 DNA의 복제 과정

★ 1등급 대비 문제 특강

N 유전자 발현

- 1 유전자와 단백질
- 2 유전 정보의 흐름과 유전부호
- 3 전사와 번역

★ 1등급 대비 문제 특강

O 유전자 발현 조절

- 1 원핵생물의 유전자 발현 조절
- 2 진핵생물의 유전자 발현 조절
- 3 세포 분화와 발생에서의 유전자 발현 조절





DNA 복제

1등급 대비 단원

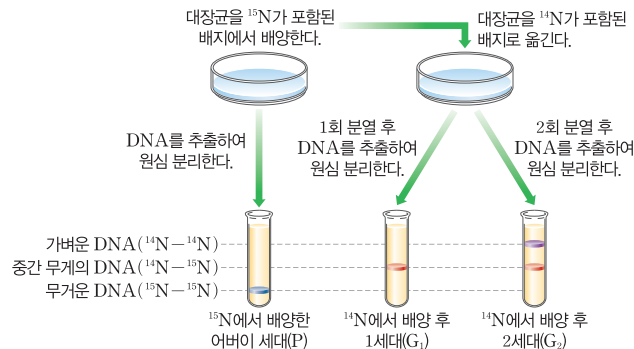
★ 2026 수능 출제 분석

- DNA 복제: 선도 가닥과 지연 가닥의 합성 방식 차이를 이해하고, 프라이머의 염기 조성 및 수소 결합 수 조건을 분석하여 각 가닥의 방향성과 염기 종류를 추론하는 문제가 어렵게 출제되었다.

대비년도	출제 개념	난이도
2026 수능	DNA 복제	***
2026 9월	DNA 복제	***
2026 6월	DNA 복제	**
2025 수능	DNA 복제	***

1 DNA의 복제 모델

1. DNA 복제에 대한 가설^①: DNA 복제를 연구하던 과학자들은 보존적 복제 모델, 반보존적 복제 모델, 분산적 복제 모델 중 하나의 방식으로 DNA 복제가 이루어질 것이라는 가설을 세움
2. 메셀슨과 스탈의 실험: 메셀슨과 스탈은 질소(N)의 동위 원소를 이용하여 DNA의 반보존적 복제를 밝혔다.



▲ 메셀슨과 스탈의 DNA 복제 실험

- (1) G_1 의 DNA를 원심 분리하면 중간 무게의 DNA($^{14}\text{N}-^{15}\text{N}$) 띠가 형성 ➡ 이 결과로 보존적 복제 가설이 옳지 않음을 알 수 있음
- (2) G_2 의 DNA를 원심 분리하면 가벼운 DNA($^{14}\text{N}-^{14}\text{N}$) 띠와 중간 무게의 DNA($^{14}\text{N}-^{15}\text{N}$) 띠가 1 : 1의 비율로 형성 ➡ 이 결과로 분산적 복제 가설이 옳지 않음을 알 수 있음
- (3) DNA는 반보존적으로 복제됨을 알 수 있음

2 DNA의 복제 과정

1. 이중 나선의 풀림: 복제 원점에서^② 효소(헬리케이스)의 작용으로 이중 나선이 두 가닥으로 풀어짐
2. RNA 프라이머 합성: RNA 프라이머는 새로 첨가되는 뉴클레오타이드가 DNA 중합 효소의^③ 작용으로 당-인산 결합을 형성할 수 있도록 3' 말단의 -OH기를 제공
3. 새로운 가닥의 합성: 각 가닥에 DNA 중합 효소가 주형 가닥과 상보적인 염기를 갖는 뉴클레오타이드를 결합시키면서 새로운 가닥이 합성됨 ➡ DNA 복제 시 DNA 중합 효소는 뉴클레오타이드의 3' 말단에 다음 뉴클레오타이드를 결합하기 때문에 새로운 DNA 가닥은 5' → 3' 방향으로 만들어짐
4. 선도 가닥과 지연 가닥: 새로 합성되는 두 가닥은 방향이 서로 반대인데, 복제는 두 가닥에서 동시에 진행 ➡ 선도 가닥과 지연 가닥이 생김

① DNA 복제 모델

- 보존적 복제: DNA 이중 나선 전체를 주형으로 하여 새로운 이중 나선이 합성된다. ➡ 원래의 DNA 두 가닥은 모두 보존된다.
- 반보존적 복제: 복제되어 생긴 두 분자의 DNA는 각각 한 가닥은 원래의 DNA 가닥이고, 나머지 한 가닥만 새로 만들어진 것이다. ➡ 원래의 DNA 이중 나선 중 절반인 한 가닥만 보존된다.
- 분산적 복제: 원래 DNA 사슬이 뉴클레오타이드로 분해된 후 새로운 뉴클레오타이드와 섞여 두 분자의 DNA가 만들어진다.

② 복제 원점

DNA 복제가 시작되는 위치를 복제 원점이라고 한다. DNA 복제는 원점에서 시작되어 완전히 복제될 때까지 양방향으로 진행된다. 세균의 원형 DNA에는 복제 원점이 한 군데 있지만, 진핵생물의 DNA에는 수백~수천 개의 복제 원점이 있다.

③ DNA 복제에 관여하는 효소

- DNA 중합 효소: 뉴클레오타이드의 3' 말단에 주형 가닥의 염기와 상보적인 염기를 갖는 뉴클레오타이드를 결합한다.
- DNA 연결 효소: 한 DNA 조각의 뉴클레오타이드와 다른 DNA 조각의 뉴클레오타이드를 연결한다.
- 헬리케이스: DNA 이중 나선을 풀어 준다.
- 프라이메이스: 프라이머를 합성한다.



세포 호흡

고난도 대비 단원

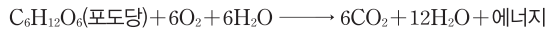
★ 2026 수능 출제 분석

• TCA 회로: 미토콘드리아 기질에서 일어나는 TCA 회로 반응과 관련하여, 물질들의 분자 수 합을 통해 전환되는 각 물질을 추론하는 문제가 평이하게 출제되었다.

대비년도	출제 개념	난이도
2026 수능	TCA 회로	***
2026 9월	산화적 인산화	***
2026 6월	세포 호흡 / 산화적 인산화	***/**
2025 수능	세포 호흡 / 산화적 인산화	***/**

1 세포 호흡 과정

1. 세포 호흡: 호흡 기질을 분해하여 생명 활동에 필요한 에너지(ATP)를 얻는 과정



(1) 해당 과정, 피루브산의 산화와 TCA 회로, 산화적 인산화 과정으로 나눌 수 있음

(2) 세포 호흡의 장소: 세포질과 미토콘드리아에서 ① 일어남

① 세포질에서 해당 과정이, 미토콘드리아 기질에서 피루브산의 산화와 TCA 회로가 일어남

② 미토콘드리아 내막: 전자 전달계와 ATP 합성 효소 분포 → 산화적 인산화가 일어남

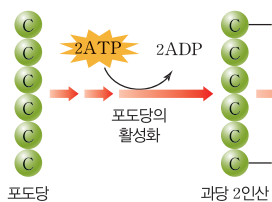
2. 해당 과정: 세포질에서 일어나며 O_2 가 사용되지 않음

→ 포도당이 2분자의 피루브산으로 분해되면서 2ATP와 2NADH가 생성됨

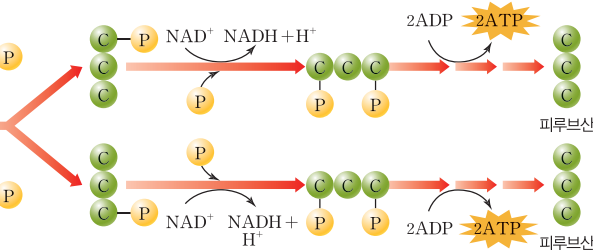
(1) ATP 소모 단계: 포도당(C_6)이 과당 2인산(C_6)으로 전환됨 → 2ATP 소모

(2) ATP 생성 단계: 과당 2인산(C_6)이 여러 단계를 거쳐 2분자의 피루브산(C_3)으로 분해
→ 기질 수준 인산화 ② 과정에 의해 4ATP, 탈수소 효소 ③ 작용으로 2NADH가 생성

ATP 소모 단계



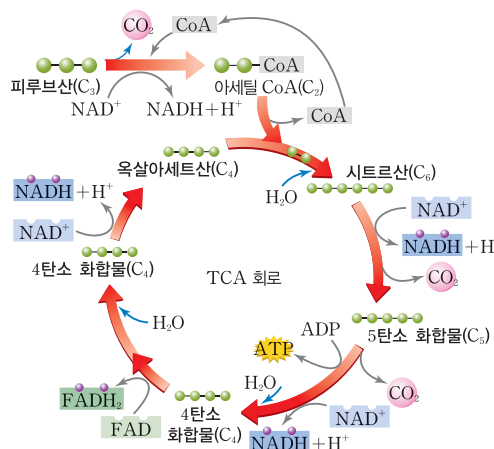
ATP 생성 단계



3. 피루브산의 산화 및 TCA 회로: O_2 가 있을 때 피루브산이 미토콘드리아 기질로 이동하여 산화되는 과정

(1) 피루브산의 산화: 피루브산(C_3)이 효소의 작용으로 CO_2 를 방출하고 H^+ 과 고에너지 전자를 잃으면서 조효소 A(CoA)와 결합하여 아세틸 CoA(C_2)가 됨 → CO_2 1분자, NADH 1분자 생성

(2) TCA 회로: 1분자의 아세틸 CoA로부터 1ATP, 3NADH, 1FADH₂, 2CO₂가 생성되는 과정 ④



▲ 피루브산의 산화 및 TCA 회로

1 미토콘드리아

- 외막과 내막의 2중막 구조로 되어 있고 내막은 크리스탈을 형성한다. 내막의 안쪽을 기질이라고 한다.
- 내막에는 전자 전달계가 있고, 기질에는 세포 호흡에 필요한 효소들이 존재한다.



세포 호흡의 장소

2 기질 수준 인산화

효소의 작용으로 호흡 기질에 붙어 있던 인산기(P_i)를 직접 ADP에 이동시켜 ATP를 합성하는 방법이다.

3 탈탄산 효소와 탈수소 효소

- 탈탄산 효소: 기질의 카복실기($-COOH$)로부터 탄소가 떨어져 나와 CO_2 가 생성되는 반응을 촉매하는 효소이다.
- 탈수소 효소: 기질로부터 수소와 전자를 떼어 내어 기질을 산화시키는 효소이다. 조효소로 NAD⁺, FAD 등을 이용하며 반응 결과 NADH, FADH₂ 등이 형성된다.

출제 2026 대비 수능 7번
2026 대비 6월 모평 8번, 14번

★ 6월 모평에서는 해당 과정과 TCA 회로에 대해 문제가 평이하게 출제되었다.
수능에서는 TCA 회로에 관여하는 물질들의 분자 수를 더한 값을 통해 각 물질을 추론하는 문제가 평이하게 출제되었다.

4 피루브산의 산화와 TCA 회로의 특징

- 탈탄산 효소와 탈수소 효소 사용
- 산화되는 물질은 피루브산, 환원되는 물질은 NAD⁺, FAD
- 1분자의 피루브산에서 총 3CO₂, 4NADH, 1FADH₂, 1ATP 생성

**1 세포 호흡 과정**

01 다음은 세포 호흡에 대한 설명이다. 빈칸에 알맞은 말을 쓰시오.

호흡 기질을 분해하여 생명 활동에 필요한 (1))
를 얻는 과정이다.

02 다음은 해당 과정에 대한 설명이다. 빈칸에 알맞은 말을 쓰시오.

- (2))에서 일어나며, 산소가 사용되지 않는다.
- 포도당이 2분자의 (3))으로 분해되면서 2ATP와 2NADH가 생성된다.
- ATP 소모 단계: 포도당이 (4))으로 전환됨
→ 2ATP 소비
- ATP 생성 단계: 해당 2인산이 단계를 거쳐 2분자의 피루브산으로 분해 → (5))로 4ATP, (6)) 효소 작용으로 2NADH 생성

03 다음은 피루브산의 산화 및 TCA 회로에 대한 설명이다. 빈칸에 알맞은 말을 쓰시오.

- (1) 피루브산의 산화: 피루브산이 (7))로 산화되는 과정이며, 이 과정에서 NAD^+ 가 NADH로 환원된다.
→ 피루브산으로부터 CO_2 가 방출되는 (8)) 반응이 일어나며, 조효소 A(CoA)가 결합된다.
- (2) TCA 회로
 - 아세틸 CoA 는 (9))과 결합하여 시트르산이 되며, 이 과정에서 조효소 A가 방출된다.
 - 시트르산이 5탄소 화합물로 산화되는 과정에서 탈수소 반응에 의해 NAD^+ 가 NADH로 환원되고, 탈탄산 반응에 의해 CO_2 가 방출된다.
 - 5탄소 화합물이 4탄소 화합물로 산화되는 과정에서 탈수소 반응에 의해 NAD^+ 가 NADH로 환원되고, 탈탄산 반응에 의해 CO_2 가 방출되며, (10))로 ATP가 생성된다.
 - 4탄소 화합물이 산화되는 과정에서 탈수소 반응에 의해 FAD가 FADH_2 로, NAD^+ 가 NADH로 환원된다.

04 다음은 산화적 인산화에 대한 설명이다. 빈칸에 알맞은 말을 쓰시오.

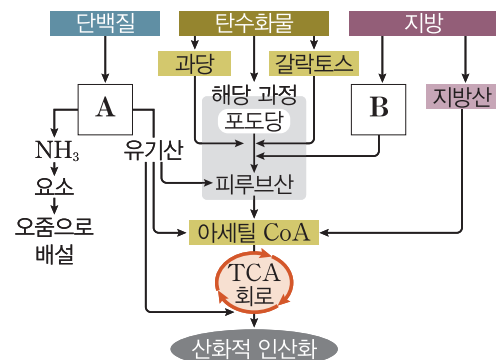
- (1) 산화적 인산화: 전자 전달계와 (11))를 통한 ATP의 합성 → (12))에 있는 전자 전달계와 ATP 합성 효소에 의해 일어난다
- (2) 전자 전달계
 - NADH와 FADH_2 가 지닌 고에너지 전자는 전자 전달 효소들의 산화 환원에 의해 이동 → 미토콘드리아 기질에서 막 사이 공간으로 H^+ 이 (13))되면 H^+ 의 농도 기울기 형성
 - NADH와 FADH_2 에서 방출된 전자는 최종 전자 수용체인 (14))에 전달되어 H_2O 형성
- (3) 화학 삼투: 미토콘드리아 내막을 경계로 생성된 H^+ 의 농도 기울기에 의해 H^+ 이 (15))를 통해 막 사이 공간에서 미토콘드리아 기질로 확산되는 과정에서 ATP 합성

2 에너지 효율 및 호흡 기질과 호흡률

05 다음은 포도당 1분자가 세포 호흡 과정에서 분해될 때 생성되는 ATP 양의 계산식이다. 빈칸에 들어갈 숫자를 쓰시오.

해당 과정[(16))ATP]+ 피루브산의 산화 및 TCA 회로[(17))ATP]+ 산화적 인산화 [(18))ATP]=총합 (19))ATP

06 그림은 호흡 기질에 따른 산소 호흡 경로를 나타낸 것이다.



A와 B에 알맞은 말을 쓰시오.

A: (20)) B: (21))

정답

1 에너지(ATP) 2 세포질 3 피루브산 4 해당 2인산 5 기질 수준 인산화 6 탈수소 7 아세틸 CoA 8 탈탄산 9 옥살아세트산 10 기질 수준 인산화 11 화학 삼투
12 미토콘드리아 내막 13 능동 수송 14 산소(O_2) 15 ATP 합성 효소 16 2 17 2 18 28 19 32 20 아미노산 21 글리세롤



1 세포 호흡 과정

G01 *** 2026 대비 수능 7



표는 세포 호흡이 일어나고 있는 미토콘드리아의 TCA 회로에서 물질 전환 과정 I~Ⅲ과 이 과정에서 생성되는 물질 ㉠~㉣ 중 2개의 분자 수를 더한 값을 나타낸 것이다. A~D는 4탄소 화합물, 5탄소 화합물, 시트르산, 옥살아세트산을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠~㉣은 ATP, CO₂, FADH₂, NADH를 순서 없이 나타낸 것이다. 1분자당 $\frac{A의 탄소 수 + C의 탄소 수}{B의 탄소 수 + D의 탄소 수} > 1$ 이다.

과정	물질 전환	분자 수를 더한 값		
		㉠+㉡	㉢+㉣	㉤+㉥
I	A → B	2	1	0
Ⅱ	B → C	2	2	㉠
Ⅲ	C → D	?	0	1

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

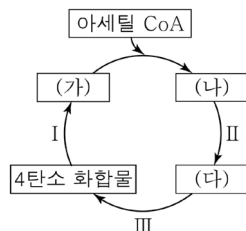
<보기>

- ㄱ. ㉠은 NADH이다.
- ㄴ. ㉢은 1이다.
- ㄷ. Ⅲ에서 FADH₂가 생성된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

G02 *** 2025 실시 10월 학평 13

그림은 미토콘드리아에서 일어나는 TCA 회로의 일부를, 표는 과정 I~Ⅲ에서 물질 ㉠~㉣의 생성 여부를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 시트르산, 옥살아세트산, 5탄소 화합물을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠~㉣은 ATP, CO₂, NADH를 순서 없이 나타낸 것이다.



구분	㉠	㉡	㉢
I	○	×	㉠
Ⅱ	○	?	×
Ⅲ	?	○	○

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

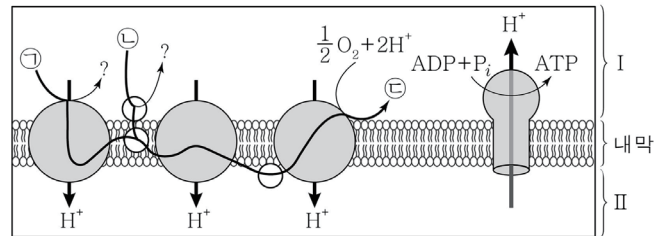
<보기>

- ㄱ. ㉢은 '×'이다.
- ㄴ. (다)는 시트르산이다.
- ㄷ. I에서 탈수소 효소가 작용한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

G03 *** 2025 실시 10월 학평 8

그림은 미토콘드리아에서 일어나는 산화적 인산화 과정을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 FADH₂, H₂O, NADH를 순서 없이 나타낸 것이고, I와 Ⅱ는 미토콘드리아 기질과 막 사이 공간을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

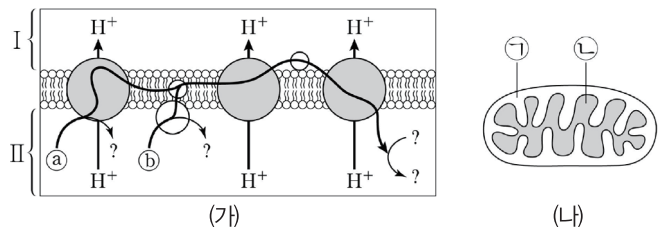
- ㄱ. ㉠은 FADH₂이다.
- ㄴ. 최종 전자 수용체는 ㉣이다.
- ㄷ. pH는 I에서가 Ⅱ에서보다 낮다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

G04 *** 2026 대비 9월 모평 13



그림 (가)는 전자 전달이 활발하게 일어나고 있는 미토콘드리아 내막의 전자 전달계를, (나)는 이 미토콘드리아의 구조를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 FADH₂와 NADH를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉢과 ㉣은 I와 Ⅱ를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보기>

- ㄱ. ㉠은 Ⅱ이다.
- ㄴ. ㉡은 NADH이다.
- ㄷ. (가)의 전자 전달계에서 전자의 최종 수용체는 H₂O이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ



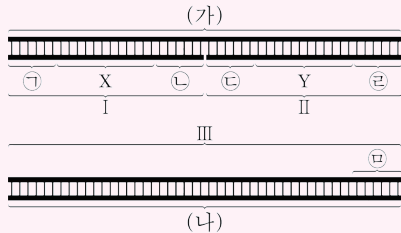
DNA 복제 문제

1등급 대비 문제 특강

- 이 유형은 DNA 복제 과정에서 관찰되는 각 가닥의 특징을 활용하는 형태로 주로 출제된다.

다음은 어떤 세포에서 복제 중인 이중 가닥 DNA의 일부에 대한 자료이다.

- (가)와 (나)는 각각 48개의 염기로 구성된 복제 주형 가닥이며, 서로 상보적이다. I, II, III은 새로 합성된 가닥이다.
- ㉠, ㉡, ㉢, ㉣, ㉤은 각각 6개의 염기로 구성되고, X와 Y는 각각 12개의 염기로 구성되며, III은 48개의 염기로 구성된다.
- I은 프라이머 ㉣를, II는 프라이머 ㉤를 갖는다. ㉣는 ㉠과 ㉡ 중 하나이고, ㉤는 ㉢과 ㉣ 중 하나이다. ㉣와 ㉤ 중 하나에만 유라실(U)이 있다.
- ㉠과 ㉢의 염기 서열은 같고, ㉢과 ㉤의 염기 서열은 같다.
- I, II, III을 구성하는 염기를 모두 합쳐서 구한 $\frac{A+T}{G+C}$ 의 값은 $\frac{18}{29}$ 이다.
- (가)와 ㉠ 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수는 17개이고, (가)와 ㉡ 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수는 18개이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) 2023 대비 9월 모평 14

[보기]

- ㄱ. ㉣에는 아데닌(A)이 있다.
- ㄴ. II가 I보다 먼저 합성되었다.
- ㄷ. X와 Y를 구성하는 염기를 모두 합쳐서 구한 $\frac{A+T}{G+C}$ 의 값은 2이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



단서+발상

- 단서** ㉠과 ㉢, ㉢과 ㉤의 염기 서열이 같다는 조건에 주목한다.
- 발상** ㉠과 ㉢ 중 하나는 RNA 프라이머이고 다른 하나는 새로 합성된 DNA이다. 이때 염기 서열이 같다면 두 가닥에는 유라실(U)이 없다는 것을 생각한다.
- 해결** $(A+T)/(G+C)$ 의 값에서 유라실(U)의 개수가 두 개라는 것을 파악하고, ㉢과 ㉤에 유라실(U)이 각각 하나씩 존재한다는 것을 찾아낼 수 있어야 한다.

| 문제 해결 과정 |

step 1 프라이머 찾기

주의

- ㉠과 ㉢의 염기 서열이 같으므로 두 가닥에는 유라실(U)과 타이민(T)이 존재하지 않는다. 6개의 염기로 구성된 ㉠과 (가) 사이의 염기 간 수소 결합의 총 개수가 17개이므로 ㉠의 $G+C=5$, 아데닌(A)이 1개이다.
- 6개의 염기로 구성된 ㉢과 (가) 사이의 염기 간 수소 결합의 총 개수가 18개이므로 ㉢의 $G+C=6$, $A+T+U=1$ 이다.
- ㉢와 ㉤ 중 하나에 유라실(U)이 있고 ㉠, ㉡, ㉢에 유라실(U)이 없으므로 유라실(U)을 가지는 프라이머는 ㉢(㉤)이다. 따라서 I의 프라이머 ㉣는 2이다.

step 2 X와 Y의 $G+C$, $A+T$ 구하기

- I ~ III을 구성하는 염기를 모두 합쳐서 96개의 염기로 구한 $\frac{A+T}{G+C}$ 의 값은 $\frac{18}{29} = \frac{36}{58}$ 이고, II와 III의 프라이머에 유라실(U)이 1개씩 있으므로 $A+T+U=38$, $G+C=58$ 이다. 따라서 한 가닥을 구성하는 I과 II의 염기 조성은 $A+T+U=19$, $G+C=3$ 이다.
- ㉠과 ㉢은 모두 $G+C=5$, $A+T+U=1$ 이다. ㉢과 ㉤은 상보적인 가닥이므로, ㉢과 염기 서열이 같은 ㉤도 모두 $G+C=5$, $A+T+U=1$ 이다. ㉡의 $G+C=6$ 이므로 ㉠~㉢을 구성하는 염기를 모두 합쳐서 구하면 $A+T+U=4$, $G+C=21$ 이다.
- I와 II, ㉠~㉢의 염기 조성으로부터 X와 Y를 합쳐서 구한 $\frac{A+T+U}{G+C}$ 의 값은 $\frac{19-3}{29-21} = \frac{16}{8} = 2$ 이다.
- DNA인 X와 Y에는 유라실(U)이 존재하지 않으므로 $\frac{A+T+U}{G+C} = \frac{A+T}{G+C}$ 이다. 따라서 $\frac{A+T}{G+C} = 5$ 이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ㉣에는 아데닌(A)이 있다. (○)

- 문제 해결 과정의 step 1을 참고하면, ㉢(㉤)에는 아데닌(A) 1개가 있다.

ㄴ. II가 I보다 먼저 합성되었다. (○)

- 지연 가닥에서는 먼저 합성된 DNA 가닥의 5' 말단 앞쪽에 새로운 프라이머가 합성되고 새로운 가닥이 합성된다. II의 5' 말단 앞쪽에 ㉢(㉣)가 합성되고 I이 합성되었으므로 II가 I보다 먼저 합성되었다.

ㄷ. X와 Y를 구성하는 염기를 모두 합쳐서 구한 $\frac{A+T}{G+C}$ 의 값은 2이다. (○)

- 문제 해결 과정의 step 2를 참고하면, X와 Y를 구성하는 염기를 모두 합쳐서 구한 $\frac{A+T}{G+C}$ 의 값은 $\frac{16}{8} = 2$ 이다.

∴ 정답은 ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ이다.



이 유형을 대비하기 위해서는 DNA와 RNA의 염기 서열이 같을 경우 타이민(T)과 유라실(U)이 존재하지 않는다는 것을 알고 있어야 한다.

7 5 8 7 6 2 5 0 1 [모범]



- Y를 처리하여 미토콘드리아 내막에 있는 인지질을 통해 H^+ 을 새어 나가게 하면 미토콘드리아 내막을 기준으로 H^+ 의 농도 기울기가 형성되지 않아 막 사이 공간에서 H^+ 의 농도는 낮아지고 pH는 높아지며, 기질에서 H^+ 의 농도는 높아지고 pH는 3아진다.

2025 대비 6월 모평 10

① $\neg$ ② $\sqsubset$ ③ $\neg, \sqsubset$ ④ $\sqsubset, \sqsubset$ ⑤ $\neg, \sqsubset, \sqsubset$



| 문제 해결 과정 |

합정

[정답] 1. 운동 수축 2. 촉진 확산 3. 낮 4. 감소 5. 증가 6. O_2 7. ATP



1등급 대비 기출 문제

FOR THE FIRST CLASS LEVEL



M17 1등급 대비 2026 대비 9월 모평 14



다음은 어떤 세포에서 복제 중인 이중 가닥 DNA에 대한 자료이다.

- 이중 가닥 DNA를 구성하는 단일 가닥 I 과 II는 각각 16개의 염기로 구성되며, 서로 상보적이다. I의 염기 서열은 다음과 같고, ㉠~㉣은 A, C, G, T를 순서 없이 나타낸 것이다.

㉠㉡㉢㉣ [] ? [] ㉤㉥㉦㉧㉨

- I을 주형으로 하여 선도 가닥 (가)가 합성되었고, II를 주형으로 하여 지연 가닥이 합성되는 과정에서 가닥 (나)와 (다)가 합성되었다.
- (가)는 16개의 염기로, (나)와 (다)는 각각 8개의 염기로 구성된다. (가)는 프라이머 X를, (나)는 프라이머 Y를, (다)는 프라이머 Z를 가진다. X, Y, Z는 각각 4개의 염기로 구성되고, Y와 Z의 염기 서열은 표와 같다.
- (가)에서 $\frac{G+C}{A+T}=2$ 이고, (나)에서 $\frac{A}{C}=2$ 이다.

프라이머	염기 서열
Y	5'-AAUC-3'
Z	5'-CCGA-3'

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) [3점]

[보기]

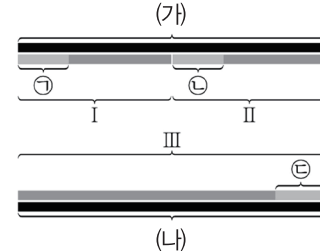
- ㄱ. ㉣은 타이민(T)이다.
- ㄴ. (나)는 (다)보다 먼저 합성되었다.
- ㄷ. (가)에서 퓨린 계열 염기의 개수는 10개이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

M18 1등급 대비 2025 실시 7월 학평 11

다음은 어떤 세포에서 복제 중인 이중 가닥 DNA의 일부에 대한 자료이다.

- (가)와 (나)는 각각 30개의 염기로 구성된 복제 주형 가닥이며, 서로 상보적이다.
- I, II, III은 새로 합성된 가닥이며, I 과 II는 각각 15개의 염기로 구성되고, III은 30개의 염기로 구성된다.
- 표는 프라이머 ㉠, ㉡, ㉢을 구성하는 염기 수를 나타낸 것이다. X, Y, Z는 ㉠, ㉡, ㉢을 순서 없이 나타낸 것이다.
- I에서 사이토신(C)의 개수는 아데닌(A)의 개수의 3배이고, (가)와 I 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수는 37개이다.
- II에서 $\frac{C+G}{A+T}=1$ 이고, $\frac{C}{G}=\frac{3}{4}$ 이다.
- III에서 아데닌(A)의 개수는 타이민(T)의 개수의 6배이고, 구아닌(G)의 개수는 사이토신(C)의 개수보다 많다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) [3점]

[보기]

- ㄱ. II가 I보다 먼저 합성되었다.
- ㄴ. II에서 아데닌(A)의 개수는 2개이다.
- ㄷ. III에서 ㉢을 제외한 나머지 부분에서 구아닌(G)의 개수와 타이민(T)의 개수의 합은 9이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



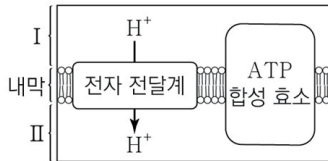
고난도 대비 기출 문제

FOR THE SECOND CLASS LEVEL



G76 ★ 고난도 2024 실시 7월 학평 6

그림은 전자 전달이 활발하게 일어나고 있는 미토콘드리아 내막의 전자 전달계를, 표는 물질 X와 Y의 작용을 나타낸 것이다. I 과 II는 각각 미토콘드리아 기질과 막 사이 공간 중 하나이다.



물질	작용
X	미토콘드리아 내막의 ATP 합성 효소를 통한 H ⁺ 의 이동을 차단한다.
Y	미토콘드리아 내막의 전자 전달계에서 전자의 이동을 차단한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

[보기]

- ㄱ. I 은 미토콘드리아 기질이다.
- ㄴ. II 의 pH는 X를 처리한 후가 처리하기 전보다 높다.
- ㄷ. 단위 시간당 전자 전달계를 통해 산화되는 NADH의 분자 수는 Y를 처리한 후가 처리하기 전보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

G77 ★ 고난도 2022 대비 6월 모평 9



그림은 세포 호흡에서 일어나는 과정 I~Ⅲ을, 표는 I~Ⅲ에서 물질 ㉠~㉣의 생성 여부를 나타낸 것이다. A~D는 과당 2인산, 아세틸 CoA, 포도당, 피루브산을 순서 없이 나타낸 것이고, 1분자당 탄소 수는 A와 D가 같다. ㉠~㉣은 ADP, ATP, CO₂, NADH를 순서 없이 나타낸 것이다.

과정	물질	㉠ ㉡ ㉢ ㉣			
		㉠	㉡	㉢	㉣
I	A → B	×	?	?	×
II	B → C	?	○	×	○
III	D → A	○	?	㉠	?

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

[보기]

- ㄱ. ㉠은 '×' 이다.
- ㄴ. B는 아세틸 CoA이다.
- ㄷ. 1분자의 A로부터 2분자의 C가 생성되는 과정에서 2분자의 ㉡이 생성된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

★ 생명과학 II 등급컷

❖ 컷 구분 원점수는 실제 점수와 약간의 차이가 있을 수 있습니다.

1회 [2025년 실시 5월 학평]

등급	원점수	표준점수
1	40	77
2	25	61
3	18	54
4	13	49
5	10	46
6	8	44
7	5	41
8	3	39

6회 [2026년 대비 9월 모평]

등급	원점수	표준점수
1	44	69
2	39	65
3	32	59
4	21	50
5	14	45
6	9	41
7	7	39
8	4	37

2회 [2025년 대비 6월 모평]

등급	원점수	표준점수
1	47	73
2	40	67
3	24	54
4	18	49
5	14	45
6	11	43
7	9	41
8	5	38

7회 [2024년 실시 10월 학평]

등급	원점수	표준점수
1	43	74
2	34	66
3	22	55
4	15	49
5	9	44
6	8	43
7	7	42
8	4	39

3회 [2026년 대비 6월 모평]

등급	원점수	표준점수
1	50	72
2	44	68
3	29	56
4	18	48
5	14	45
6	11	42
7	9	41
8	5	38

8회 [2025년 실시 10월 학평]

등급	원점수	표준점수
1	47	75
2	36	66
3	23	55
4	14	48
5	11	45
6	8	43
7	6	41
8	4	39

4회 [2025년 실시 7월 학평]

등급	원점수	표준점수
1	38	75
2	26	62
3	20	55
4	15	49
5	12	46
6	8	42
7	7	41
8	4	37

9회 [2025년 대비 수능]

등급	원점수	표준점수
1	44	69
2	39	65
3	32	59
4	22	51
5	15	45
6	10	41
7	7	39
8	5	37

5회 [2025년 대비 9월 모평]

등급	원점수	표준점수
1	45	69
2	40	65
3	32	59
4	21	50
5	14	45
6	10	42
7	6	39
8	5	38

10회 [2026년 대비 수능]

등급	원점수	표준점수
1	47	68
2	42	64
3	37	60
4	28	52
5	19	45
6	14	41
7	10	38
8	7	35



★ 최신 연도별 모의고사 10회

[제한시간: 30분]

- 01회 2025 실시 5월 학력평가
- 02회 2025 대비 6월 모의평가
- 03회 2026 대비 6월 모의평가
- 04회 2025 실시 7월 학력평가
- 05회 2025 대비 9월 모의평가
- 06회 2026 대비 9월 모의평가
- 07회 2024 실시 10월 학력평가
- 08회 2025 실시 10월 학력평가
- 09회 2025 대비 대학수학능력시험
- 10회 2026 대비 대학수학능력시험



제1회

과학탐구 영역 (생명과학 II)

*정답 및 해설 485 ~ 486p

1. 다음은 생명 과학자들의 주요 성과 (가) ~ (다)의 내용이다. ㉠ ~ ㉣은 모건, 파스퇴르, 하비를 순서 없이 나타낸 것이다.

- (가) ㉠은 인체에서 혈액이 순환한다는 사실을 알아내었다.
(나) ㉡은 약화된 병원체를 이용하여 닭 콜레라 백신과 탄저병 백신을 개발하였다.
(다) ㉢은 초파리 교배 실험을 통해 유전자가 염색체의 일정한 위치에 존재하는 것을 밝혀냈다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
ㄱ. ㉠은 하비이다.
ㄴ. ㉡은 생물 속생설을 입증하였다.
ㄷ. (다)는 (가)보다 먼저 이론 성과이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2. 표 (가)는 생물의 구성 단계 A, B, C 중 감나무와 사람에 있는 구성 단계를, (나)는 생물 I 과 II에서 A의 예를 나타낸 것이다. A ~ C는 기관, 조직, 조직계를 순서 없이 나타낸 것이고, I 과 II는 감나무와 사람을 순서 없이 나타낸 것이다.

생물	구성 단계	생물	A의 예
감나무	A, B, C	I	㉠
사람	A, C	II	형성층

(가)

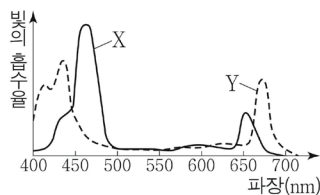
(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- < 보 기 >
ㄱ. B는 기관이다.
ㄴ. II는 감나무이다.
ㄷ. 근육 조직은 ㉠에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

3. 그림은 광합성이 활발하게 일어나고 있는 어떤 식물에서 광합성 색소 X와 Y의 흡수 스펙트럼을 나타낸 것이다. X와 Y는 각각 엽록소 a와 엽록소 b 중 하나이다.

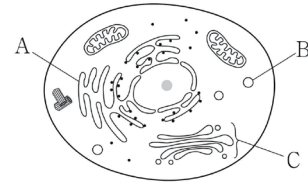


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
ㄱ. 광계 II의 반응 중심 색소는 X이다.
ㄴ. 틸라코이드 막에 Y가 있다.
ㄷ. $\frac{\text{스트로마의 } H^+ \text{ 농도}}{\text{틸라코이드 내부의 } H^+ \text{ 농도}}$ 는 파장이 550 nm인 빛에서가 450 nm인 빛에서보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

4. 그림은 동물 세포의 구조를 나타낸 것이다. A ~ C는 각각 골지체, 리소좀, 매끈면 소포체 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
ㄱ. A는 매끈면 소포체이다.
ㄴ. B에는 가수 분해 효소가 있다.
ㄷ. C에는 시스terna가 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

5. 표는 세포막을 통한 물질의 이동 방식 I ~ III의 예를 나타낸 것이다. I ~ III은 단순 확산, 세포외 배출, 촉진 확산을 순서 없이 나타낸 것이다.

이동 방식	예
I	폐포에서 모세 혈관으로 O_2 의 이동
II	세포 안에서 세포 밖으로 인슐린의 이동
III	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
ㄱ. I은 단순 확산이다.
ㄴ. II에서 에너지가 사용된다.
ㄷ. 뉴런에서 K^+ 통로를 통한 K^+ 의 이동은 III의 예이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

6. 표 (가)는 생명체에 있는 물질 A ~ C에서 특징 ㉠ ~ ㉣의 유무를, (나)는 ㉠ ~ ㉣을 순서 없이 나타낸 것이다. A ~ C는 글리코젠, 단백질, 인지질을 순서 없이 나타낸 것이다.

특징 \ 물질	A	B	C
㉠	○	?	○
㉡	?	○	×
㉢	×	○	○

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- < 보 기 >
ㄱ. ㉠은 '×'이다.
ㄴ. ㉡은 '세포막의 구성 성분이다.'이다.
ㄷ. B에는 펩타이드 결합이 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ