

수능완성

과학탐구영역 생명과학Ⅱ



CONTENTS

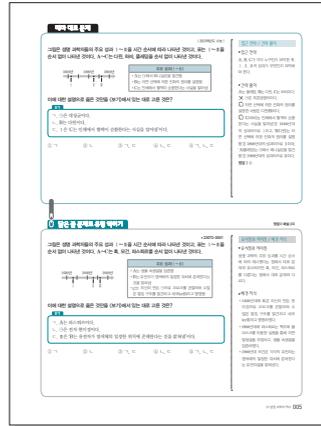
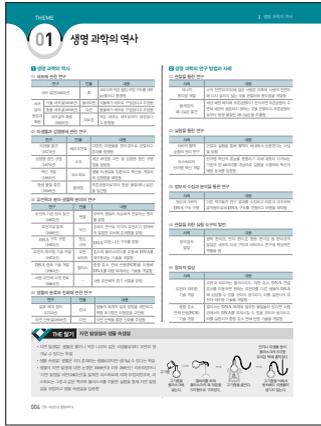
테마	제목	페이지
01	생명 과학의 역사	004
02	세포의 특성	008
03	세포막과 효소	016
04	세포 호흡과 발효	026
05	광합성	036
06	유전 물질	046
07	유전자 발현	054
08	유전자 발현의 조절	064
09	생명의 기원	074
10	생물의 분류와 다양성	082
11	생물의 진화	092
12	생명 공학 기술과 인간 생활	102
	실전 모의고사 1회	114
	실전 모의고사 2회	120
	실전 모의고사 3회	126
	실전 모의고사 4회	132
	실전 모의고사 5회	138

이 책의 구성과 특징

STRUCTURE

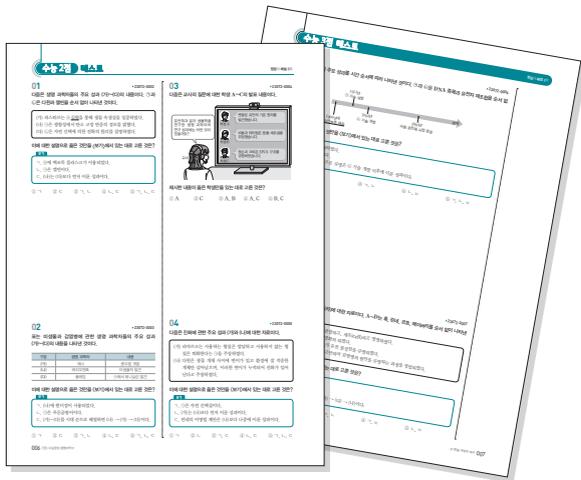
테마별 교과 내용 정리

교과서의 주요 내용을 핵심만 일목요연하게 정리하고, 하단에 THE 알기를 수록하여 심층적인 이해를 도모하였습니다.



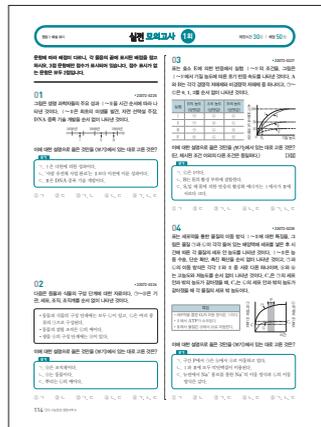
테마 대표 문제

기출문제, 접근 전략, 간략 풀이를 통해 대표 유형을 익힐 수 있고, 함께 실린 닳은 꼴 문제를 스스로 풀며 유형에 대한 적응력을 기를 수 있습니다.



수능 2점 테스트와 수능 3점 테스트

수능 출제 경향 분석에 근거하여 개발한 다양한 유형의 문제들을 수록하였습니다.



실전 모의고사 5회분

실제 수능과 동일한 배점과 난이도의 모의고사를 풀어봄으로써 수능에 대비할 수 있도록 하였습니다.



정답과 해설

정답의 도출 과정과 교과 내용의 연결하여 설명하고, 오답을 찾아 분석함으로써 유사 문제 및 응용 문제에 대한 대비가 가능하도록 하였습니다.

학생 > EBS 교재 문제 검색

EBS 단추에서 문항코드나 사진으로 문제를 검색하면 푸러봇이 해설 영상을 제공합니다.

[23072-0001]

1. 아래 그래프를 이해한 내용으로 가장 적절한 것은?

1. 100, 2. 80, 3. 60, 4. 40, 5. 20

※ EBS의 사이트 및 모바일에서 이용이 가능합니다.
※ 사진 검색은 EBS의 고교강의 앱에서만 이용하실 수 있습니다.

교사 > 교사지원센터 교재 자료실

교재 문항 한글 문서(HWP)와 교재의 이미지 파일을 무료로 제공합니다.

교재 자료실

- 한글다운로드
- 교재이미지 활용
- 강의활용자료

※ 교사지원센터(<http://teacher.ebsi.co.kr>) 접속 후 '교사인증'을 통해 이용 가능

01

생명 과학의 역사

1 생명 과학의 역사

(1) 세포에 관한 연구

연구	인물	내용	
세포 발견(1665년)	훅	코르크의 작은 벌집 모양 구조를 세포(cell)라고 명명함	
세포설의 등장과 확립	식물 세포설(1838년)	슈라이덴	식물체가 세포로 구성된다고 주장함
	동물 세포설(1839년)	슈반	동물체가 세포로 구성된다고 주장함
	세포설의 확립(1855년)	피르호	모든 세포는 세포로부터 생성된다고 종합함

(2) 미생물과 감염병에 관한 연구

연구	인물	내용
미생물 발견(1673년)	레이우엔훅	다양한 미생물을 현미경으로 관찰하고 존재를 증명함
감염병 원인 규명(1876년)	코흐	세균 배양법 고안 및 감염병 원인 규명법을 정립함
백신 개발(1881년)	파스퇴르	생물 속생설을 입증하고 백신을 개발하여 감염병을 예방함
항생 물질 발견(1928년)	플레밍	푸른곰팡이로부터 항생 물질(페니실린)을 발견함

(3) 유전학과 분자 생물학 분야의 연구

연구	인물	내용
유전의 기본 원리 발견(1865년)	멘델	부모의 형질이 자손에게 전달되는 원리를 밝힘
유전자설 발표(1926년)	모건	초파리 연구로 각각의 유전자가 염색체의 일정한 위치에 존재함을 밝힘
DNA 구조 규명(1953년)	왓슨, 크릭	DNA 이중 나선 구조를 밝힘
유전자 재조합 기술 개발(1973년)	코헨, 보이어	효소와 플라스미드를 이용해 DNA를 재조합하는 기술을 개발함
DNA 증폭 기술 개발(1983년)	멀리스	중합 효소 연쇄 반응(PCR)을 이용해 DNA를 대량 복제하는 기술을 개발함
사람 유전체 사업 완료(2003년)	-	사람 유전체의 염기 서열을 밝힘

(4) 생물의 분류와 진화에 관한 연구

연구	인물	내용
분류 체계 정리(1753년)	린네	생물의 체계적 분류 방법을 제안하고, 학명 표기법인 이명법을 고안함
자연 선택설(1859년)	다윈	자연 선택을 통한 진화를 주장함

2 생명 과학의 연구 방법과 사례

(1) 관찰을 통한 연구

사례	내용
제너의 종두법 개발	소의 천연두(우두)에 걸린 사람은 이후에 사람의 천연두에 다시 걸리지 않는 것을 관찰하여 종두법을 개발함
플레밍의 페니실린 발견	세균 배양 배지에 푸른곰팡이가 번식하면 푸른곰팡이 주변에 세균이 생존하지 못하는 것을 관찰하고, 푸른곰팡이로부터 항생 물질인 페니실린을 추출함

(2) 실험을 통한 연구

사례	내용
하비의 혈액 순환의 원리 연구	관찰과 실험을 통해 혈액이 체내에서 순환한다는 사실을 밝힘
파스퇴르의 탄저병 백신 개발	탄저병 백신의 효능을 증명하기 위해 대종이 지켜보는 가운데 양 48마리를 대상으로 실험을 수행하여 백신의 예방 효과를 입증함

(3) 정보의 수집과 분석을 통한 연구

사례	내용
왓슨과 크릭의 DNA 구조 규명	다른 학자들의 연구 결과를 수집하고 이론과 대조하여 분석함으로써 DNA 구조를 규명하고 모형을 제작함

(4) 관찰을 위한 실험 도구의 발전

사례	내용
현미경의 발달	광학 현미경, 전자 현미경, 형광 현미경 등 현미경의 발달은 세포의 미세 구조와 바이러스 연구에 핵심적인 역할을 함

(5) 창의적 발상

사례	내용
유전자 재조합 기술 개발	코헨과 보이어는 플라스미드, 제한 효소, DNA 연결 효소를 이용하면 원하는 유전자를 다른 생물의 DNA에 삽입할 수 있을 것이라 생각하고, 이를 실현시켜 유전자 재조합 기술을 개발함
중합 효소 연쇄 반응(PCR) 기술 개발	멀리스는 DNA 복제에 필요한 물질들이 있다면 시험관에서도 DNA를 복제시킬 수 있을 것이라 생각하고, 이를 실현시켜 중합 효소 연쇄 반응 기술을 개발함

THE 알기 자연 발생설과 생물 속생설

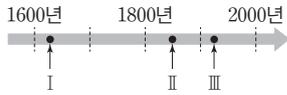
- 자연 발생설: 생물은 흙이나 썩은 나무와 같은 비생물로부터 우연히 생겨날 수 있다는 학설
- 생물 속생설: 생물은 이미 존재하는 생물로부터만 생겨날 수 있다는 학설
- 생물의 자연 발생에 대한 논쟁은 1600년대 이후 200년간 지속되었으나 '자연 발생설 비판(1861년)'을 발표한 파스퇴르에 의해 부정되었으며, 파스퇴르는 그림과 같은 백조목 플라스크를 이용한 실험을 통해 자연 발생설을 부정하고 생물 속생설을 입증함



테마 대표 문제

| 2023학년도 수능 |

그림은 생명 과학자들의 주요 성과 I~Ⅲ을 시간 순서에 따라 나타낸 것이고, 표는 I~Ⅲ을 순서 없이 나타낸 것이다. A~C는 다윈, 하비, 플레밍을 순서 없이 나타낸 것이다.



주요 성과(I~Ⅲ)
• A는 ㉠에서 페니실린을 발견함
• B는 자연 선택에 의한 진화의 원리를 설명함
• C는 인체에서 혈액이 순환한다는 사실을 알아냄

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 대장균이다.
- ㄴ. B는 다윈이다.
- ㄷ. I은 'C는 인체에서 혈액이 순환한다는 사실을 알아냄'이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

A, B, C가 각각 누구인지 파악한 후, I, II, III의 성과가 무엇인지 파악해야 한다.

▶ 간략 풀이

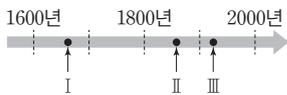
A는 플레밍, B는 다윈, C는 하비이다.
 ✕ ㉠은 푸른곰팡이이다.
 ㉠ 자연 선택에 의한 진화의 원리를 설명한 사람은 다윈(B)이다.
 ㉡ 'C(하비)는 인체에서 혈액이 순환한다는 사실을 알아냄'은 1600년대의 성과이므로 I이고, 'B(다윈)는 자연 선택에 의한 진화의 원리를 설명함'은 1800년대의 성과이므로 II이며, 'A(플레밍)는 ㉠에서 페니실린을 발견함'은 1900년대의 성과이므로 III이다.
 정답 | ④

0 **답은 끝 문제로 유형 익히기**

정답과 해설 2쪽

▶ 23072-0001

그림은 생명 과학자들의 주요 성과 I~Ⅲ을 시간 순서에 따라 나타낸 것이고, 표는 I~Ⅲ을 순서 없이 나타낸 것이다. A~C는 혹, 모건, 파스퇴르를 순서 없이 나타낸 것이다.



주요 성과(I~Ⅲ)
• A는 생물 속생설을 입증함
• B는 유전자가 염색체의 일정한 위치에 존재한다는 것을 밝혀냄
• C는 자신이 만든 ㉠으로 코르크를 관찰하여 수많은 벌집 구조를 발견하고 세포(cell)라고 명명함

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 파스퇴르이다.
- ㄴ. ㉠은 전자 현미경이다.
- ㄷ. III은 'B는 유전자가 염색체의 일정한 위치에 존재한다는 것을 밝혀냄'이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

생명 과학의 주요 성과를 시간 순서에 따라 제시했다는 점에서 대표 문제와 유사하지만 혹, 모건, 파스퇴르를 다룬다는 점에서 대표 문제와 다르다.

▶ 배경 지식

- 1600년대에 혹은 자신이 만든 현미경으로 코르크를 관찰하여 수많은 벌집 구조를 발견하고 세포(cell)라고 명명하였다.
- 1800년대에 파스퇴르는 백조목 플라스크를 이용한 실험을 통해 자연 발생설을 부정하고, 생물 속생설을 입증하였다.
- 1900년대 모건은 각각의 유전자는 염색체의 일정한 위치에 존재한다는 유전자설을 밝혀냈다.

01

▶23072-0002

다음은 생명 과학자들의 주요 성과 (가)~(다)의 내용이다. ㉠과 ㉡은 다윈과 캘빈을 순서 없이 나타낸 것이다.

- (가) 파스퇴르는 ㉠ 실험을 통해 생물 속생설을 입증하였다.
- (나) ㉠은 광합성에서 탄소 고정 반응의 경로를 밝혔다.
- (다) ㉡은 자연 선택에 의한 진화의 원리를 설명하였다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠에 백조목 플라스크가 이용되었다.
- ㄴ. ㉠은 캘빈이다.
- ㄷ. (나)는 (다)보다 먼저 이룬 성과이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶23072-0003

표는 미생물과 감염병에 관한 생명 과학자들의 주요 성과 (가)~(다)의 내용을 나타낸 것이다.

구분	생명 과학자	내용
(가)	제너	중두법 개발
(나)	레이우엔훅	미생물의 발견
(다)	플레밍	㉠에서 페니실린 발견

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

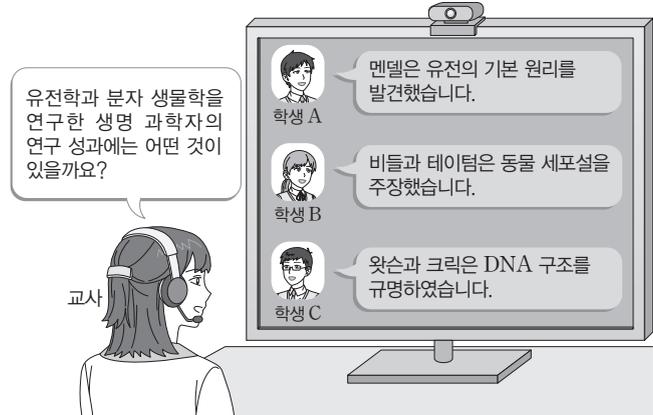
- ㄱ. (나)에 현미경이 사용되었다.
- ㄴ. ㉠은 푸른곰팡이이다.
- ㄷ. (가)~(다)를 시대 순으로 배열하면 (나) → (가) → (다)이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶23072-0004

다음은 교사의 질문에 대한 학생 A~C의 발표 내용이다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② C ③ A, B ④ A, C ⑤ B, C

04

▶23072-0005

다음은 진화에 관한 주요 성과 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- (가) 라마르크는 사용하는 형질은 발달하고 사용하지 않는 형질은 퇴화한다는 ㉠을 주장하였다.
- (나) 다윈은 생물 개체 사이에 변이가 있고 환경에 잘 적응한 개체만 살아남으며, 이러한 변이가 누적되어 진화가 일어난다고 주장하였다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 자연 선택설이다.
- ㄴ. (가)는 (나)보다 먼저 이룬 성과이다.
- ㄷ. 린네의 이명법 제안은 (나)보다 나중에 이룬 성과이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 23072-0006

그림은 생명 과학의 주요 성과를 시간 순서에 따라 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 DNA 증폭과 유전자 재조합을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 니런버그는 ㉠에 기여하였다.
- ㄴ. ㉠은 유전자 재조합이다.
- ㄷ. 왓슨과 크릭의 DNA 구조 규명은 ㉡ 기술 개발 이후에 이룬 성과이다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23072-0007

다음은 생명 과학자들의 주요 성과 (가)~(라)에 대한 자료이다. A~D는 훅, 린네, 코흐, 에이버리를 순서 없이 나타낸 것이다.

- (가) A는 코르크에서 수많은 벌집 구조를 관찰하고, 세포(cell)라고 명명하였다.
- (나) B는 분류의 기본 단위인 종의 개념을 명확히 하였다.
- (다) C는 ㉠ 폐렴 쌍구균 실험을 통해 DNA가 유전 물질임을 규명하였다.
- (라) D는 세균을 배양하고 연구하는 방법을 고안하여 감염병의 원인을 규명하는 과정을 정립하였다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)에 형광 현미경이 이용되었다.
- ㄴ. ㉠에서 폐렴 쌍구균의 형질 전환이 있었다.
- ㄷ. (가)~(라)를 시대 순으로 배열하면 (가) → (라) → (다) → (나)이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

02

세포의 특성

1 생명체의 유기적 구성

- (1) 세포 → 조직 → 기관 → 개체
- (2) 동물의 유기적 구성: 세포 → 조직 → 기관 → 기관계 → 개체
- ① 기능과 모양이 비슷한 세포가 모여 조직(상피 조직, 근육 조직, 신경 조직, 결합 조직)을 이루고, 여러 조직이 모여 특정 기관(위, 심장, 콩팥 등)을 이룬다.
- ② 연관된 기능을 하는 기관이 모여 기관계(소화계, 순환계, 배설계, 호흡계 등)를 이룬다.
- (3) 식물의 유기적 구성: 세포 → 조직 → 조직계 → 기관 → 개체
- ① 조직에는 분열 조직(생장점, 형성층)과 영구 조직(표피 조직, 유조직, 통도 조직 등)이 있으며, 여러 조직이 모여 일정한 기능을 수행하는 조직계(표피 조직계, 기본 조직계, 관다발 조직계)를 이룬다.
- ② 기관에는 생식 기관(꽃, 열매)과 영양 기관(뿌리, 줄기, 잎)이 있다.

2 생명체를 구성하는 기본 물질

구분	특성
탄수화물	단당류(포도당, 리보스 등), 이당류(엿당, 설탕 등), 다당류(녹말, 글리코젠, 셀룰로스 등)로 구분한다.
지질	• 물에 잘 녹지 않고, 유기 용매에 잘 녹는다. • 중성 지방, 스테로이드, 인지질이 있다.
단백질	• 기본 단위는 아미노산(20종류)이고, 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결된다. • 생명체의 주요 구성 성분이며, 효소, 항체, 일부 호르몬의 주성분이다.
핵산	• 기본 단위는 뉴클레오타이드이며, DNA와 RNA가 있다. • 유전 정보 저장과 전달, 단백질 합성에 관여한다.

3 원핵세포와 진핵세포

구분	유전체 형태	핵막	세포벽	리보솜	막성 세포 소기관
원핵세포	원형 DNA	없음	있음	있음	없음
진핵세포 (동물 세포)	선형 DNA	있음	없음	있음	있음

4 세포의 연구 방법

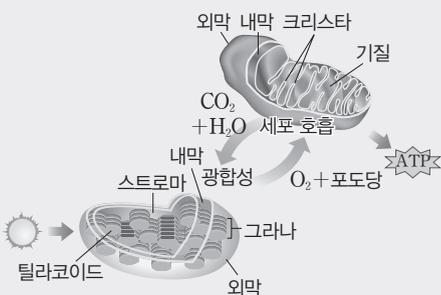
- (1) 현미경 관찰: 현미경에는 가시광선을 이용하는 광학 현미경과 전자선을 이용하는 전자 현미경(주사 전자 현미경, 투과 전자 현미경)이 있다.
- (2) 세포 분획법: 원심 분리기를 이용하여 세포 소기관의 크기와 밀도에 따라 세포 소기관을 단계적으로 분리하는 방법이다.
 - 세포벽이 제거된 식물 세포의 세포 소기관 분리 순서: 핵 → 엽록체 → 미토콘드리아 → 소포체, 리보솜
- (3) 자기 방사법: 방사성 물질을 이용하여 물질의 이동 경로와 물질 전환 과정을 알아보는 방법이다.

5 세포 소기관의 유기적 작용과 특성

구분	유기적 작용	특성
핵	생명 활동의 중심	핵막으로 둘러싸여 있으며, 핵 속에는 염색질과 인이 있다.
리보솜		rRNA와 단백질로 구성되며, 단백질을 합성한다.
소포체	물질의 합성과 수송	• 거친면 소포체는 리보솜에서 합성된 단백질을 가공하고 운반한다. • 매끈면 소포체는 지질을 합성하고, 독성 물질을 해독하며, Ca ²⁺ 을 저장한다.
골지체		소포체에서 전달된 단백질과 지질을 가공하고, 물질의 운반과 분비에 관여한다.
미토콘드리아		유기물의 화학 에너지가 ATP의 화학 에너지로 전환되는 세포 호흡이 일어나는 장소이며, 자체 DNA와 리보솜을 갖는다.
엽록체	에너지 전환	빛에너지가 화학 에너지로 전환되는 광합성이 일어나는 장소이며, 자체 DNA와 리보솜 및 광합성 색소를 갖는다.
리소솜		여러 종류의 가수 분해 효소가 있어 세포내 소화를 담당한다.
액포	물질의 분해와 저장	식물 세포에 주로 존재하며, 물질의 저장 및 세포의 삼투압 조절에 관여한다.
세포벽		세포의 세포막 바깥쪽에 형성되어 세포를 보호하고 형태를 유지한다.
세포 골격	세포의 형태 유지 및 보호	단백질 섬유(미세 섬유, 중간 섬유, 미세 소관)가 그물처럼 얽혀 있는 구조로, 세포의 형태 유지, 염색체의 이동 등에 관여한다.

THE 알기 엽록체와 미토콘드리아의 비교

• 엽록체와 미토콘드리아의 구조와 에너지 전환 과정



구분	엽록체	미토콘드리아
공동점	외막과 내막의 2중막 구조, 자체 DNA, 리보솜이 존재하므로 스스로 복제와 증식을 할 수 있고, 단백질을 합성할 수 있다.	
기능	광합성(유기물 합성)	세포 호흡(유기물 분해)
에너지 전환 과정	<ul style="list-style-type: none"> • 빛에너지를 이용하여 이산화 탄소와 물로부터 포도당과 산소가 생성된다. • 빛에너지 → 화학 에너지(유기물) 	<ul style="list-style-type: none"> • 산소를 이용하여 유기물을 분해함으로써 생명 활동에 필요한 에너지(ATP)를 합성한다. • 화학 에너지(유기물) → 화학 에너지(ATP)

테마 대표 문제

| 2023학년도 9월 모의평가 |

표는 생쥐와 장미에서 생물의 구성 단계 중 (가)와 (나)의 유무를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 기관과 조직계를 순서 없이 나타낸 것이다.

구성 단계 \ 생물	생쥐	장미
(가)	○	@
(나)	×	○

(○: 있음, ×: 없음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. @는 '×'이다.
- ㄴ. (가)는 기관이다.
- ㄷ. 장미에서 꽃은 (나)의 예이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

식물과 동물의 구성 단계의 차이점을 통해 장미(식물)의 구성 단계에는 조직계가 있지만 생쥐(동물)의 구성 단계에는 조직계가 없다는 것을 파악하여 (가)와 (나)가 각각 기관과 조직계 중 무엇인지를 찾아내야 한다.

▶ 간략 풀이

식물의 구성 단계는 세포 → 조직 → 조직계 → 기관 → 개체, 동물의 구성 단계는 세포 → 조직 → 기관 → 기관계 → 개체이다. 구성 단계 중 기관은 동물과 식물에 모두 있고, 조직계는 식물에만 있으므로 동물인 생쥐와 식물인 장미에 모두 있는 (가)는 기관이며, 장미에만 있는 (나)는 조직계이다.

✗. @는 '○'이다.

○ (가)는 기관이다.

✗. 장미에서 꽃은 구성 단계 중 기관에 해당한다.

정답 | ②

0 답은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 3쪽

▶ 23072-0008

표는 장미와 토끼에서 생물의 구성 단계 중 (가)와 (나)의 유무를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 조직과 기관계를 순서 없이 나타낸 것이다.

구성 단계 \ 생물	장미	토끼
(가)	×	○
(나)	○	@

(○: 있음, ×: 없음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. @는 '○'이다.
- ㄴ. (가)는 조직이다.
- ㄷ. 장미에서 체관은 (나)의 예이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

식물과 동물의 구성 단계의 차이점을 다룬다는 점에서 대표 문제와 유사하지만, 구성 단계 중 기관계는 동물에만 있다는 것을 다룬다는 점에서 대표 문제와 다르다.

▶ 배경 지식

식물의 구성 단계는 세포 → 조직 → 조직계 → 기관 → 개체이고, 동물의 구성 단계는 세포 → 조직 → 기관 → 기관계 → 개체이다.

01

▶23072-0009

그림 (가)는 식물의, (나)는 동물의 구성 단계의 예를 나타낸 것이다. A~C는 관다발 조직계, 근육 조직, 잎을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 해면 조직은 A에 속한다.
- ㄴ. B는 잎이다.
- ㄷ. C와 심장은 동물의 구성 단계 중 같은 구성 단계에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶23072-0010

표는 세포의 구조와 기능을 연구하는 데 이용하는 실험 방법 (가)~(다)의 내용을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 자기 방사법, 세포 분획법, 현미경을 이용한 방법을 순서 없이 나타낸 것이다.

실험 방법	내용
(가)	①주사 전자 현미경으로 세포 표면의 입체 구조를 관찰한다.
(나)	원심 분리기를 이용하여 세포 파쇄액으로부터 엽록체를 분리한다.
(다)	방사성 동위 원소로 표지된 물질을 세포에 주입한 후 시간 경과에 따라 방사선을 검출한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

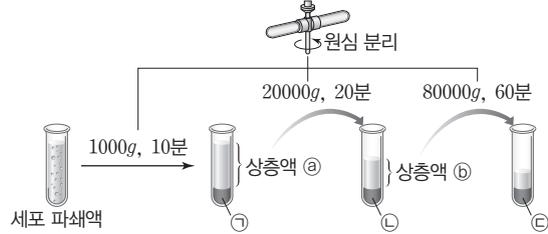
- ㄱ. ①을 이용해 살아 있는 세포의 움직임 관찰할 수 있다.
- ㄴ. (나)를 이용하여 식물 세포로부터 미토콘드리아를 분리할 수 있다.
- ㄷ. 허시와 체이스는 (다)를 이용하여 DNA가 유전 물질임을 증명하였다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶23072-0011

그림은 원심 분리기를 이용하여 동물 세포 파쇄액으로부터 세포 소기관을 분리하는 과정을 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 미토콘드리아, 소포체, 핵을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 이 과정에서 세포 분획법이 이용되었다.
- ㄴ. ㉡와 ㉢에 모두 소포체가 있다.
- ㄷ. ㉠은 2중막을 갖는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23072-0012

다음은 생명체에 있는 물질 ㉠~㉢에 대한 자료이다. ㉠~㉢은 단백질, 인지질, DNA를 순서 없이 나타낸 것이다.

- 엽색체의 구성 성분에는 ㉠과 ㉢이 있다.
- 세포막의 주성분에는 ㉡과 ㉢이 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 뉴클레오솜의 구성 성분이다.
- ㄴ. ㉡의 기본 단위는 뉴클레오타이드이다.
- ㄷ. ㉢은 친수성 부위와 소수성 부위를 모두 갖는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 23072-0013

표는 사람에게 있는 물질 I~Ⅲ의 특징을 나타낸 것이다. I~Ⅲ은 각각 글리코젠, 단백질, 스테로이드 중 하나이다.

물질	특징
I	탄수화물에 속한다.
Ⅱ	성호르몬의 주성분이다.
Ⅲ	펩타이드 결합이 존재한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

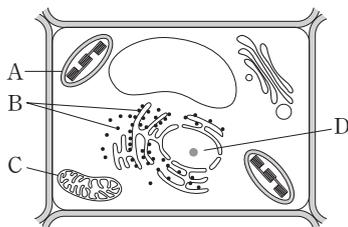
- ㄱ. I의 기본 단위는 포도당이다.
- ㄴ. Ⅱ는 항체의 주성분이다.
- ㄷ. Ⅲ은 구성 원소에 탄소(C)가 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

▶ 23072-0014

그림은 식물 세포의 구조를 나타낸 것이다. A~D는 각각 핵, 리보솜, 엽록체, 미토콘드리아 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A와 D에는 모두 DNA가 있다.
- ㄴ. B는 대장균에도 있다.
- ㄷ. C에서 광인산화가 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 23072-0015

남세균, 시금치의 공변세포, 아메바에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

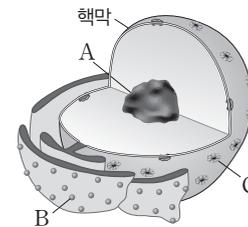
- ㄱ. 시금치의 공변세포와 아메바는 모두 핵막을 가지고 있다.
- ㄴ. 남세균과 시금치의 공변세포는 모두 엽록소를 가지고 있다.
- ㄷ. 남세균과 아메바는 모두 전사가 일어나는 장소와 번역이 일어나는 장소가 2중막으로 분리되어 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 23072-0016

그림은 어떤 세포에 존재하는 일부 세포 소기관의 구조를 나타낸 것이다. A~C는 각각 리보솜, 인, 핵공 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

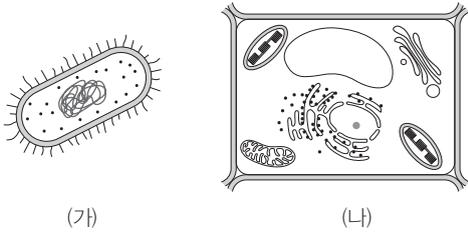
- ㄱ. A는 인지질 2중층으로 된 막을 갖는다.
- ㄴ. B에서 단백질이 합성된다.
- ㄷ. 전사된 mRNA는 C를 통해 세포질로 이동한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

▶23072-0017

그림 (가)와 (나)는 각각 식물 세포와 대장균 중 하나를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

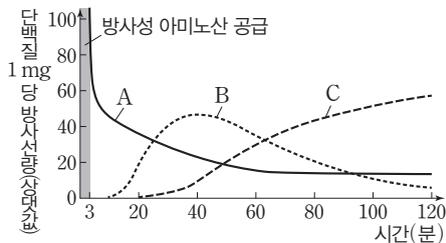
- ㄱ. (가)에는 세포막이 없다.
- ㄴ. (가)와 (나)는 모두 세포벽을 갖는다.
- ㄷ. (가)와 (나)의 DNA는 모두 히스톤 단백질과 결합하여 응축되어 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

▶23072-0018

그림은 쥐의 이자 세포에 방사성 동위원소 ^{14}C 로 표지된 아미노산을 3분 동안 공급한 후 시간에 따라 세포 내 구조물 A~C에서 검출되는 단백질의 방사선량을 나타낸 것이다. A~C는 골지체, 분비 소낭, 거친면 소포체를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

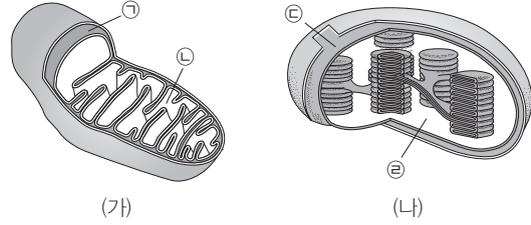
- ㄱ. A는 골지체이다.
- ㄴ. 이 실험에서 자기 방사법이 사용되었다.
- ㄷ. 합성된 단백질의 이동 경로는 A → B → C이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

▶23072-0019

그림 (가)와 (나)는 엽록체와 미토콘드리아를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 각각 스트로마, 엽록체 내막, 미토콘드리아 기질, 미토콘드리아 내막 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

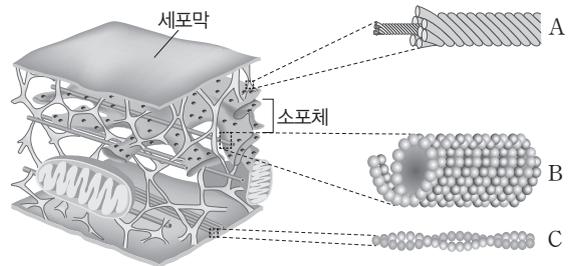
- ㄱ. ㉠에서 시스터나 구조를 관찰할 수 있다.
- ㄴ. ㉠과 ㉢에는 모두 ATP 합성 효소가 존재한다.
- ㄷ. ㉠과 ㉢에는 모두 DNA가 존재한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

▶23072-0020

그림은 동물 세포에서 발견되는 세포 골격 A~C를 나타낸 것이다. A~C는 각각 미세 소관, 미세 섬유, 중간 섬유 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 미세 섬유이다.
- ㄴ. B는 세포 소기관의 이동에 관여한다.
- ㄷ. C는 근육 수축에 관여한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

01

▶ 23072-0021

그림은 식물의 구성 단계를, 표는 식물의 구성 단계 일부와 예를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 기관, 세포, 조직계를 순서 없이 나타낸 것이고, A~C는 (가)~(다)를 순서 없이 나타낸 것이다.



구성 단계	예
A	뿌리
B	?
C	㉠표피 조직계

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

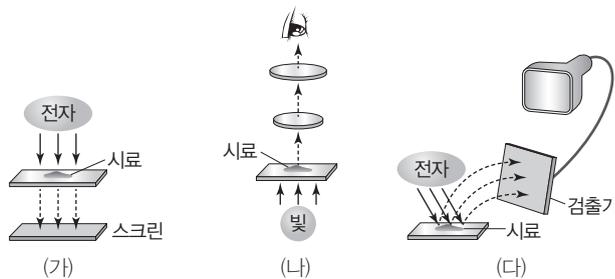
- ㄱ. A는 (나)이다.
- ㄴ. 유세포는 B의 예이다.
- ㄷ. ㉠은 식물체의 바깥 표면을 덮고 있다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23072-0022

그림은 현미경 (가)~(다)를 통해 시료를 관찰하는 원리를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 광학 현미경, 주사 전자 현미경, 투과 전자 현미경을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)를 이용하여 시료의 색을 관찰할 수 있다.
- ㄴ. (가)~(다) 중 시료 관찰 시 구별할 수 있는 두 점 사이의 최소 거리는 (나)가 가장 길다.
- ㄷ. 백혈구의 표면을 입체적으로 관찰하는 데 (가)가 (다)보다 적합하다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

03

▶23072-0023

표 (가)는 인체를 구성하는 물질 A~C에서 특징 ㉠~㉣의 유무를 나타낸 것이고, (나)는 ㉠~㉣을 순서 없이 나타낸 것이다. A~C는 단백질, 셀룰로스, 스테로이드를 순서 없이 나타낸 것이다.

특징	㉠	㉡	㉢
물질 A	?	?	?
B	×	ⓐ	○
C	○	×	?

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

특징(㉠~㉣)
• 탄소 화합물이다.
• 호르몬의 구성 성분이다.
• 펩타이드 결합이 존재한다.

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

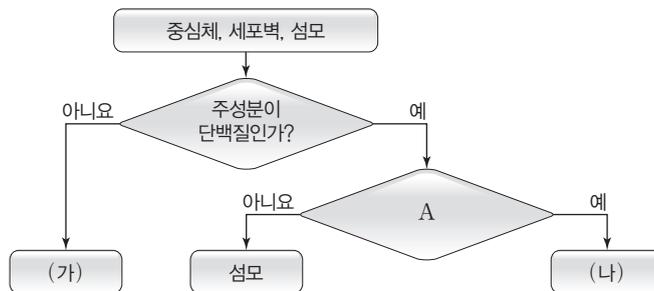
- ㄱ. ⓐ는 '○'이다.
- ㄴ. C의 구성 성분에 당이 포함된다.
- ㄷ. ㉠은 '호르몬의 구성 성분이다.'이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ
- ⑤ ㄱ, ㄷ

04

▶23072-0024

그림은 진핵생물에 있는 중심체, 세포벽, 섬모를 특징에 따라 구분하는 과정을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 중심체와 세포벽을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

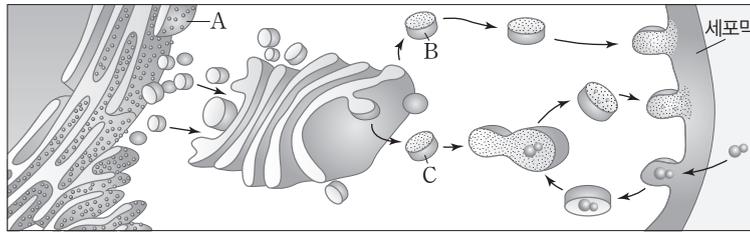
- ㄱ. (가)는 세포벽이다.
- ㄴ. '미세 섬유로 구성되어 있는가?'는 A에 해당한다.
- ㄷ. (나)는 세포 분열 시 방추사 형성에 관여한다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ
- ⑤ ㄱ, ㄷ

05

▶ 23072-0025

그림은 동물 세포에서 일어나는 물질의 이동 과정을 나타낸 것이다. A~C는 각각 리소좀, 분비 소낭, 거친면 소포체 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 단일막 구조를 갖는다.
- ㄴ. B는 세포내 소화를 담당한다.
- ㄷ. C에는 가수 분해 효소가 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

▶ 23072-0026

표 (가)는 생명체에 있는 세포 소기관의 특징을, (나)는 (가)의 특징 중 핵과 세포 소기관 I~Ⅲ이 갖는 특징의 개수를 나타낸 것이다. I~Ⅲ은 리보솜, 미토콘드리아, 엽록체를 순서 없이 나타낸 것이다.

특징	세포 소기관	특징의 개수
• 크리스타 구조를 가진다. • rRNA와 단백질을 가진다. • 화학 삼투에 의한 ATP 합성이 일어난다.	핵	㉠
	I	2
	II	㉡
	III	㉢

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 3이다.
- ㄴ. I은 대장균에도 있다.
- ㄷ. III은 인지질로 된 막으로 둘러싸여 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

03

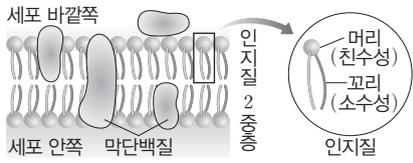
세포막과 효소

1 세포막의 구조

(1) 세포막의 특성

① 주성분은 인지질과 단백질이다.

- 친수성인 인지질의 머리 부분이 막의 양쪽 바깥을 향하여 물과 접하고, 소수성인 인지질의 꼬리 부분이 막의 안쪽에서 마주보고 있는 인지질 2중층 구조이다.
- 단백질은 인지질 2중층에 파묻혀 있거나 관통하거나 표면에 붙어 물질 수송, 신호 전달, 세포 인식, 효소 작용 등의 기능을 한다.



② 세포의 형태를 유지하고, 선택적 투과성이 있다.

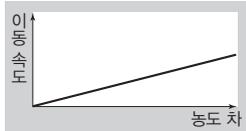
(2) 유동 모자이크막 모델: 인지질과 막단백질은 모두 세포막에서 특정 위치에 고정되어 있지 않고, 유동성을 가진다.

2 확산

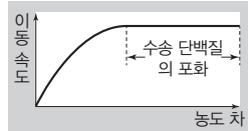
(1) 특징: 농도 기울기에 따라 물질의 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 물질이 이동하는 방식으로, 에너지(ATP의 화학 에너지 등)가 사용되지 않는다.

(2) 확산의 종류

- ① 단순 확산: 물질이 인지질 2중층을 직접 통과하는 이동 방식이다.
 - 예 세포막을 통한 O₂와 CO₂의 기체 교환
- ② 촉진 확산: 물질이 세포막에 있는 수송 단백질을 통해 이동하는 이동 방식이다.
 - 예 신경 세포에서 Na⁺ 통로를 통한 Na⁺의 이동



단순 확산



촉진 확산

3 삼투

(1) 특징: 반투과성 막을 경계로 물의 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 물이 이동하는 방식으로, 에너지(ATP의 화학 에너지 등)가 사용되지 않는다.

(2) 삼투압: 삼투에 의해 반투과성 막이 받는 압력으로, 삼투압은 용액의 농도 차가 클수록 크다.

(3) 동물 세포(적혈구)와 식물 세포에서의 삼투: 세포벽의 유무로 인해 동물 세포와 식물 세포에서 삼투에 의해 일어나는 현상이 서로 다르다.

구분	저장액	등장액	고장액
동물 세포			
	팽창 또는 용혈 현상	부피 변화 없음	쭈그러듦
식물 세포			
	팽윤 상태	부피 변화 없음	원형질 분리

4 능동 수송

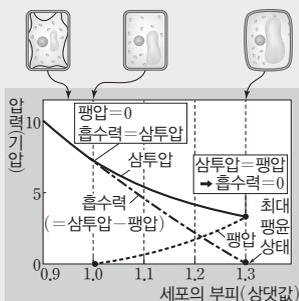
- (1) 인지질 2중층에 있는 운반체 단백질을 통해 물질의 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 에너지(ATP의 화학 에너지 등)를 사용하면 물질이 이동하는 방식이다.
 - 예 Na⁺-K⁺ 펌프에 의한 이온 이동, 소장 융털에서의 일부 양분 흡수, 콩팥 세뇨관에서의 포도당 재흡수
- (2) 세포 호흡 저해제를 처리하여 에너지 공급을 차단하면 ATP의 화학 에너지를 사용하는 능동 수송이 억제된다.
- (3) 운반체 단백질을 통해 물질이 선택적으로 이동한다.

5 세포내 섭취와 세포외 배출

세포내 섭취와 세포외 배출은 모두 에너지(ATP의 화학 에너지 등)를 사용하여 막의 형태를 변화시켜 큰 분자나 고형물 등을 세포 안팎으로 이동시키는 방식이다.

- (1) 세포내 섭취: 세포 밖의 물질을 세포막으로 감싸서 세포 안으로 이동시키는 방식으로, 식세포 작용과 음세포 작용이 있다.
 - 예 백혈구의 식세포 작용(식균 작용)
 - 식세포 작용: 크기가 비교적 큰 고형 물질을 이동시키는 작용
 - 음세포 작용: 액체 상태의 물질을 이동시키는 작용
- (2) 세포외 배출: 세포 안의 분비 소낭이 세포막과 융합하면서 소낭 안의 물질을 세포 밖으로 내보내는 방식이다.
 - 예 호르몬과 효소의 분비

THE 알기 원형질 분리가 일어난 식물 세포를 저장액에 넣을 때 나타나는 변화



그림은 고장액에 넣어 원형질 분리가 일어난 식물 세포를 저장액에 넣었을 때 세포 부피에 따른 삼투압, 팽압, 흡수력의 변화를 나타낸 것이다.

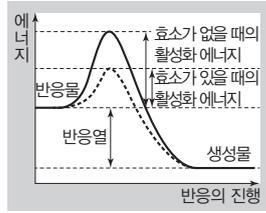
- 삼투압 변화: 세포 내부로 물이 유입되면서 세포 내부의 농도가 낮아지며, 이에 따라 삼투압이 감소한다.
- 팽압 변화: 세포의 부피(상댓값)가 한계 원형질 분리 상태의 부피인 1.0보다 커지면 팽압이 나타나기 시작하고, 세포 내부로 물이 유입됨에 따라 팽압이 증가한다.
- 흡수력 변화: 흡수력은 삼투압에서 팽압을 뺀 값이다. 세포 내부로 물이 유입되면서 삼투압은 감소하고 팽압은 증가하므로, 흡수력은 세포의 부피가 증가함에 따라 점차 감소하다가 식물 세포의 삼투압과 팽압이 같아질 때 0이 된다.

세포의 부피(상댓값)	0.9	1.0	1.3
세포의 상태	원형질 분리	한계 원형질 분리	최대 팽윤 상태

6 효소의 기능과 특성

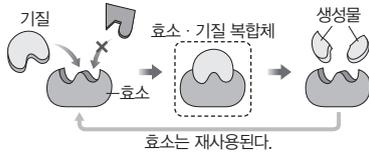
(1) 효소의 기능

- ① 생체 촉매로서 자신은 변하지 않고 화학 반응의 활성화 에너지를 낮추어 반응 속도를 빠르게 하는 작용을 한다.
- ② 반응열의 크기에 영향을 주지 않는다.



(2) 효소의 특성

- ① 효소는 기질과 결합하는 활성 부위를 가지며, 기질과 결합하여 효소·기질 복합체를 형성하면 활성화 에너지가 낮아진다.
- ② 효소는 활성 부위와 입체 구조가 맞는 특정 기질에만 작용하는 기질 특이성이 있다.
- ③ 반응 전후에 구조와 성질이 변하지 않으므로, 생성물과 분리된 후 새로운 기질과 결합하여 다시 반응을 촉매한다.



(3) 효소의 구성

- ① 효소는 전체가 단백질로만 이루어진 것과 주성분인 단백질에 보조 인자가 필요한 것이 있다.
- ② 주효소: 효소의 단백질 부분으로, pH와 온도의 영향을 받아 구조가 변할 수 있다.
- ③ 보조 인자: 효소의 비단백질 부분으로, pH와 온도의 영향을 적게 받는다. 주효소에 결합하여 완전한 효소(전효소) 활성이 나타나게 한다.

$$\text{전효소} = \text{주효소} + \text{보조 인자(조효소 또는 금속 이온)}$$

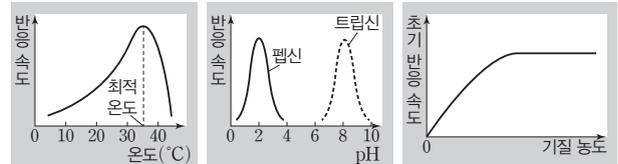
조효소	금속 이온
보조 인자가 비타민과 같은 유기 화합물인 경우로, 일반적으로 반응이 끝나면 주효소로부터 분리되며, 한 종류의 조효소가 여러 종류의 주효소와 결합하여 이용될 수 있다. ☐ NAD ⁺ , NADP ⁺ , FAD 등	보조 인자가 금속 이온인 경우 일반적으로 주효소와 강하게 결합하고 있어 반응이 끝나도 주효소로부터 분리되지 않는다. ☐ 철 이온(Fe ²⁺), 구리 이온(Cu ²⁺), 아연 이온(Zn ²⁺), 마그네슘 이온(Mg ²⁺) 등

(4) 효소의 종류

종류	기능
산화 환원 효소	수소나 산소 원자 또는 전자를 다른 분자에 전달함
전이 효소	기질의 작용기를 다른 분자로 옮김
가수 분해 효소	물 분자를 첨가하여 기질을 분해함
부가 제거 효소	어떤 작용기를 기질에서 제거하거나 기질에 첨가함
이성질화 효소	기질의 원자 배열을 바꾸어 이성질체로 전환함
연결 효소	에너지를 사용하여 2개의 기질을 서로 연결함

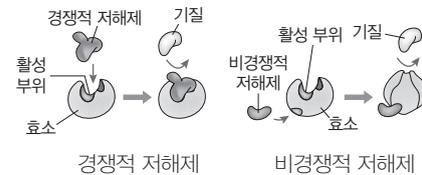
7 효소의 활성에 영향을 미치는 요인

- (1) 온도: 최적 온도가 될 때까지는 온도가 높아지면 기질이 더 활발하게 움직여 효소의 활성 부위와의 충돌 빈도가 증가하고, 효소·기질 복합체가 더 많이 형성되므로 반응 속도가 빨라진다. 최적 온도보다 온도가 높아져 효소 활성 부위의 입체 구조가 변하면 효소·기질 복합체의 형성이 어려워져 반응 속도가 급격히 느려지거나 촉매 기능을 잃는다.
- (2) pH: 효소의 주성분인 단백질의 입체 구조가 pH에 따라 변화하므로 최적 pH에서 반응 속도가 가장 빠르다.
- (3) 기질 농도: 기질 농도가 높아질수록 효소·기질 복합체가 더 많이 생성되므로 초기 반응 속도가 증가하지만, 모든 효소가 기질과 결합하면 초기 반응 속도가 더 이상 증가하지 않고 일정해진다.



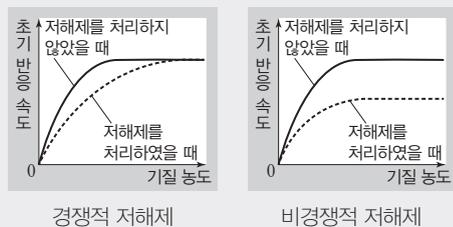
(4) 저해제: 효소와 결합하여 효소에 의한 반응을 저해하는 물질이다.

- ① 경쟁적 저해제: 기질과 구조가 유사하여 기질과 경쟁적으로 효소의 활성 부위에 결합함으로써 반응을 저해한다.
- ② 비경쟁적 저해제: 효소의 활성 부위가 아닌 다른 부위에 결합하여 효소의 활성 부위 구조를 변화시킴으로써 효소의 활성 부위에 기질이 결합하지 못하게 한다.



THE 알기 경쟁적 저해제와 비경쟁적 저해제의 효과

효소 저해제는 효소의 촉매 활성을 감소시켜 반응 속도를 느리게 하는 분자들이다. 특히 질병 치료에 활용되고 있는 주요 의약품 중에는 특정 효소의 활성을 저해하는 것들이 있다.



- 경쟁적 저해제: 저해제가 효소의 활성 부위에 결합하면 기질이 결합하지 못하여 반응이 저해되므로 초기 반응 속도가 감소하지만, 기질의 농도를 충분히 높이면 저해제가 없을 때의 최대 초기 반응 속도에 도달할 수 있다.
- 비경쟁적 저해제: 저해제가 효소에 결합하면 효소의 활성 부위 구조가 변하여 반응이 저해되므로 초기 반응 속도가 감소한다. 기질의 농도를 충분히 높더라도 저해 효과는 줄어들지 않는다.

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

시간에 따른 생성물의 농도 그래프에서 기울기는 반응 속도를 의미하며, 효소의 농도가 높을수록 생성물의 증가 속도가 빠르므로 기울기가 가파르게 올라간다.

▶ 간략 풀이

㉠ 효소 E의 농도가 높을수록 생성물인 B의 증가 속도가 빠르므로 ㉠은 II에서의 측정 결과이고, ㉡은 I에서의 측정 결과이다.

✗ 반응 속도가 빠를수록 생성물의 증가 속도가 빠르므로 t_1 일 때 E에 의한 반응 속도는 II에서가 I에서보다 빠르다.

✗ 활성화 에너지의 크기는 기질(A)과 생성물(B)의 농도에 영향을 받지 않으므로 I에서 E에 의한 반응의 활성화 에너지는 t_1 일 때가 t_2 일 때가 같다.

정답 | ㉠

다음은 효소 E의 작용에 대한 실험이다.

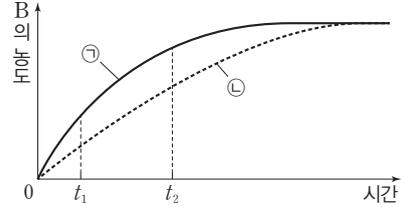
• E는 기질 A가 생성물 B로 전환되는 반응을 촉매한다.

[실험 과정 및 결과]

(가) E의 농도가 표와 같은 시험관 I과 II를 준비한다.

(나) (가)의 I과 II에 같은 양의 A를 넣고 시간에 따른 B의 농도를 측정해 결과를 그림과 같다. ㉠과 ㉡은 각각 I과 II에서의 측정 결과 중 하나이다.

시험관	I	II
E의 농도 (상댓값)	1	2



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.)

보기

- ㄱ. ㉠은 II에서의 측정 결과이다.
- ㄴ. t_1 일 때 E에 의한 반응 속도는 I에서가 II에서보다 빠르다.
- ㄷ. I에서 E에 의한 반응의 활성화 에너지는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

0 **답은 끝 문제로 유형 익히기**

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

효소 반응의 진행에 따른 생성물의 농도 그래프를 제시한 점에서 대표 문제와 유사하지만, 효소의 농도가 아닌 기질의 농도를 달리 했을 때 효소 반응의 차이를 다룬다는 점에서 대표 문제와 다르다.

▶ 배경 지식

- 효소의 농도가 같을 때 기질의 농도에 비례해서 생성물의 농도도 많아진다.
- 시간에 따른 생성물의 농도 그래프에서 기울기는 반응 속도를 의미한다.

▶ 23072-0027

다음은 효소 E의 작용에 대한 실험이다.

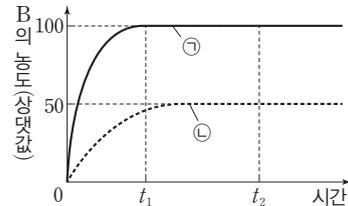
• E는 기질 A가 생성물 B로 전환되는 반응을 촉매한다.

[실험 과정 및 결과]

(가) A의 농도가 표와 같은 시험관 I과 II를 준비한다.

(나) (가)의 I과 II에 같은 양의 E를 넣고 시간에 따른 B의 농도를 측정해 결과를 그림과 같다. ㉠과 ㉡은 각각 I과 II에서의 측정 결과 중 하나이다.

시험관	I	II
A의 농도 (상댓값)	1	2



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.)

보기

- ㄱ. ㉠은 II에서의 측정 결과이다.
- ㄴ. t_1 일 때 E에 의한 반응 속도는 I에서가 II에서보다 빠르다.
- ㄷ. I에서 E에 의한 반응의 활성화 에너지는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 23072-0028

표 (가)는 세포막을 통한 물질의 이동 방식 I~Ⅲ에서 특징 ㉠과 ㉡의 유무를 나타낸 것이고, (나)는 ㉠과 ㉡을 순서 없이 나타낸 것이다. I~Ⅲ은 각각 단순 확산, 촉진 확산, 능동 수송 중 하나이다.

구분	㉠	㉡
I	○	×
Ⅱ	?	○
Ⅲ	?	×

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

특징(㉠, ㉡)
• ATP를 사용한다.
• 막단백질을 이용한다.

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

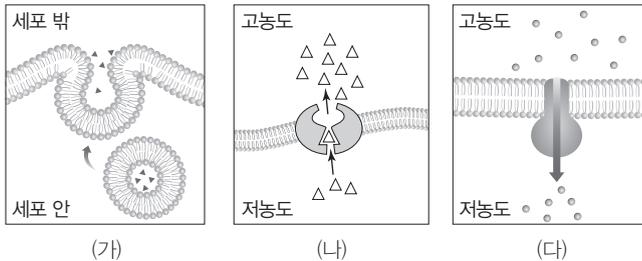
- ㄱ. I은 촉진 확산이다.
- ㄴ. ㉡은 'ATP를 사용한다.'이다.
- ㄷ. $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프를 통한 Na^+ 의 이동 방식은 II에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23072-0029

그림은 세포막을 통한 물질 이동 방식 (가)~(다)를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 능동 수송, 세포외 배출, 촉진 확산 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)가 일어나면 세포막의 표면적이 일시적으로 감소한다.
- ㄴ. (나)는 에너지를 사용하는 물질 이동 방식이다.
- ㄷ. (다)는 촉진 확산이다.

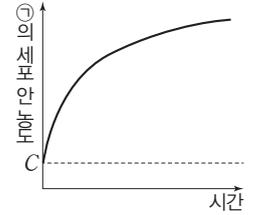
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

03

▶ 23072-0030

표는 세포막을 통한 물질 이동 방식의 예를, 그림은 물질 ㉠이 들어 있는 배양액에 어떤 세포를 넣은 후 시간에 따른 ㉠의 세포 안 농도를 나타낸 것이다. I과 II는 단순 확산과 능동 수송을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠의 이동 방식은 I과 II 중 하나이다. C는 ㉠의 세포 안과 밖의 농도가 같아졌을 때 ㉠의 세포 밖 농도이다.

이동 방식	예
I	?
II	폐포에서 모세 혈관으로의 O_2 의 이동



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

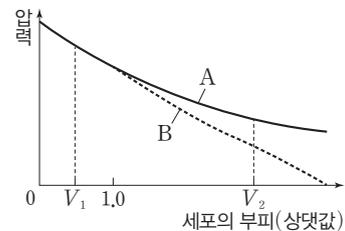
- ㄱ. I은 능동 수송이다.
- ㄴ. ㉠의 이동 방식은 II이다.
- ㄷ. I과 II에서 모두 막단백질이 이용된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 23072-0031

그림은 고장액에 담겨 있던 식물 세포 X를 저장액에 옮긴 후 세포의 부피에 따른 삼투압과 흡수력을 나타낸 것이다. A와 B는 각각 삼투압과 흡수력 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 흡수력이다.
- ㄴ. V_2 일 때 X의 삼투압은 팽압보다 크다.
- ㄷ. V_1 일 때 X는 원형질 분리가 일어난 상태이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶23072-0032

다음은 감자 세포의 삼투 현상을 알아보기 위한 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 비커 A~D에 각각 서로 다른 농도(㉠~㉤)의 설탕 용액을 넣는다.
- (나) (가)의 비커에 질량이 같고, 한 변이 1cm인 정육면체 모양의 감자 조각을 각각 1개씩 넣는다.
- (다) 일정 시간이 지난 후 각 비커에서 감자 조각을 꺼내 감자 조각의 질량 변화를 조사하여 기록한다.

[실험 결과]

비커	A	B	C	D
설탕 용액의 농도	㉠	㉡	㉢	㉣
감자 조각의 질량 변화	증가	증가	감소	증가

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 설탕 용액 농도 이외의 다른 조건은 동일하다.)

보기

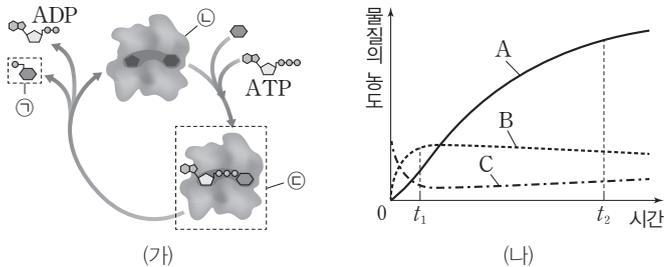
- ㄱ. 설탕 용액의 농도는 ㉠ < ㉡ < ㉢ < ㉣이다.
- ㄴ. (다)에서 감자 세포의 삼투압은 A에서가 D에서보다 작다.
- ㄷ. 감자 세포에서 세포막을 통한 물의 이동에 ATP가 사용된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

▶23072-0033

그림 (가)는 사람의 세포 호흡 과정에서 효소 X에 의해 일어나는 반응을, (나)는 이 효소가 관여하는 반응에서 시간에 따른 반응액 내 물질 A~C의 농도를 나타낸 것이다. ㉠~㉤은 각각 효소, 생성물, 효소·기질 복합체 중 하나이고, A~C는 각각 ㉠~㉤ 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

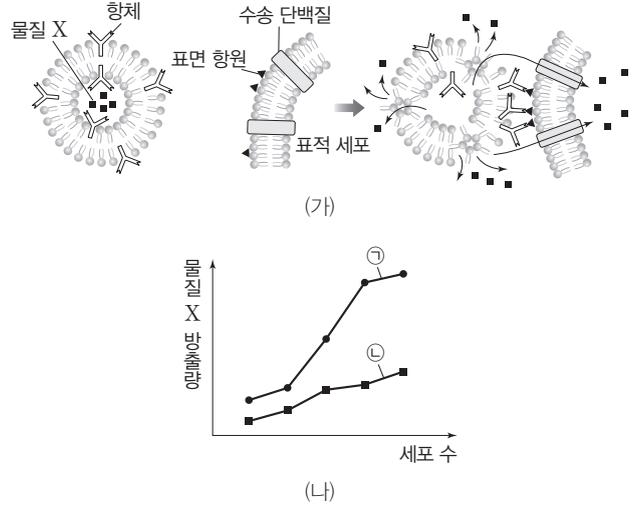
- ㄱ. ㉠은 A이다.
- ㄴ. X는 전이 효소이다.
- ㄷ. X에 의한 반응 속도는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 느리다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶23072-0034

그림 (가)는 표적 세포의 표면 항원과 결합하는 항체를 삽입한 리포솜을 통해 물질 X가 표적 세포로 이동하는 과정을, (나)는 (가)에서 세포 수에 따라 리포솜으로부터 물질 X가 방출되는 양을 나타낸 것이다. ㉠은 표면 항원이 있는 표적 세포, ㉡은 표면 항원이 없는 세포이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

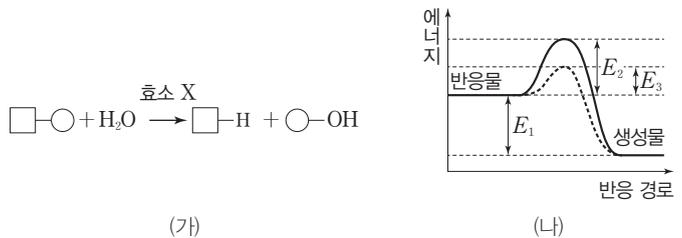
- ㄱ. (가)의 결과 표적 세포막의 표면적이 감소한다.
- ㄴ. ㉠에서 항원·항체의 특이적 결합으로 인한 X의 방출 현상이 나타났다.
- ㄷ. 항체를 삽입한 리포솜으로부터 X가 방출되기 위해서는 표면 항원이 있는 표적 세포가 반드시 필요하다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

08

▶23072-0035

그림 (가)는 효소 X에 의한 반응을, (나)는 X가 있을 때와 없을 때의 화학 반응에서 에너지 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

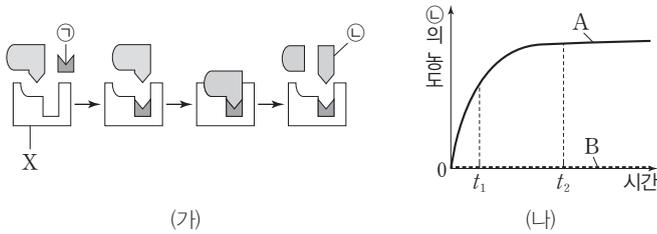
- ㄱ. X는 가수 분해 효소이다.
- ㄴ. (가)에서 활성화 에너지는 E_2 이다.
- ㄷ. (가)에서 X의 농도가 증가하면 E_3 이 감소한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

▶ 23072-0036

그림 (가)는 효소 X에 의한 반응을, (나)는 X에 의한 반응에서 A 일 때와 B일 때 시간에 따른 ㉠의 농도를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 생성물과 보조 인자 중 하나이고, A와 B는 ㉠이 있을 때와 ㉡이 없을 때를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.)

보기

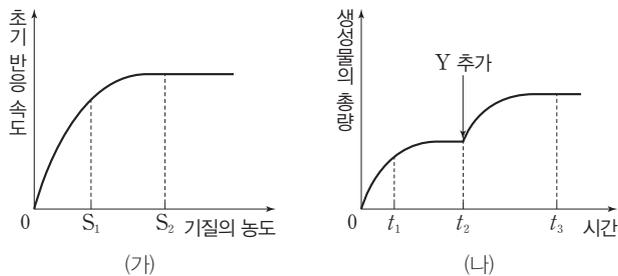
- ㄱ. X는 주효소이다.
- ㄴ. B는 ㉡이 없을 때이다.
- ㄷ. ㉡이 있을 때 기질과 결합한 X의 양은 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

▶ 23072-0037

그림 (가)는 효소 X에 의한 반응에서 기질 농도에 따른 초기 반응 속도를, (나)는 (가)에서 기질 농도가 S_1 일 때 시간에 따른 생성물의 총량을 나타낸 것이다. t_2 시점에 물질 Y를 추가하였으며, Y는 기질과 효소 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.)

보기

- ㄱ. Y는 기질이다.
- ㄴ. S_2 일 때 Y를 추가하면 초기 반응 속도는 증가한다.
- ㄷ. X에 의한 반응의 속도는 t_1 일 때가 t_3 일 때보다 느리다.

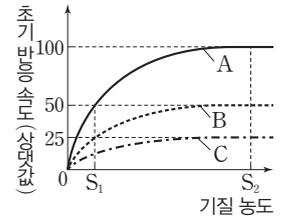
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

11

▶ 23072-0038

표는 효소 E에 의한 반응에서 실험 A~C의 조건을, 그림은 A~C에서 기질 농도에 따른 초기 반응 속도를 나타낸 것이다. 물질 X는 경쟁적 저해제와 비경쟁적 저해제 중 하나이고, ㉠과 ㉡은 각각 '있음'과 '없음' 중 하나이다.

실험	A	B	C
E의 농도 (상댓값)	2	1	1
X	없음	㉠	㉡



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.)

보기

- ㄱ. ㉡은 '있음'이다.
- ㄴ. X는 E의 활성 부위가 아닌 다른 부위에 결합한다.
- ㄷ. C에서 $\frac{\text{기질과 결합하지 않은 E의 수}}{\text{E의 총 수}}$ 는 S_1 일 때가 S_2 일 때보다 크다.

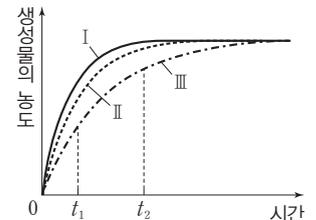
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

▶ 23072-0039

표는 효소 X에 의한 반응에서 저해제가 없을 때, 저해제 A가 있을 때, 저해제 B가 있을 때 기질 농도에 따른 초기 반응 속도를 나타낸 것이다. 기질 농도는 $S_1 < S_2 < S_3$ 이고, A와 B는 경쟁적 저해제와 비경쟁적 저해제를 순서 없이 나타낸 것이다. 그림은 기질 농도가 S_1 일 때 시간에 따른 생성물의 농도를 나타낸 것이고, I~III은 저해제가 없을 때, A가 있을 때, B가 있을 때를 순서 없이 나타낸 것이다.

기질 농도	초기 반응 속도(상댓값)		
	저해제 없음	A 있음	B 있음
S_1	50	25	40
S_2	100	50	100
S_3	100	50	100



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.)

보기

- ㄱ. II는 경쟁적 저해제가 있을 때이다.
- ㄴ. III에서 효소·기질 복합체의 농도는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 높다.
- ㄷ. S_2 일 때 $\frac{\text{기질과 결합한 X의 수}}{\text{기질과 결합하지 않은 X의 수}}$ 는 저해제가 없을 때가 A가 있을 때보다 작다.

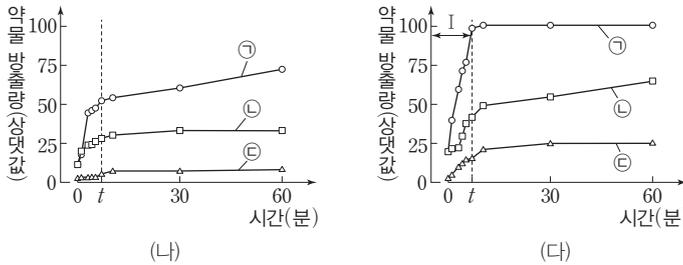
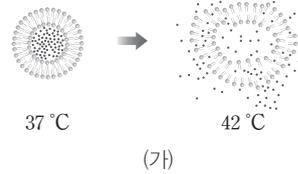
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 23072-0040

다음은 리포솜을 이용한 연구 과정이다.

- 리포솜은 세포막의 주성분인 인지질로 만든 인공 구조물로, 내부에 삼입한 약물이 리포솜에 의해 이동되어 표적 부위에 전달될 수 있다. 최근 리포솜을 이용해 세포나 조직으로의 약물 전달성을 향상시키기 위한 연구가 진행되고 있다.
- 42 °C 이상의 온도에서 그림 (가)와 같이 리포솜 막의 구조가 변하면서 막을 통한 물질 이동이 활발하게 일어난다. 동물의 세포막에 존재하는 콜레스테롤은 인지질의 이동을 감소시켜 세포막의 안정성을 증가시킨다.
- 이와 같은 특성을 이용해 어떤 연구자가 약물을 표적 부위까지 안전하게 전달하기 위해 리포솜 구조의 안정성을 높이는 동시에 표적 부위에 도달한 후 리포솜으로부터 방출되는 약물의 양을 증가시키는 방안을 찾고자 아래와 같은 실험을 진행하였다.
- 세포막의 안정성을 증가시키는 콜레스테롤을 포함하여 리포솜의 막을 구성하였으며, 콜레스테롤의 농도와 온도를 변화시키면서 시간에 따른 리포솜으로부터의 약물 방출량을 측정하였다. 그림 (나)와 (다)는 37 °C, 42 °C에서의 실험 결과를 순서 없이 나타낸 것이며, ㉠~㉢은 콜레스테롤 함량 10 %, 30 %, 50 %를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.)

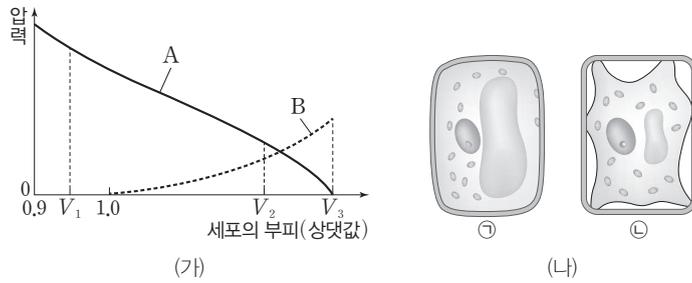
- 보기**
- ㄱ. (다)의 구간 I에서 콜레스테롤 함량이 높을수록 약물의 방출량이 많다.
 - ㄴ. 리포솜을 체내에 투입한 후 표적 부위를 체온보다 높은 온도(42 °C)에 일정 시간 노출시키면 표적 부위에서 약물의 방출량을 증가시킬 수 있다.
 - ㄷ. t에서 콜레스테롤 농도가 10 %일 때와 30 %일 때의 약물 방출량의 차이는 42 °C에서가 37 °C에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23072-0041

그림 (가)는 고장액에 있던 어떤 식물 세포 X를 저장액에 넣었을 때 세포의 부피에 따른 팽압과 흡수력을 나타낸 것이고, (나)는 V_1 일 때와 V_2 일 때 X의 상태를 순서 없이 나타낸 것이다. A와 B는 각각 팽압과 흡수력 중 하나이고, ㉠과 ㉡은 V_1 일 때와 V_2 일 때 X의 상태를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

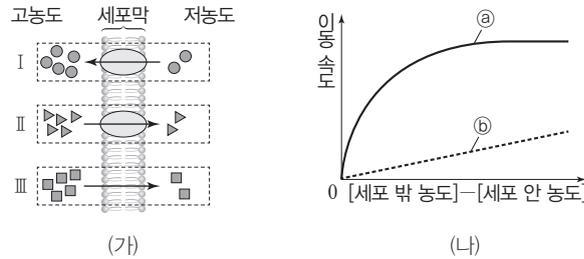
- 보기**
- ㄱ. B는 팽압이다.
 - ㄴ. X의 $\frac{\text{팽압}}{\text{삼투압}}$ 은 V_2 일 때가 V_3 일 때보다 작다.
 - ㄷ. ㉠은 V_1 일 때의 상태이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23072-0042

그림 (가)는 세포막을 통한 물질의 이동 방식 I~III을, (나)는 이 세포막을 통한 물질 ㉠과 ㉡의 이동 속도를 세포 안과 밖의 농도 차에 따라 나타낸 것이다. I~III은 단순 확산, 촉진 확산, 능동 수송을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡의 이동 방식은 각각 II와 III 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

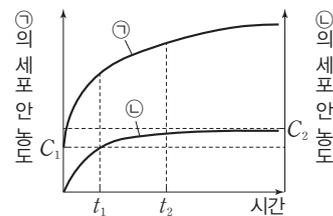
- ㄱ. ㉠의 이동 방식은 II이다.
- ㄴ. ㉡의 이동에 막단백질이 이용된다.
- ㄷ. '백혈구의 식세포 작용에서 세포 안으로의 세균 이동'은 III에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 23072-0043

그림은 물질 ㉠과 ㉡이 각각 들어 있는 용액에 세포를 넣은 후 시간에 따른 각 물질의 세포 안 농도를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡의 이동 방식은 각각 촉진 확산과 능동 수송 중 하나이다. C_1 은 ㉠의 세포 안과 밖의 농도가 같아졌을 때, C_2 는 ㉡의 세포 안과 밖의 농도가 같아졌을 때 각 물질의 세포 밖 농도이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠의 이동에는 에너지가 사용된다.
- ㄴ. 인슐린이 세포 밖으로 이동하는 방식은 ㉡의 이동 방식과 동일하다.
- ㄷ. ㉡의 세포 안과 밖의 농도 차는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 23072-0044

다음은 효소의 작용에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위한 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 펀치로 거름종이를 뚫어 같은 크기의 조각을 여러 개 만든 후, 이 거름종이 조각을 감자즙에 넣어 적신다.
- (나) 5개의 비커 A~E에 표와 같이 용액을 넣고, 각 비커에 감자즙을 적신 거름종이 조각을 1개씩 집어넣어 가라앉힌 후 수면 위로 떠오를 때까지 걸린 시간을 측정한다. 이 과정을 3회 반복하여 평균값을 구한다.
- (다) ㉠ 비커의 바닥에서 수면까지의 높이(h)를 (나)에서 측정한 시간으로 나눈 값을 구하여 그 결과를 표에 기록한다.

비커	A	B	C	D	E
과산화 수소 용액(mL)	25	20	15	25	25
증류수(mL)	5	10	15	·	·
묽은 염산 용액(mL)	·	·	·	5	·
묽은 수산화 나트륨 용액(mL)	·	·	·	·	5



[실험 결과]

비커	A	B	C	D	E
h 를 거름종이 조각이 수면 위로 떠오를 때까지 걸린 시간으로 나눈 값(㉠)	5	3	1.9	2.1	2.5

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.)

보기

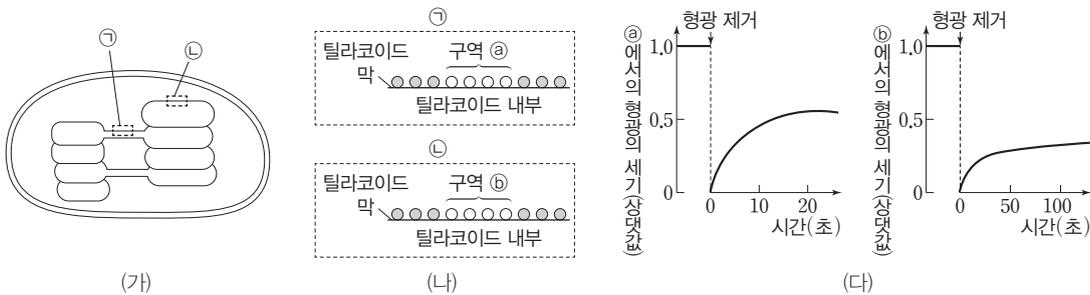
- ㄱ. A에서 과산화 수소가 분해되어 O_2 가 생성되었다.
- ㄴ. 과산화 수소 분해 효소 반응의 활성화 에너지는 B에서가 C에서보다 작다.
- ㄷ. 과산화 수소 분해 효소의 활성은 A, D, E 중 D에서가 가장 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

06

▶ 23072-0045

그림 (가)는 어떤 식물의 엽록체에서 틸라코이드 막의 일부 ㉠과 ㉡을, (나)는 ㉠과 ㉡의 막단백질을 형광 물질로 균일하게 표지한 후 구역 ㉢와 ㉣의 형광을 각각 제거한 모습을, (다)는 ㉢와 ㉣에서 시간에 따른 형광의 세기를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.)

보기

- ㄱ. 엽록체의 틸라코이드 막은 유동성이 있다.
- ㄴ. ㉡의 막단백질은 인지질 2층의 특정 위치에 고정되어 있다.
- ㄷ. 형광을 제거한 후 30초 이내에 형광의 세기가 회복되는 정도는 ㉢에서가 ㉣에서보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 23072-0046

다음은 효소 저해제를 이용한 당뇨병 치료제 개발 과정이다.

- 최근 인슐린 비의존형 당뇨병 치료 약물을 개발하기 위해 탄수화물의 소화 속도를 지연시켜 식후 혈당 상승을 억제할 목적으로 아밀레이스의 저해제에 대한 연구가 진행되고 있다.
- 어떤 연구자가 아밀레이스의 저해제로 작용하는 물질이 있다고 알려진 메밀의 꽃과 잎의 추출물을 이용해 다음과 같은 실험을 진행하였다.

[실험 과정 및 결과]

(가) 3개의 시험관 ㉠~㉢을 준비하여 표와 같이 용액을 첨가하고 37 °C에서 5분간 반응시킨다.

시험관	㉠	㉡	㉢
첨가한 물질	증류수+ 아밀레이스+녹말	메밀 꽃 추출물+ 아밀레이스+녹말	메밀 잎 추출물+ 아밀레이스+녹말

- (나) (가)의 ㉠~㉢에 엷당과 결합하여 발색 반응을 보이는 시약을 추가하여 발색 반응을 관찰한다.
 (다) (나)의 발색 반응을 나타낸 생성물이 가장 잘 흡수하는 파장인 540 nm에서 ㉠~㉢의 흡광도를 측정하고, 다음과 같은 방법으로 ㉡과 ㉢ 각각에서의 X를 구한다. X는 아밀레이스의 활성을 또는 저해율 중 하나이며, 생성물이 많을수록 흡광도가 높다.

$$X(\%) = \left(1 - \frac{\text{㉡ 또는 ㉢의 흡광도}}{\text{㉠의 흡광도}}\right) \times 100$$

(라) (다)에서 구한 X는 ㉡에서가 ㉢에서보다 컸다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.)

보기

- ㄱ. X는 아밀레이스의 저해율이다.
- ㄴ. 아밀레이스의 활성은 ㉢에서가 ㉡에서보다 크다.
- ㄷ. 아밀레이스에 대한 저해 효과는 꽃 추출물에 있는 물질이 잎 추출물에 있는 물질보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 23072-0047

표 (가)는 효소 X에 의한 반응에서 실험 A~D의 조건을, (나)는 A~D에서 기질 농도에 따른 초기 반응 속도를 나타낸 것이다. 기질 농도는 $S_1 < S_2 < S_3 < S_4$ 이며, I~IV는 A~D를 순서 없이 나타낸 것이다.

실험	A	B	C	D	기질 농도	초기 반응 속도(상댓값)			
						I	II	III	IV
X의 농도 (상댓값)	1	2	2	2	S_1	?	?	?	12
경쟁적 저해제	×	×	×	○	S_2	50	20	25	?
비경쟁적 저해제	○	○	×	×	S_3	100	25	?	50
					S_4	100	㉠	100	50

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.)

보기

- ㄱ. ㉠은 100이다.
- ㄴ. IV는 B이다.
- ㄷ. S_2 일 때 $\frac{\text{기질과 결합하지 않은 X의 수}}{\text{기질과 결합한 X의 수}}$ 는 C에서가 D에서보다 크다.

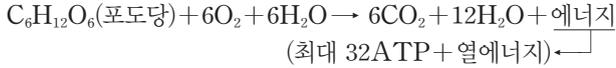
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

04

세포 호흡과 발효

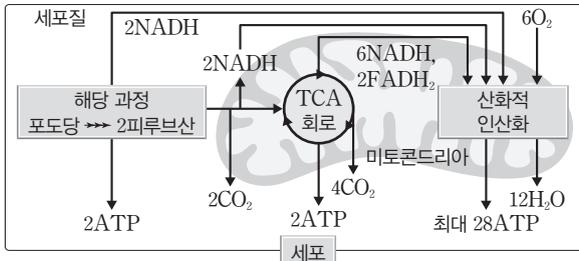
1 세포 호흡

(1) 세포 호흡의 개요: 생물이 포도당과 같은 유기물(호흡 기질)을 분해(산화)하여 생명 활동에 필요한 에너지(ATP)를 얻는 과정이다.



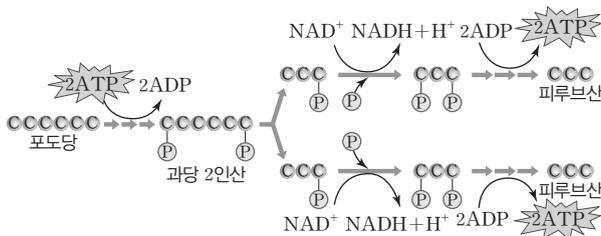
(2) 세포 호흡의 장소

- ① 세포질에서 해당 과정이 일어난다.
- ② 미토콘드리아 기질에서 피루브산의 산화와 TCA 회로가 일어난다.
- ③ 미토콘드리아 내막에서 산화적 인산화가 일어난다.
- (3) 세포 호흡의 전체 과정: 해당 과정, 피루브산의 산화와 TCA 회로, 산화적 인산화의 세 단계를 거쳐 이루어진다.



(4) 해당 과정

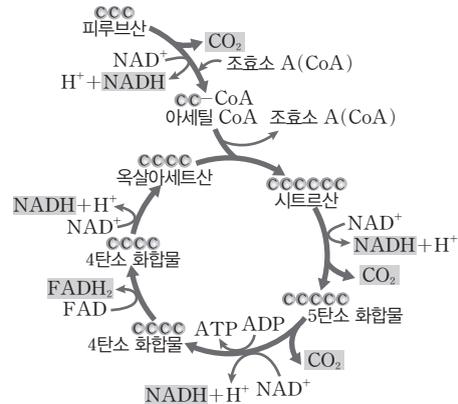
- ① 1분자의 포도당이 2분자의 피루브산으로 분해되면서 2NADH와 2ATP가 순생성된다.
- ② 세포질에서 일어나며, O₂가 없어도 진행될 수 있으나 지속적으로 NAD⁺가 공급되어야 한다.



(5) 피루브산의 산화와 TCA 회로

- ① O₂가 있을 때 피루브산이 미토콘드리아 기질로 이동하여 산화되는 과정이다.

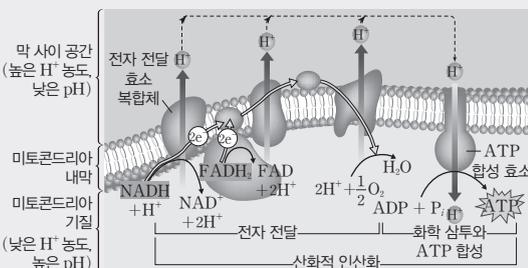
- ② 피루브산의 산화: 해당 과정 결과 생성된 피루브산이 탈탄산 반응에 의해 CO₂를 방출하고 조효소 A(CoA)와 결합하여 아세틸 CoA로 전환된다. 이때 탈수소 반응에 의해 NADH가 생성된다.
- ③ TCA 회로: 1분자의 아세틸 CoA로부터 기질 수준 인산화에 의해 1ATP, 탈수소 반응에 의해 3NADH와 1FADH₂, 탈탄산 반응에 의해 2CO₂가 생성된다.



(6) 산화적 인산화

- ① 전자 전달과 화학 삼투를 통한 ATP 합성 과정이다.
- ② 미토콘드리아 내막에서 일어나며 O₂가 필요한 과정이다.
- ③ 해당 과정, 피루브산의 산화와 TCA 회로에서 생성된 NADH와 FADH₂가 지니고 있던 전자는 전자 전달 효소들의 산화 환원 반응에 의해 이동되며, 이때 H⁺은 미토콘드리아 기질에서 미토콘드리아 막 사이 공간으로 능동 수송된다.
- ④ 미토콘드리아 내막을 사이에 두고 형성된 H⁺의 농도 기울기에 의한 화학 삼투 현상으로 ATP가 생성된다.
- ⑤ 1NADH에 의해 약 2.5ATP가, 1FADH₂에 의해 약 1.5ATP가 합성된다. 즉, 포도당 1분자가 해당 과정, 피루브산의 산화와 TCA 회로를 거치면 총 10NADH와 2FADH₂가 생성되므로 산화적 인산화에 의해 최대 28ATP가 생성될 수 있다.
- ⑥ 전자 전달계에서 전자의 공급원은 NADH와 FADH₂이고, 전자의 최종 수용체는 O₂이다.

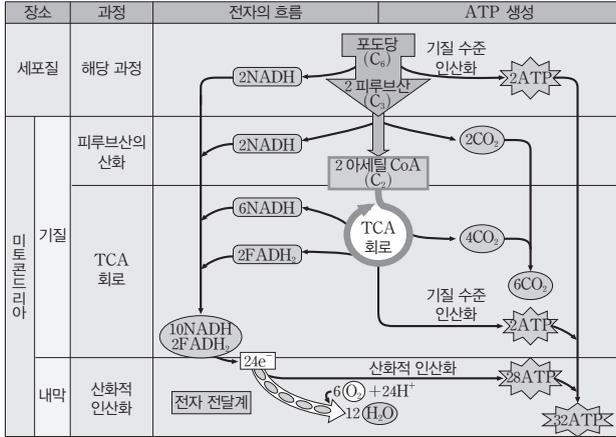
THE 알기 산화적 인산화



- 1. 포도당이 해당 과정, 피루브산의 산화와 TCA 회로를 거치면서 생성된 NADH와 FADH₂가 전자 전달계에 고에너지 전자를 공급한다.
- 2. 고에너지 전자가 전자 전달계를 거치는 과정에서 에너지가 방출되며, 이 에너지를 이용하여 H⁺은 미토콘드리아 기질에서 미토콘드리아 막 사이 공간으로 능동 수송된다.
- 3. 미토콘드리아 내막을 경계로 H⁺의 농도 기울기(pH 기울기)가 형성되고, H⁺이 ATP 합성 효소를 통해 미토콘드리아 막 사이 공간에서 미토콘드리아 기질로 촉진 확산될 때 ATP가 합성된다.

2 세포 호흡에서 ATP 생성과 에너지 효율

- (1) 세포 호흡에서 ATP 생성: 포도당 1분자가 세포 호흡을 통해 완전히 분해되면 최대 32ATP가 생성된다.
- ① 해당 과정에서 기질 수준 인산화에 의해 2ATP가 순생성된다.
 - ② TCA 회로에서 기질 수준 인산화에 의해 2ATP가 생성된다.
 - ③ 산화적 인산화에서 10NADH로부터 최대 25ATP가, 2FADH₂로부터 최대 3ATP가 생성되어 최대 총 28ATP가 생성된다.

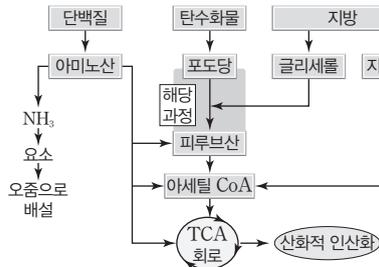


- (2) 세포 호흡에서 에너지 효율: 포도당 1몰이 완전히 분해되면 686 kcal의 에너지가 방출되며, 1몰의 ADP가 1몰의 ATP로 생성될 때 약 7.3 kcal의 에너지가 필요하다. 이에 따라 세포 호흡의 에너지 효율은 약 34%이고, 나머지 66%는 열에너지로 방출된다.

$$\text{세포 호흡의 에너지 효율} = \frac{32 \times 7.3 \text{ kcal}}{686 \text{ kcal}} \times 100 \approx 34\%$$

3 호흡 기질에 따른 세포 호흡 경로

- (1) 탄수화물: 다당류나 이당류는 단당류로 분해된 후 호흡 기질로 이용된다.
- (2) 지방: 지방은 글리세롤과 지방산으로 분해된 후 호흡 기질로 이용된다.
- (3) 단백질: 단백질은 아미노산으로 분해된 후 호흡 기질로 이용된다.



4 호흡률

- (1) 호흡 기질이 세포 호흡을 통해 분해될 때 소비된 O₂의 부피에 대해 발생한 CO₂의 부피비를 호흡률이라고 한다.

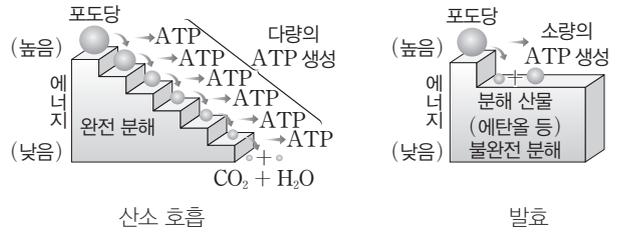
$$\text{호흡률}(RQ) = \frac{\text{발생한 CO}_2 \text{의 부피(CO}_2 \text{ 방출량)}}{\text{소비된 O}_2 \text{의 부피(O}_2 \text{ 흡수량)}}$$

- (2) 호흡률은 탄수화물이 1, 지방이 약 0.7, 단백질이 약 0.8이다.

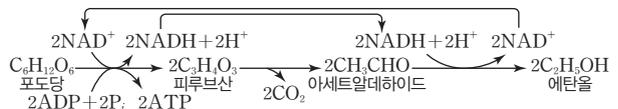
5 발효

- (1) 산소 호흡과 발효

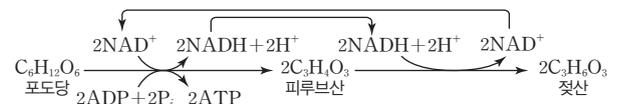
- ① 산소 호흡: O₂가 사용되는 세포 호흡이며, O₂를 사용하는 산화적 인산화가 진행된다. 호흡 기질이 CO₂와 H₂O로 완전히 분해되므로 많은 양의 에너지가 방출되어 다량의 ATP가 생성된다.
- ② 발효: O₂가 사용되지 않아 호흡 기질이 중간 단계까지만 불완전하게 분해되며, 분해 산물로 에탄올, 젖산 등의 물질이 생성된다. 전자 전달계를 거치지 않고, 해당 과정을 통해 소량의 ATP가 생성된다.



- (2) 알코올 발효: 1분자의 포도당이 2분자의 에탄올과 CO₂로 분해되며, 포도당 1분자당 2ATP가 순생성된다.



- (3) 젖산 발효: 1분자의 포도당이 2분자의 젖산으로 분해되며, 포도당 1분자당 2ATP가 순생성된다.



THE 알기 효모의 알코올 발효



1. 효모와 포도당 용액을 발효관에 넣고 일정 시간이 지나면 맹관부 수면의 높이가 낮아진다.
 - 효모의 알코올 발효를 통해 생성된 CO₂가 맹관부에 모이기 때문이다.
2. 용액을 일부 뽑아내고 KOH 수용액을 넣으면 맹관부 수면의 높이가 높아진다. 그 까닭은 KOH 수용액이 맹관부에 모인 CO₂를 흡수하기 때문이며, 이를 통해 효모의 알코올 발효 과정에서 CO₂가 생성되었다는 것을 확인할 수 있다.

테마 대표 문제

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

I~IV에서 ATP, CO₂, NAD⁺, NADH의 생성 여부를 정리하고, 표에서 (가)~(다)가 각각 II~IV 중 무엇인지 파악해야 한다.

▶ 간략 풀이

과당 2인산이 2분자의 피루브산이 되는 과정 I에서 2분자의 NADH와 4분자의 ATP가 생성된다. ㉠은 NADH이다. 피루브산이 아세틸 CoA가 되는 과정 II에서 1분자의 CO₂와 1분자의 NADH가 생성된다. (나)가 II이고, ㉡이 CO₂이다. 피루브산이 젖산이 되는 과정 III에서 NAD⁺가 생성되고, 피루브산이 에탄올이 되는 과정 IV에서 CO₂와 NAD⁺가 생성된다. (다)가 IV, (가)가 III이고, ㉢은 NAD⁺, 나머지 ㉣은 ATP이다.

㉠ (나)는 II이다.

✕ ㉠은 CO₂이다.

㉡ I에서 ATP(㉡)는 4분자가 생성되므로 ㉡는 4이다. IV에서 NAD⁺(㉢)는 1분자가 생성되므로 ㉢는 1이다. 따라서 ㉡+㉢=5이다.

정답 | ㉢

| 2023학년도 수능 |

그림은 세포 호흡과 발효에서 일어나는 과정 I~IV를, 표는 과정 I, (가), (나), (다)에서 생성되는 물질 ㉠~㉣의 분자 수를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 II~IV를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠~㉣은 ATP, CO₂, NAD⁺, NADH를 순서 없이 나타낸 것이다.

과당 2인산	I	2	피루브산
피루브산	II		아세틸 CoA
피루브산	III		젖산
피루브산	IV		에탄올

과정 \ 물질	㉠	㉡	㉢	㉣
I	0	㉡	2	?
(가)	?	0	0	1
(나)	1	?	1	0
(다)	1	?	0	㉣

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (나)는 II이다.
- ㄴ. ㉠은 NAD⁺이다.
- ㄷ. ㉡+㉣=5이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

0 닳은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 8쪽

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

세포 호흡과 발효의 여러 과정을 다룬다는 점에서 대표 문제와 유사하지만 표에서 과정 I~III의 생성물 CO₂, NAD⁺, NADH의 분자 수를 제시하여, A~C가 무엇인지 추론해야 한다는 점에서 대표 문제와 다르다.

▶ 배경 지식

피루브산이 젖산이 될 때 NAD⁺가 생성되고, 피루브산이 아세틸 CoA가 될 때 CO₂와 NADH가 생성되며, 피루브산이 에탄올이 될 때 CO₂와 NAD⁺가 생성된다.

▶ 23072-0048

그림은 세포 호흡과 발효에서 일어나는 과정 I~III을, 표는 I~III에서 생성되는 물질 CO₂, NAD⁺, NADH의 분자 수를 나타낸 것이다. A~C는 젖산, 에탄올, 아세틸 CoA를 순서 없이 나타낸 것이다.

피루브산	I	A
피루브산	II	B
피루브산	III	C

과정 \ 물질	CO ₂	NAD ⁺	NADH
I	0	1	0
II	㉠	㉡	1
III	1	㉢	0

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

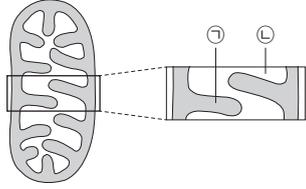
- ㄱ. A는 젖산이다.
- ㄴ. ㉠+㉡+㉢=2이다.
- ㄷ. III은 세포질에서 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 23072-0049

그림은 세포 호흡이 일어나고 있는 어떤 세포의 미토콘드리아를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 미토콘드리아 기질과 막 사이 공간 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

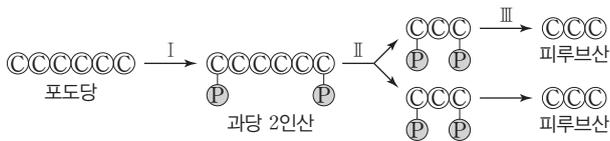
- ㄱ. ㉠은 막 사이 공간이다.
- ㄴ. ㉡에서 기질 수준 인산화가 일어난다.
- ㄷ. 산화적 인산화가 일어날 때 H⁺은 ㉡에서 ㉠으로 촉진 확산된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23072-0050

그림은 해당 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

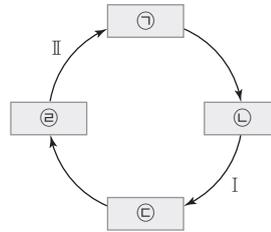
- ㄱ. 과정 I에서 ATP가 소모된다.
- ㄴ. 과정 II에서 NAD⁺의 환원이 일어난다.
- ㄷ. 세포질에서 과정 III이 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23072-0051

그림은 TCA 회로의 일부를, 표는 과정 I과 II에서 CO₂와 FADH₂의 생성 여부를 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 시트르산, 옥살아세트산, 5탄소 화합물, 4탄소 화합물을 순서 없이 나타낸 것이다.



과정	CO ₂	FADH ₂
I	○	×
II	×	○

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

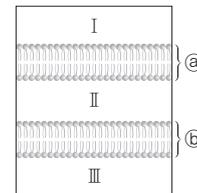
- ㄱ. ㉢은 4탄소 화합물이다.
- ㄴ. 1분자당 탄소 수는 ㉠이 ㉡보다 크다.
- ㄷ. ㉢이 ㉡로 전환되는 과정에서 CO₂가 생성된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

04

▶ 23072-0052

그림은 산소 호흡이 일어나고 있는 어떤 세포의 일부를 나타낸 것이다. 막 ㉠과 ㉡는 미토콘드리아의 내막과 외막을 순서 없이 나타낸 것이고, TCA 회로는 I에서 일어난다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

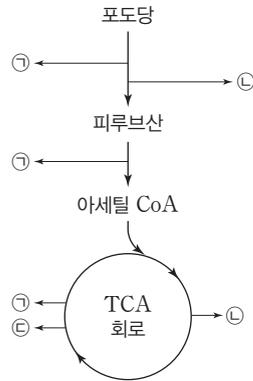
- ㄱ. ㉠에 전자 전달계가 있다.
- ㄴ. I에서 II로 H⁺의 능동 수송이 일어난다.
- ㄷ. III에서 ATP 합성이 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶23072-0053

그림은 세포 호흡 과정의 일부를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 ATP, FADH₂, NADH를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

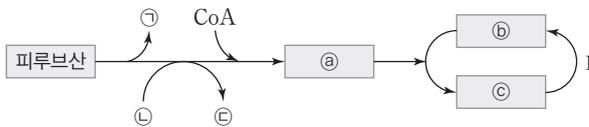
- ㄱ. TCA 회로에서 ㉣은 산화적 인산화 과정을 통해 생성된다.
- ㄴ. ㉠과 ㉢의 생성에 모두 탈수소 효소가 작용한다.
- ㄷ. 1분자당 $\frac{\text{수소 수}}{\text{탄소 수}}$ 는 포도당이 피루브산보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶23072-0054

그림은 진핵세포에서 일어나는 세포 호흡 과정의 일부를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 각각 CO₂, NAD⁺, NADH 중 하나이고, ㉤~㉦는 각각 시트르산, 아세틸 CoA, 옥살아세트산 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, CoA의 탄소 수는 고려하지 않는다.)

보기

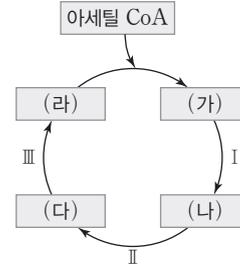
- ㄱ. ㉠은 CO₂이다.
- ㄴ. 과정 I에서 ㉣이 ㉤으로 전환되는 반응이 일어난다.
- ㄷ. ㉤과 ㉥의 1분자당 탄소 수의 합은 9이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶23072-0055

그림은 세포 호흡이 일어나고 있는 진핵세포에서 아세틸 CoA가 TCA 회로를 거쳐 분해되는 과정을 나타낸 것이다. (가)~(라)는 시트르산, 옥살아세트산, 4탄소 화합물, 5탄소 화합물을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

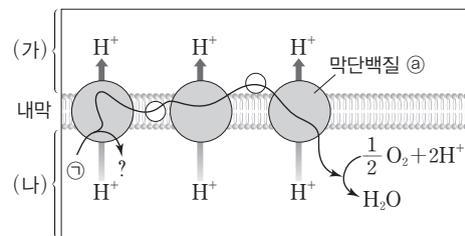
- ㄱ. (나)는 5탄소 화합물이다.
- ㄴ. 과정 I과 II에서 모두 NADH가 생성된다.
- ㄷ. 과정 III에서 탈탄산 반응이 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶23072-0056

그림은 전자 전달이 활발하게 일어나고 있는 미토콘드리아 내막의 전자 전달계를 나타낸 것이다. ㉠은 NADH와 FADH₂ 중 하나이고, (가)와 (나)는 각각 미토콘드리아 기질과 막 사이 공간 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

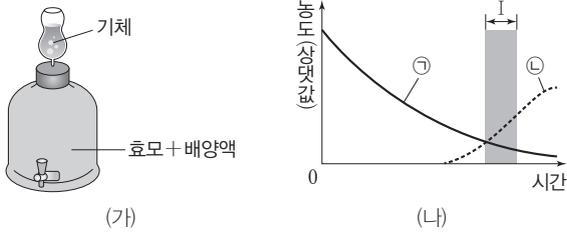
- ㄱ. ㉠은 NADH이다.
- ㄴ. (나)에 리보솜이 있다.
- ㄷ. ㉠을 통한 H⁺의 이동 방식은 촉진 확산이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

▶ 23072-0057

그림 (가)는 산소와 포도당 농축액이 포함된 배양액에 효모를 넣고 밀폐한 후 일정 시간이 지났을 때를, (나)는 (가)의 배양액에서 시간에 따른 포도당과 에탄올의 농도를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 포도당과 에탄올 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

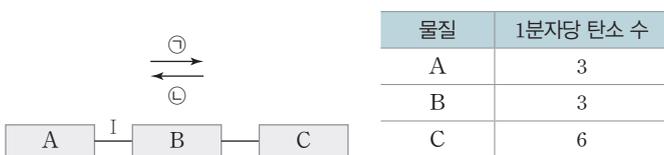
- ㄱ. (가)에서 발생한 기체에는 CO₂가 있다.
- ㄴ. 구간 I에서 해당 과정은 일어나지 않는다.
- ㄷ. 1분자당 $\frac{㉠의\ 탄소\ 수}{㉡의\ 수소\ 수} = 2$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

▶ 23072-0058

그림은 젖산 발효에서 물질 A~C의 전환 과정을, 표는 A~C의 1분자당 탄소 수를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡ 중 하나는 젖산 발효의 진행 방향이고, A~C는 젖산, 포도당, 피루브산을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

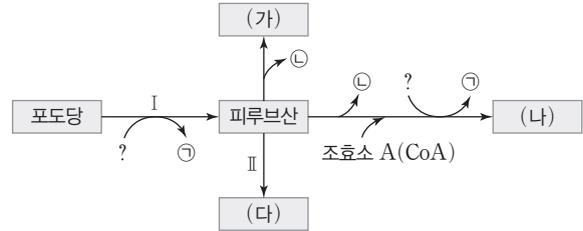
- ㄱ. 젖산 발효의 진행 방향은 ㉠이다.
- ㄴ. A는 피루브산이다.
- ㄷ. 과정 I에서 NADH의 산화가 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

▶ 23072-0059

그림은 세포 호흡과 발효에서 일어나는 과정의 일부를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 젖산, 에탄올, 아세틸 CoA를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡은 각각 CO₂와 NADH 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 과정 I은 미토콘드리아에서 일어난다.
- ㄴ. 과정 II에서 ㉠이 산화된다.
- ㄷ. (가)는 에탄올이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

▶ 23072-0060

그림은 진핵세포에서 일어나는 물질대사를, 표는 과정 I과 II에서 물질 ㉠과 ㉡의 생성 여부를 나타낸 것이다. A~C는 각각 젖산, 포도당, 에탄올 중 하나이고, ㉠과 ㉡은 CO₂와 NAD⁺를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

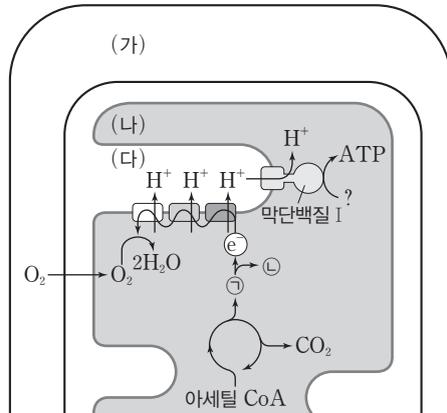
- ㄱ. 1분자당 $\frac{수소\ 수}{탄소\ 수}$ 는 B가 C보다 작다.
- ㄴ. II에서 탈탄산 반응이 일어난다.
- ㄷ. ㉠은 NAD⁺이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶23072-0061

그림은 세포 호흡이 일어나고 있는 어떤 세포의 일부를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 세포질, 막 사이 공간, 미토콘드리아 기질 중 하나이고, ㉠과 ㉡은 각각 NAD^+ 와 $NADH$ 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

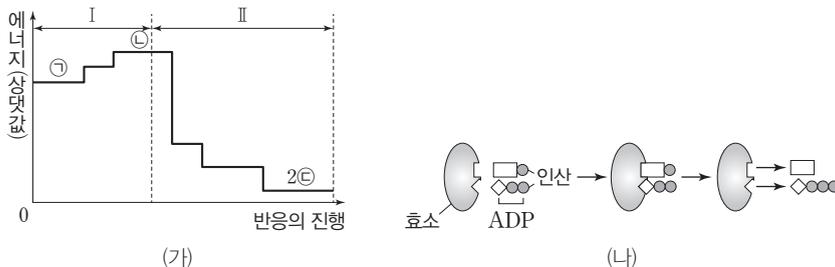
- ㄱ. (가)에서 ㉡이 ㉠으로 전환되는 반응이 일어난다.
- ㄴ. I을 통한 H^+ 의 이동 방식은 능동 수송이다.
- ㄷ. 산화적 인산화가 일어날 때 $\frac{(나)의 pH}{(다)의 pH} > 1$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶23072-0062

그림 (가)는 해당 과정에서의 에너지 변화를, (나)는 해당 과정에서 일어나는 반응의 일부를 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 각각 포도당, 피루브산, 과당 2인산 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

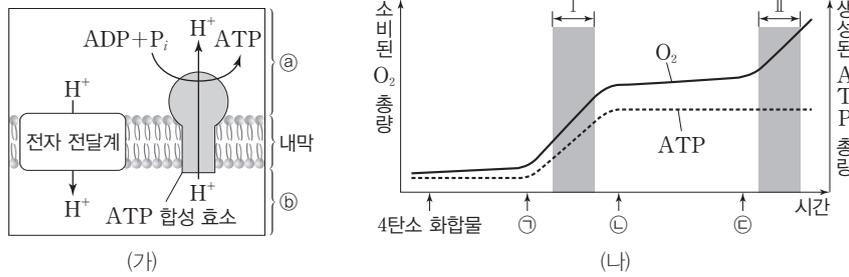
- ㄱ. 1분자당 ㉠의 탄소 수 = 2이다.
- ㄴ. 구간 I에서 O_2 가 소비된다.
- ㄷ. 구간 II에서 (나)가 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23072-0063

그림 (가)는 세포 호흡이 활발한 어떤 세포의 미토콘드리아에서 일어나는 산화적 인산화 과정의 일부를 나타낸 것이고, (나)는 이 세포로부터 분리한 미토콘드리아를 시험관에 넣고, 이 시험관에 4탄소 화합물과 ㉠~㉢을 순차적으로 첨가하면서 소비된 O₂의 총량과 생성된 ATP의 총량을 시간에 따라 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡는 각각 미토콘드리아 기질과 막 사이 공간 중 하나이고, ㉠~㉢은 'ATP 합성 효소를 통한 H⁺의 이동을 차단하는 물질', '미토콘드리아 내막에 있는 인지질을 통해 H⁺을 새어 나가게 하는 물질', 'ADP와 P_i'을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 4탄소 화합물, ADP, P_i은 충분히 공급되었다.)

보기

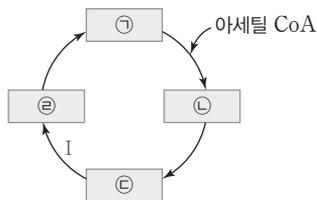
- ㄱ. ㉠에서 NAD⁺의 환원이 일어난다.
- ㄴ. ㉡은 '미토콘드리아 내막에 있는 인지질을 통해 H⁺을 새어 나가게 하는 물질'이다.
- ㄷ. ㉠의 pH는 구간 I에서가 구간 II에서보다 작다.
- ㄹ. ㉡의 pH

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄹ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 23072-0064

그림은 TCA 회로의 일부를, 표는 1분자의 ㉢이 ㉠으로 전환되는 과정과 1분자의 ㉡이 ㉠으로 전환되는 과정에서 생성되는 물질 ㉠~㉣의 분자 수의 비를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 4탄소 화합물, 5탄소 화합물, 시트르산, 옥살아세트산을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠~㉣은 ATP, CO₂, FADH₂, NADH를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉢은 미토콘드리아 전자 전달계의 전자 공여체이다.



과정	분자 수의 비
㉢ → ㉠	㉡ : ㉣ : ㉣ = 2 : 1 : 1
㉡ → ㉠	㉠ : ㉡ = 2 : 3

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

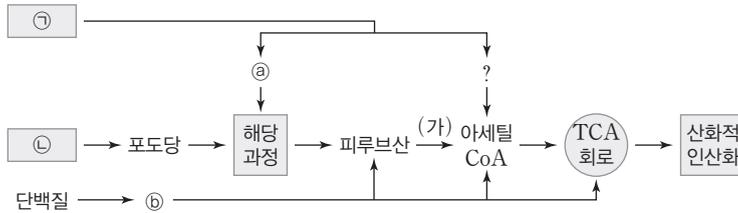
- ㄱ. ㉢은 4탄소 화합물이다.
- ㄴ. 해당 과정에서는 ㉡와 ㉣가 모두 생성된다.
- ㄷ. 과정 I에서 생성되는 ㉠의 분자 수 / ㉡의 분자 수 = 1/2이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

05

▶23072-0065

그림은 동물 세포에서 지방, 단백질, 탄수화물이 세포 호흡에 사용되는 과정을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 지방과 탄수화물 중 하나이고, ㉢와 ㉣는 각각 아미노산과 글리세롤 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 호흡률은 ㉠이 ㉡보다 크다.
- ㄴ. ㉢는 아미노기가 제거된 후 해당 과정에 이용된다.
- ㄷ. 과정 (가)에서 탈탄산 반응과 탈수소 반응이 모두 일어난다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

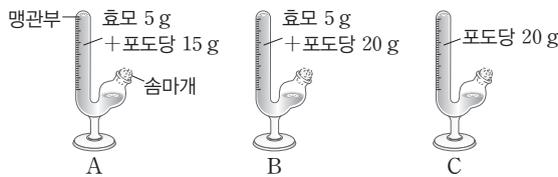
06

▶23072-0066

다음은 효모를 이용한 실험이다.

[실험 과정]

(가) 3개의 발효관 A~C에 효모와 포도당을 그림과 같이 넣고, 맹관부에 기포가 들어가지 않도록 세운 다음 입구를 솜마개로 막는다.

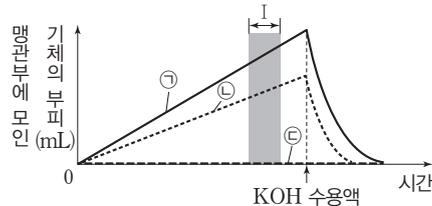


(나) 맹관부에 모인 기체의 부피를 일정 시간 간격으로 측정한다.

(다) 기체가 충분히 모이면 발효관의 용액을 일정량 덜어내고, ㉠ KOH 수용액을 첨가한 후 맹관부에 모인 기체의 부피 변화를 측정한다.

[실험 결과]

A~C에서 맹관부에 모인 기체의 부피 변화를 측정한 결과는 그림과 같다. ㉡~㉣은 A~C를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.)

보기

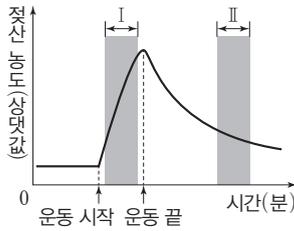
- ㄱ. ㉣은 C이다.
- ㄴ. ㉢는 맹관부에 모인 CO₂ 기체를 제거한다.
- ㄷ. ㉡의 구간 I에서 탈수소 반응이 일어난다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 23072-0067

그림은 어떤 사람의 운동 전, 운동 중, 운동 후의 근육 세포 내 젖산 농도 변화를, 표는 이 사람의 근육 세포에서 일어나는 반응 (가)~(다)에서의 물질 전환을 나타낸 것이다.



구분	물질 전환
(가)	$ADP + P_i \rightarrow ATP$
(나)	$NAD^+ + 2H^+ + 2e^- \rightarrow NADH + H^+$
(다)	$NADH + H^+ \rightarrow NAD^+ + 2H^+ + 2e^-$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

보기

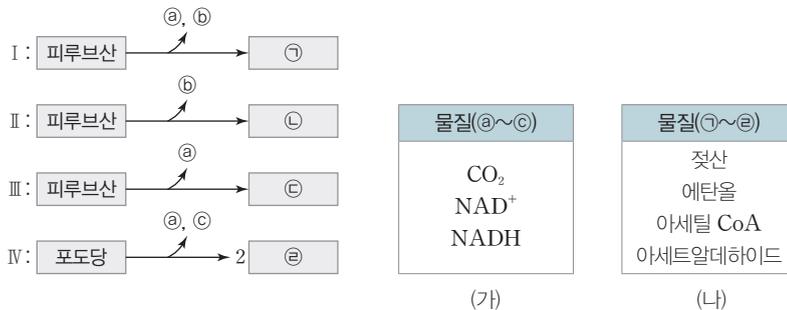
- ㄱ. 구간 I에서 해당 과정이 일어난다.
- ㄴ. 구간 I에서 (나)와 (다)가 모두 일어난다.
- ㄷ. 구간 I과 II에서 모두 기질 수준 인산화에 의한 (가)가 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 23072-0068

그림은 세포 호흡, 젖산 발효, 알코올 발효에서 일어나는 과정 I~IV를, 표 (가)는 물질 ㉠~㉣를 순서 없이 나타낸 것이고, (나)는 물질 ㉠~㉢을 순서 없이 나타낸 것이다. IV의 일부는 미토콘드리아에서 일어난다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 알코올 발효 과정에서 ㉠과 ㉢이 모두 생성된다.
- ㄴ. 사람의 근육 세포에서는 II와 IV가 모두 일어날 수 있다.
- ㄷ. 1분자의 피루브산이 1분자의 아세틸 CoA를 거쳐 TCA 회로를 통해 완전 분해될 때 생성되는 ㉠의 분자 수 = $\frac{3}{4}$ 생성되는 ㉢의 분자 수 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

광합성

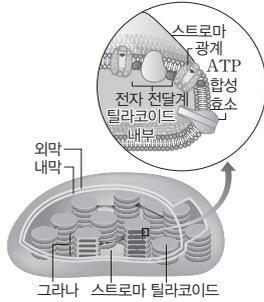
1 엽록체와 광합성 색소

(1) 엽록체: 광합성이 일어나는 세포 소기관으로 2중막 구조이다.

① 틸라코이드 막: 광계(광합성 색소가 결합된 단백질 복합체), 전자 전달계, ATP 합성 효소가 존재한다.

② 그라나: 틸라코이드 여러 개가 포개져 쌓여 있는 구조이다.

③ 스트로마: 엽록체의 기질 부분으로, 포도당이 합성되는 탄소 고정 반응이 일어나고, 포도당 합성에 관여하는 효소(RuBP과 CO₂의 반응을 촉매하는 루비스코 등)와 DNA, 리보솜이 존재한다.



(2) 광합성 색소: 광합성에 필요한 빛에너지를 흡수하는 색소이다.

① 엽록소: 엽록소 a, b, c, d 등이 있으며, 엽록소 a를 포함한 여러 광합성 색소는 빛에너지를 흡수하여 반응 중심 색소인 엽록소 a로 전달한다.

② 카로티노이드: 카로틴과 잔토필 등이 있으며, 엽록소가 잘 흡수하지 못하는 파장의 빛을 흡수하여 엽록소로 전달하고, 과도한 빛에 의해 엽록소가 손상되는 것을 막아 준다.

(3) 광합성 색소의 분리: 종이 크로마토그래피나 얇은 막 크로마토그래피(TLC)를 통해 광합성 색소를 분리한다.

① 각 색소의 분자량 차이, 전개액에 대한 용해도 차이와 전개 용지에 대한 흡착력 차이에 따라 전개율이 달라지는 원리를 이용하여 분리한다.



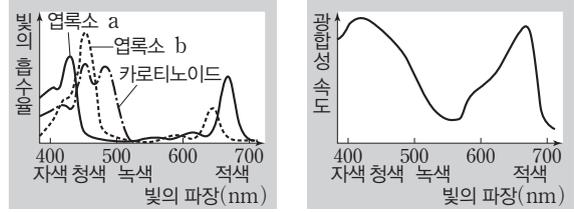
② 전개율(R_f)은 원점에서 색소까지의 거리 / 원점에서 용매 전선까지의 거리로 구하며, 각 색소의 전개율은 카로틴 > 잔토필 > 엽록소 a > 엽록소 b이다.

2 빛의 파장과 광합성

(1) 흡수 스펙트럼: 빛의 파장에 따른 광합성 색소의 빛 흡수율을 그래프로 나타낸 것으로, 엽록소는 주로 청자색광과 적색광을 흡수하며, 카로티노이드는 청자색광과 녹색광을 흡수한다.

(2) 작용 스펙트럼: 빛의 파장에 따른 광합성 속도를 그래프로 나타낸 것으로, 식물은 청자색광과 적색광에서 광합성 속도가 빠르다.

(3) 흡수 스펙트럼과 작용 스펙트럼의 관계: 엽록소 a, b의 흡수 스펙트럼과 식물의 작용 스펙트럼이 거의 일치하는 것으로 보아 식물은 엽록소가 잘 흡수하는 청자색광과 적색광을 주로 이용하여 광합성을 한다는 것을 알 수 있다.



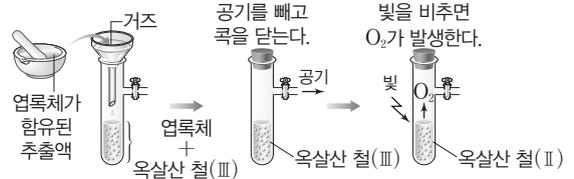
흡수 스펙트럼

작용 스펙트럼

3 광합성 연구의 역사

(1) 엔겔만의 실험: 서로 다른 파장의 빛을 해감에 비춘 후 해감 주위에 모여든 호기성 세균의 분포를 통해 빛의 파장에 따라 해감의 광합성 속도가 달라짐이 밝혀졌다.

(2) 힐의 실험: 엽록체가 함유된 추출액에 옥살산 철(III)을 넣고 빛을 비추면 공기가 없는 환경에서 옥살산 철(III)이 옥살산 철(II)로 환원되고 O₂가 발생함이 밝혀졌다.



(3) 루벤의 실험: ¹⁸O로 표지된 H₂¹⁸O와 C¹⁸O₂를 이용하여 광합성 실험을 한 결과 발생하는 산소 기체는 물에서 유래함이 밝혀졌다.

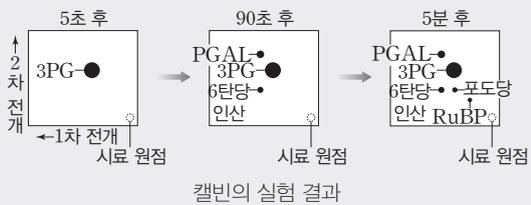
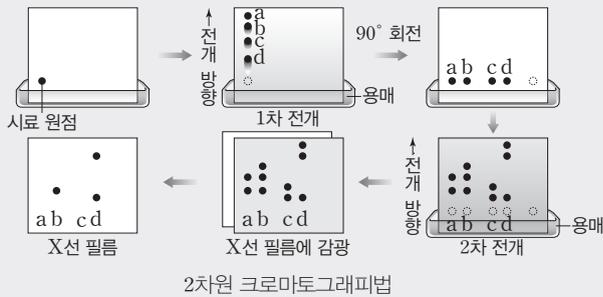


(4) 벤슨의 실험: 광합성 과정은 명반응이 일어난 후에 탄소 고정 반응이 진행될 수 있으며, 명반응과 탄소 고정 반응이 함께 일어나야 광합성이 지속될 수 있음이 밝혀졌다.

THE 알기

캘빈 회로의 발견

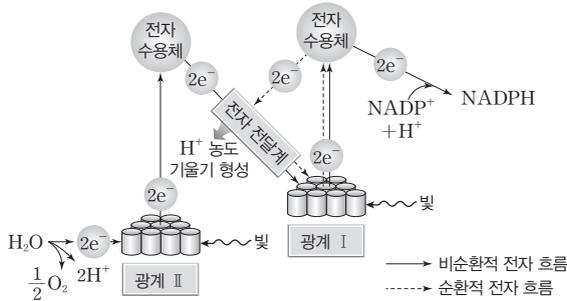
방사성 동위 원소 ¹⁴C로 표지된 ¹⁴CO₂를 공급하면서 배양한 클로렐라를 일정 시간마다 채취하여 광합성을 중지시키고, 세포 추출물을 2차원 크로마토그래피법을 이용하여 분리하였다. 전개한 크로마토그래피 용지를 X선 필름에 감광시켜 시간 경과에 따른 생성물을 확인하고, 이를 통해 탄소 고정 반응에서 ¹⁴CO₂로부터 포도당이 합성되기까지의 경로를 알아냈다.



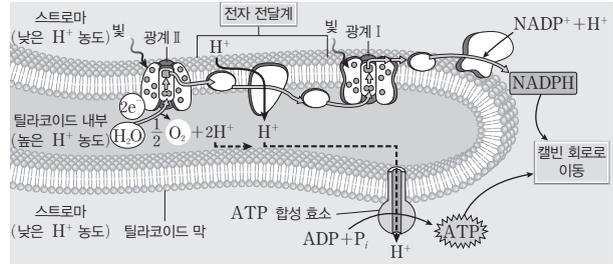
4 명반응과 탄소 고정 반응

(1) 명반응: 그라나(틸라코이드 막)에서 일어나며, 물이 광분해되어 O₂가 발생하고, 광인산화를 통해 ATP와 NADPH를 합성하는 과정이다. 명반응의 산물은 탄소 고정 반응(캘빈 회로)에 공급된다.

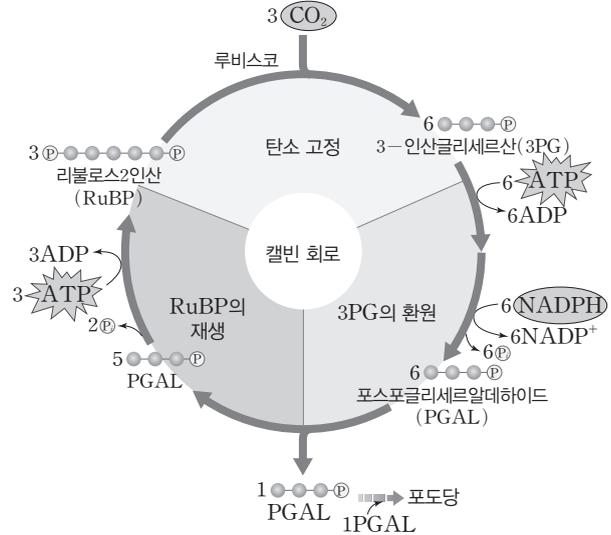
- ① 광계: 광합성 색소와 단백질로 이루어진 복합체로 빛에너지를 흡수하여 고에너지 전자를 방출한다. 반응 중심 색소가 P₇₀₀인 광계 I과 반응 중심 색소가 P₆₈₀인 광계 II가 있다.
- ② 물의 광분해: 빛에너지에 의해 광계 II의 틸라코이드 내부 쪽에서 H₂O이 2H⁺과 2e⁻, 1/2 O₂로 분해된다.
- ③ 비순환적 전자 흐름과 순환적 전자 흐름



- 비순환적 전자 흐름(비순환적 광인산화)
 - ㉠ 광계 II에서 빛 흡수 → P₆₈₀으로 빛에너지 전달 → P₆₈₀에서 고에너지 전자 방출 → 전자 전달계를 거치면서 H⁺의 농도 기울기 형성 → 전자는 광계 I의 P₇₀₀으로 전달
 - ㉡ 광계 II에서 물이 광분해됨 → 방출된 전자는 광계 II의 산화된 P₆₈₀을 환원
 - ㉢ 광계 I에서 빛 흡수 → P₇₀₀으로 빛에너지 전달 → P₇₀₀에서 고에너지 전자 방출 → 전자가 NADP⁺에 최종적으로 수용되어 NADPH 생성
- 순환적 전자 흐름(순환적 광인산화): 광계 I에서 빛 흡수 → P₇₀₀으로 빛에너지 전달 → P₇₀₀에서 고에너지 전자 방출 → 전자 전달계를 거치면서 H⁺의 농도 기울기 형성 → 전자는 광계 I의 P₇₀₀으로 돌아옴
- ④ 화학 삼투에 의한 ATP 합성: 전자 전달 과정에서 능동 수송에 의해 틸라코이드 내부에 축적된 H⁺이 ATP 합성 효소를 통해 스트로마로 확산되면서 ATP가 합성된다.



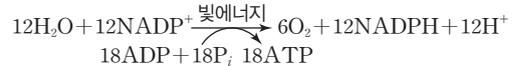
(2) 탄소 고정 반응: 스트로마에서 일어나며, 명반응 산물인 ATP와 NADPH를 이용하여 CO₂를 환원시켜 포도당을 만드는 과정이다. 캘빈 회로는 '탄소 고정 → 3PG의 환원 → RuBP의 재생' 세 단계를 반복해서 일어난다. 포도당 1분자가 합성될 때 CO₂ 6분자가 고정되고, ATP 18분자와 NADPH 12분자가 사용된다.



5 광합성의 전과정



(1) 명반응: 물의 광분해와 광인산화를 통해 O₂, ATP, NADPH가 생성된다.



(2) 탄소 고정 반응: 명반응 산물을 이용하여 CO₂를 환원시켜 포도당을 합성한다.



THE 알기 엽록체와 미토콘드리아에서의 ATP 합성 비교

구분	엽록체에서의 ATP 합성(광인산화)	미토콘드리아에서의 ATP 합성(산화적 인산화)
공통점	<ul style="list-style-type: none"> • 전자 전달계에서 전자가 연속적인 산화 환원 반응을 통해 이동하며, 이 과정에서 방출된 에너지는 생체막(틸라코이드 막, 미토콘드리아 내막)을 경계로 H⁺의 농도 기울기를 형성하는 데 사용된다. • 화학 삼투에 의해 H⁺이 ATP 합성 효소를 통해 확산되면서 ATP가 합성된다. 	
전자 공여체	H ₂ O	NADH, FADH ₂
최종 전자 수용체	NADP ⁺	O ₂
전자 전달계를 통한 H ⁺ 의 이동 방향	스트로마 → 틸라코이드 내부	미토콘드리아 기질 → 막 사이 공간
ATP 합성 효소를 통한 H ⁺ 의 이동 방향	틸라코이드 내부 → 스트로마	막 사이 공간 → 미토콘드리아 기질

테마 대표 문제

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

캘빈 회로에서 RuBP, 3PG, PGAL이 전환되는 과정과 각 단계에서 사용되는 CO₂, ATP, NADPH의 분자 수를 알고 있어야 한다.

▶ 간략 풀이

X는 3PG, Y는 PGAL, Z는 RuBP이고, ㉠은 3이다.

✕ X는 3PG이다.

○ ㉠은 3이다.

✕ 1분자당 $\frac{\text{PGAL(Y)의 탄소 수}}{\text{RuBP(Z)의 인산기 수}} = \frac{3}{2}$ 이다.

정답 | ㉡

| 2023학년도 6월 모의평가 |

다음은 캘빈 회로에 대한 자료이다. X~Z는 RuBP, PGAL, 3PG를 순서 없이 나타낸 것이다.

- 6분자의 X가 6분자의 Y로 전환되는 과정에서 사용되는 NADPH 분자 수는 6이다.
- 3분자의 Z가 6분자의 X로 전환되는 과정에서 고정되는 CO₂ 분자 수는 ㉠이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. X는 PGAL이다.
- ㄴ. ㉠은 3이다.
- ㄷ. 1분자당 $\frac{\text{Y의 탄소 수}}{\text{Z의 인산기 수}} = 3$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

0 짧은 풀이 문제로 유형 익히기

정답과 해설 12쪽

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

캘빈 회로의 물질 전환 과정을 문장으로 제시하였다는 점에서 대표 문제와 유사하지만 RuBP의 재생과 3PG의 환원 단계를 제시하였다는 점에서 대표 문제와 다르다.

▶ 배경 지식

- 캘빈 회로는 ATP와 NADPH를 이용하여 CO₂를 환원시켜 포도당을 만드는 과정이다.
- 캘빈 회로는 '탄소 고정, 3PG의 환원, RuBP의 재생' 세 단계가 반복해서 일어난다.

▶ 23072-0069

다음은 캘빈 회로에 대한 자료이다. X~Z는 3PG, PGAL, RuBP를 순서 없이 나타낸 것이다.

- 5분자의 X가 3분자의 Y로 전환되는 과정에서 사용되는 ATP 분자 수는 ㉠이다.
- 6분자의 Z가 6분자의 X로 전환되는 과정에서 사용되는 ATP 분자 수는 6이고, NADPH 분자 수는 ㉡이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. Y가 Z로 전환되는 과정에서 CO₂ 고정이 일어난다.
- ㄴ. ㉠+㉡=11이다.
- ㄷ. 1분자당 $\frac{\text{인산기 수}}{\text{탄소 수}}$ 는 X가 Y보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 23072-0070

표 (가)는 세포 소기관 A와 B에서 특징 ㉠과 ㉡의 유무를 나타낸 것이고, (나)는 ㉠과 ㉡을 순서 없이 나타낸 것이다. A와 B는 미토콘드리아와 엽록체를 순서 없이 나타낸 것이다.

특징 \ 세포 소기관	A	B
㉠	○	?
㉡	?	×

(O: 있음, X: 없음)

특징(㉠, ㉡)
• 그라나를 갖는다.
• ATP 합성 효소가 있다.

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

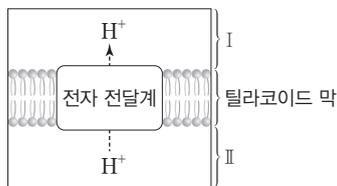
- ㄱ. ㉠은 'ATP 합성 효소가 있다.'이다.
- ㄴ. A에서 CO₂의 환원이 일어난다.
- ㄷ. B에서 빛에너지가 화학 에너지로 전환된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23072-0071

그림은 어떤 식물의 명반응에서 전자 전달계를 통한 H⁺의 이동 방향을 나타낸 것이다. I과 II는 스트로마와 틸라코이드 내부를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

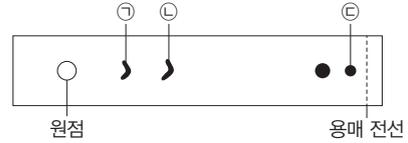
- ㄱ. I에 리보솜이 있다.
- ㄴ. II에서 물의 광분해가 일어난다.
- ㄷ. 전자가 전자 전달계를 거치는 동안 H⁺은 II에서 I로 능동 수송된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23072-0072

그림은 어떤 식물 잎의 광합성 색소를 유기 용매로 전개시킨 종이 크로마토그래피의 결과를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 엽록소 a, 엽록소 b, 카로틴을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 각 색소의 전개율은 원점에서 용매 전선까지의 거리에 대한 원점에서 각 색소까지의 거리이다.)

보기

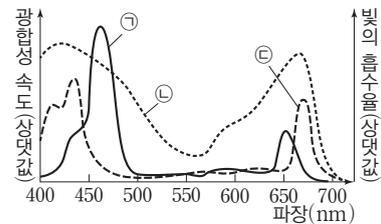
- ㄱ. ㉠은 엽록소 b이다.
- ㄴ. 전개율은 ㉠이 ㉡보다 크다.
- ㄷ. ㉣은 보조 색소에 속한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 23072-0073

그림은 식물 P의 작용 스펙트럼과 광합성 색소의 흡수 스펙트럼을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 각각 엽록소 a의 흡수 스펙트럼, 엽록소 b의 흡수 스펙트럼, P의 작용 스펙트럼 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

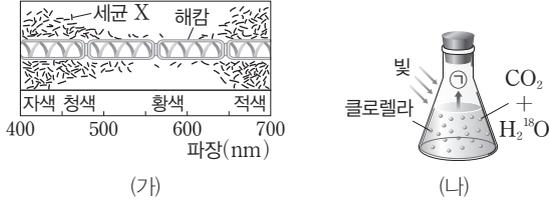
- ㄱ. ㉠은 엽록소 a의 흡수 스펙트럼이다.
- ㄴ. ㉡은 빛의 파장에 따른 P의 광합성 속도를 그래프로 나타낸 것이다.
- ㄷ. P에서 단위 시간당 생성되는 O₂의 양은 파장이 650 nm인 빛에서가 550 nm인 빛에서보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

05

▶23072-0074

그림 (가)는 세균 X와 해캄을 이용한 엽젤만의 실험을, (나)는 산소의 동위 원소인 ^{18}O 와 클로렐라를 이용한 루벤의 실험을 나타낸 것이다. ㉠은 O_2 와 $^{18}\text{O}_2$ 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

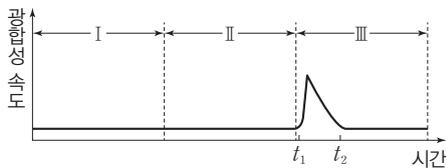
- ㄱ. (가)에서 X는 O_2 의 농도가 높은 곳에 모여들었다.
- ㄴ. (가)의 해캄에서 단위 시간당 생성되는 O_2 의 양은 청자색인 빛에서가 황색인 빛에서보다 많다.
- ㄷ. ㉠은 O_2 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

▶23072-0075

그림은 벤슨의 실험에서 어떤 식물에 빛과 CO_2 조건을 달리했을 때 시간에 따른 광합성 속도를 나타낸 것이다. 구간 I과 III에서는 ㉠과 ㉡ 중 ㉠만, 구간 II에서는 ㉡만 제공되었다. ㉠과 ㉡은 각각 빛과 CO_2 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 빛과 CO_2 이외의 조건은 동일하다.)

보기

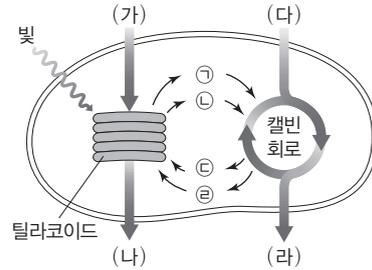
- ㄱ. ㉠은 빛이다.
- ㄴ. II에서 비순환적 전자 흐름(비순환적 광인산화)이 일어난다.
- ㄷ. 스트로마에서 ATP의 농도는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 높다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶23072-0076

그림은 엽록체에서 일어나는 광합성 과정의 일부를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 $\text{ADP}+\text{P}_i$ 과 ATP 중 하나이고, ㉢과 ㉣은 각각 NADP^+ 와 NADPH 중 하나이다. (가)~(라)는 포도당, CO_2 , H_2O , O_2 를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

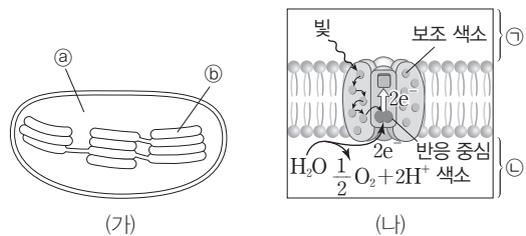
- ㄱ. ㉠은 ATP 이고, ㉡은 NADP^+ 이다.
- ㄴ. (가)와 (라)의 구성 원소에는 모두 탄소가 있다.
- ㄷ. (나)는 명반응의 최종 전자 수용체이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

08

▶23072-0077

그림 (가)는 광합성이 일어나는 어떤 식물의 엽록체 구조를, (나)는 이 엽록체의 광계에서 일어나는 명반응 과정의 일부를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 틸라코이드 내부와 스트로마 중 하나이고, ㉢과 ㉣은 각각 ㉠과 ㉡ 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

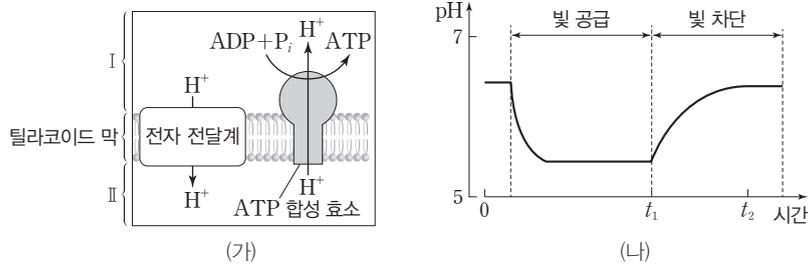
- ㄱ. ㉠에 DNA가 있다.
- ㄴ. ㉠은 ㉡이다.
- ㄷ. ㉢에서 CO_2 고정(이) 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 23072-0082

그림 (가)는 광합성이 활발한 어떤 식물의 틸라코이드 막에서 일어나는 명반응 과정의 일부를, (나)는 암실에 있던 이 식물에 빛을 공급했을 때와 차단했을 때 시간에 따른 ㉠의 pH를 나타낸 것이다. I 과 II는 각각 스트로마와 틸라코이드 내부 중 하나이고, ㉠은 I 과 II 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 빛 이외의 조건은 동일하다.)

보기

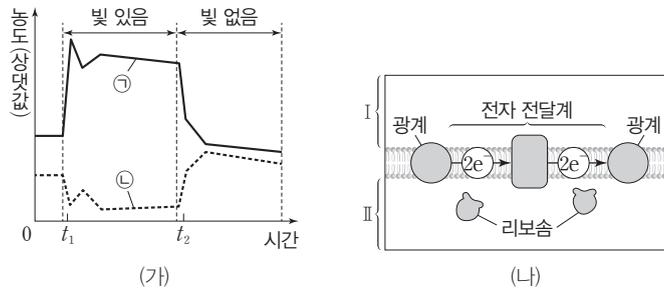
- ㄱ. ㉠은 I이다.
- ㄴ. (가)에서 H⁺이 ATP 합성 효소를 통해 II에서 I로 이동하는 방식은 촉진 확산이다.
- ㄷ. 스트로마에서 $\frac{NADPH의 양}{NADP^+의 양}$ 은 t₁일 때가 t₂일 때보다 작다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23072-0083

그림 (가)는 암실에서 배양되던 어떤 녹조류에 빛 조건을 달리하였을 때 엽록체에서 시간에 따른 물질 ㉠과 ㉡의 농도를, (나)는 이 엽록체의 틸라코이드 막에서 전자가 이동하는 과정의 일부를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 ADP와 ATP 중 하나이고, I 과 II는 스트로마와 틸라코이드 내부를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 빛 이외의 조건은 동일하다.)

보기

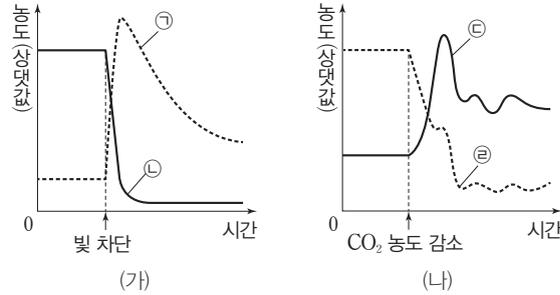
- ㄱ. 1분자당 인산기 수는 ㉡이 ㉠보다 많다.
- ㄴ. t₁일 때 II의 pH가 I의 pH보다 높다.
- ㄷ. t₂일 때 ㉠에서 ㉡으로의 전환이 II에서 일어난다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23072-0084

그림 (가)와 (나)는 광합성이 일어나고 있는 어떤 녹조류의 엽록체에서 빛과 CO₂ 조건을 변화시켰을 때 시간에 따른 3PG와 RuBP의 농도를 나타낸 것이다. ㉠~㉡은 각각 3PG와 RuBP 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.)

보기

- ㄱ. ㉠과 ㉡은 모두 3PG이다.
- ㄴ. 캘빈 회로에서 ㉠이 ㉡으로 전환되는 과정에서 NADP⁺가 생성된다.
- ㄷ. 캘빈 회로에서 ㉡이 ㉠로 전환되는 과정에서 루비스코가 작용한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 23072-0085

표는 어떤 식물의 광합성에서 일어나는 반응 (가)~(다)를 나타낸 것이다.

(가)	$ATP \rightarrow ADP + P_i$
(나)	$ADP + P_i \rightarrow ATP$
(다)	$H_2O \rightarrow 2H^+ + \frac{1}{2}O_2 + 2e^-$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

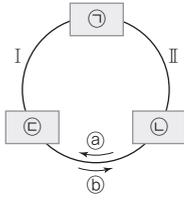
- ㄱ. (가)와 (다)는 모두 스트로마에서 일어난다.
- ㄴ. 명반응 과정에서 (나)가 일어난다.
- ㄷ. 1분자의 H₂O로부터 방출된 전자가 전자 전달계를 거쳐 최종 전자 수용체에 전달될 때 1분자의 NADPH가 생성된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶23072-0086

그림은 캘빈 회로에서 물질 전환 과정의 일부를, 표는 캘빈 회로에서 일어나는 반응 (가)와 (나)를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 3PG, PGAL, RuBP를 순서 없이 나타낸 것이며, 과정 I에서는 (가)가 일어나지 않고, 과정 II에서는 (나)가 일어나지 않는다.



(가)	$ATP \rightarrow ADP + P_i$
(나)	$NADPH \rightarrow NADP^+ + H^+ + 2e^-$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

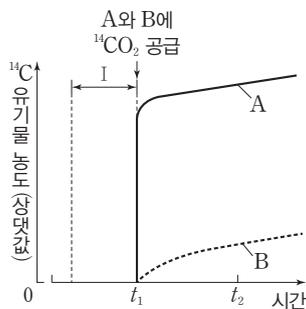
- ㄱ. 회로 반응의 방향은 ㉡이다.
- ㄴ. I에서 포도당이 합성된다.
- ㄷ. 1분자당 $\frac{\text{탄소 수}}{\text{인산기 수}}$ 는 ㉠이 ㉡보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶23072-0087

그림은 암실에 있는 클로렐라 배양액 A와 B 중 A에만 구간 I 동안 빛을 공급하면서 CO₂를 제거한 후, 시점 t₁일 때부터 A와 B에 각각 빛을 차단하고 ¹⁴CO₂를 공급하면서 ¹⁴C가 포함된 유기물 농도를 시간에 따라 측정하여 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.)

보기

- ㄱ. A의 구간 I에서 순환적 전자 흐름(순환적 광인산화)이 일어났다.
- ㄴ. A에서 NADPH의 농도는 t₂일 때가 t₁일 때보다 높다.
- ㄷ. t₂일 때 B에서 RuBP가 3PG로 전환되는 과정이 일어났다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 23072-0088

다음은 미토콘드리아와 엽록체의 ATP 합성에 대한 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

- (가) pH ①인 수용액이 들어 있는 플라스크 I과 II, pH ②인 수용액이 들어 있는 플라스크 III과 IV를 준비한다.
- (나) 쥐의 간세포에서 분리한 미토콘드리아를 I에, 장미 잎의 엽록체에서 분리한 틸라코이드를 II에 넣고, 미토콘드리아 내부와 틸라코이드 내부의 pH가 각각 수용액의 pH와 같아질 때까지 담가 둔다.
- (다) (나)의 미토콘드리아를 III으로, 틸라코이드를 IV로 옮긴다.
- (라) (다)의 III과 IV를 암실로 옮긴 직후, ADP와 P_i를 충분히 첨가하였더니 IV에서만 ATP가 검출되었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, (나)의 미토콘드리아에서는 TCA 회로 반응의 물질이 고갈되었다.)

보기

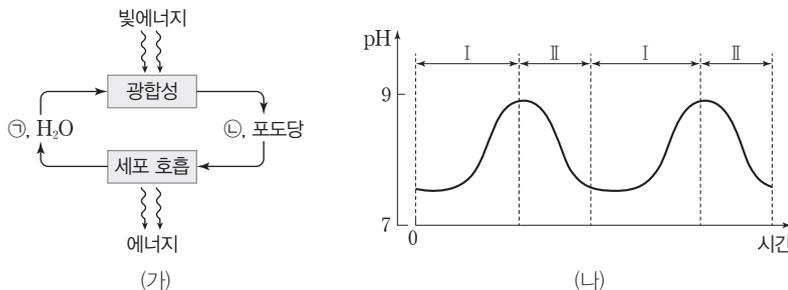
- ㄱ. ①이 ②보다 작다.
- ㄴ. (라)의 III에서 산화적 인산화가 일어났다.
- ㄷ. (라)의 IV에서 화학 삼투에 의한 인산화가 일어났다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 23072-0089

그림 (가)는 광합성과 세포 호흡에서의 에너지와 물질의 이동을 나타낸 것이고, (나)는 광합성 생물이 서식하는 어떤 연못물에서 2일간 측정된 낮과 밤 동안의 pH 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 CO₂와 O₂를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉢은 물에 녹았을 때 물의 H⁺ 농도를 증가시킨다. I과 II는 각각 낮과 밤 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 빛 이외의 조건은 동일하다.)

보기

- ㄱ. 물의 광분해에 의해 ㉡이 생성된다.
- ㄴ. II는 낮이다.
- ㄷ. I에서 광합성 생물에 의한 ㉠의 흡수량이 ㉠의 방출량보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

06

유전 물질

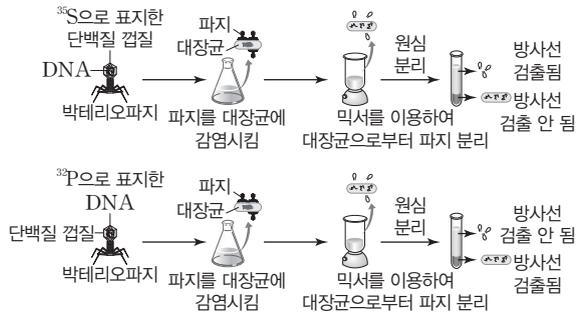
1 원핵세포와 진핵세포의 유전체

- (1) 유전체는 한 개체의 유전 정보가 저장되어 있는 DNA 전체이다.
- (2) 원핵세포와 진핵세포의 유전체 비교
 - ① 일반적으로 진핵세포의 유전체는 원핵세포의 유전체보다 크기가 크고, 유전자 수가 많다.
 - ② 진핵세포의 유전체는 선형 DNA 여러 개로 구성되어 있는 반면, 대부분의 원핵세포의 유전체는 원형 DNA 1개로 구성되어 있고, 플라스미드라는 작은 원형 DNA가 있는 경우도 있다.
 - ③ 진핵세포의 유전자에는 인트론이 포함되어 있다.



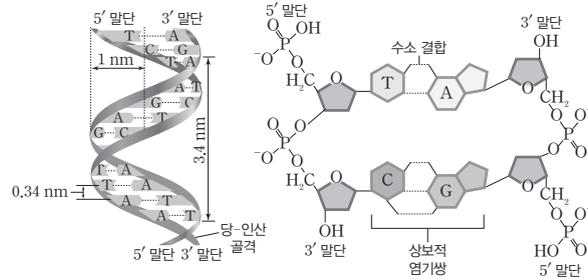
2 유전 물질(DNA) 확인 실험

- (1) 그리피스의 실험(1928년): 열처리로 죽은 S형 균의 어떤 물질이 R형 균을 S형 균으로 형질 전환시켰음을 확인하였다.
- (2) 에이버리의 실험(1944년): 열처리로 죽은 S형 균의 추출물에 DNA 분해 효소를 처리한 후 살아 있는 R형 균과 함께 생쥐에 주사했을 때 생쥐가 산 것을 통해 형질 전환을 일으키는 물질이 DNA라고 결론내렸다.
- (3) 허시와 체이스의 실험(1952년): ³⁵S로 표지한 파지의 단백질 껍질과 ³²P로 표지한 파지의 DNA 중 파지의 DNA만 대장균 안으로 들어가 증식을 일으키는 것을 확인하고, 유전 물질은 DNA임을 증명했다.



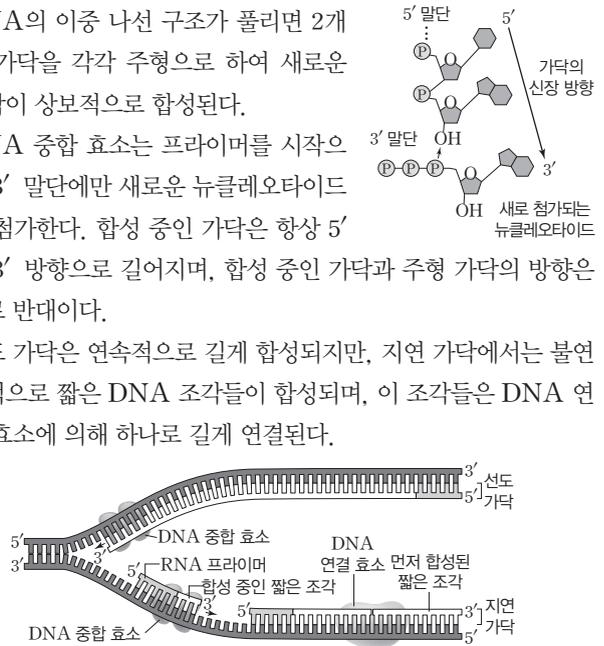
3 DNA의 구조

- (1) 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드가 나선형으로 꼬여 이중 나선 구조를 이룬다.
- (2) 당-인산 골격은 바깥쪽에, 염기쌍은 안쪽에 위치한다.
- (3) 두 가닥은 방향이 서로 반대이며, 퓨린 계열 염기(A, G)와 피리미딘 계열 염기(T, C)가 상보적으로 결합한다.
- (4) 염기 조성 비율: A=T, G=C, A+G=T+C=50%

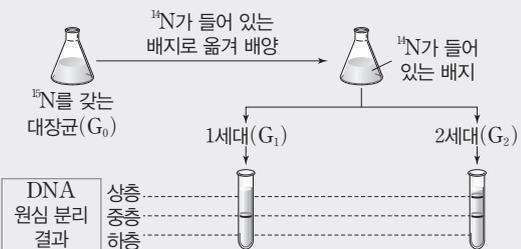


4 DNA의 복제

- (1) DNA의 이중 나선 구조가 풀리면 2개의 가닥을 각각 주형으로 하여 새로운 가닥이 상보적으로 합성된다.
- (2) DNA 중합 효소는 프라이머를 시작으로 3' 말단에만 새로운 뉴클레오타이드를 첨가한다. 합성 중인 가닥은 항상 5' → 3' 방향으로 길어지며, 합성 중인 가닥과 주형 가닥의 방향은 서로 반대이다.
- (3) 선도 가닥은 연속적으로 길게 합성되지만, 지연 가닥에서는 불연속적으로 짧은 DNA 조각들이 합성되며, 이 조각들은 DNA 연결 효소에 의해 하나로 길게 연결된다.



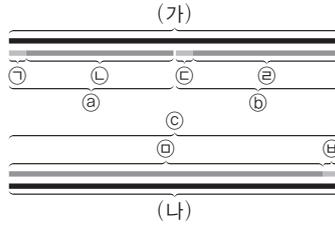
THE 알기 메셀슨과 스타일의 DNA 복제 실험



- 실험 과정
 - ① ¹⁵N가 포함된 배양액에서 여러 세대 배양하여 염기의 N가 ¹⁵N로 표지된 대장균(G₀)을 얻는다.
 - ② G₀을 ¹⁴N가 포함된 배양액으로 옮긴 후 첫 번째 분열시켜 1세대 대장균(G₁)을 얻고, 두 번째 분열시켜 2세대 대장균(G₂)을 얻는다.
 - ③ 각 세대 대장균의 DNA를 추출하여 원심 분리한다.
- 결론: 새로 만들어진 DNA 이중 나선의 두 가닥 중 한 가닥은 주형 가닥이고, 다른 한 가닥은 새로 합성된 가닥이다. → DNA는 반보존적으로 복제됨을 알 수 있다.

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

- (가)와 (나)는 복제 주형 가닥이고, 서로 상보적이며, 각각 90개의 염기로 구성된다.
- ㉠, ㉡, ㉢는 새로 합성된 가닥이다. ㉠, ㉢, ㉣은 프라이머이며, 염기 개수는 서로 같다. ㉠과 ㉡의 염기 개수의 합과 ㉢과 ㉣의 염기 개수의 합은 각각 45이다.
- 표는 ㉠~㉣에서 G+C 함량을 나타낸 것이다. I~III은 ㉡, ㉢, ㉣을 순서 없이 나타낸 것이다.



구분	㉠	㉢	㉣	I	II	III
G+C 함량	80 %	40 %	?	40 %	55 %	60 %

- (가)와 ㉠ 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수와 (가)와 ㉡ 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수는 같다.

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

보기

- ㄱ. ㉡가 ㉠보다 먼저 합성되었다.
- ㄴ. III은 ㉣이다.
- ㄷ. (나)에서 아데닌(A)의 개수와 타이민(T)의 개수의 합은 38이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

G+C 함량을 분수로 표현하여 각 가닥을 구성하는 염기의 개수가 몇의 배수인지를 파악해야 한다.

▶ 간략 풀이

㉠ 프라이머 ㉠이 있는 부분이 5' 말단이고, ㉡와 ㉢는 지연 가닥이므로 ㉡가 ㉢보다 먼저 합성되었다.

✕ ㉠, ㉢, I, II, III에서 G+C 함량을 분수로 표현하면 ㉠은 $\frac{4}{5}$, ㉢은 $\frac{2}{5}$, I은 $\frac{2}{5}$, II는 $\frac{11}{20}$, III은 $\frac{3}{5}$ 이다. 프라이머인 ㉠과 ㉢의 염기 개수는 5의 배수로 서로 같고, II의 염기 개수는 20의 배수이다. 주어진 조건을 만족하려면 (G+C)의 개수는 ㉠에서 4개, ㉢에서 2개, II에서 22개이어야 하므로 I이 ㉢, II가 ㉡, III이 ㉣이다.

㉣ ㉡와 ㉣에서 (G+C)의 개수는 각각 26개이므로 (가)와 (나)에서 (G+C)의 개수는 52개이다. (나)에서 아데닌(A)의 개수와 타이민(T)의 개수의 합은 38이다.

정답 | ③

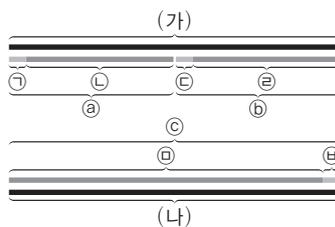
0 **답은 끝 문제로 유형 익히기**

정답과 해설 14쪽

▶ 23072-0090

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

- (가)와 (나)는 복제 주형 가닥이고, 서로 상보적이며, 각각 108개의 염기로 구성된다.
- ㉠, ㉡, ㉢는 새로 합성된 가닥이다. ㉠, ㉢, ㉣은 프라이머이며, 염기 개수는 서로 같다. ㉠과 ㉡의 염기 개수의 합과 ㉢과 ㉣의 염기 개수의 합은 각각 54이다.
- 표는 ㉠~㉣에서 $\frac{G+C}{A+T}$ 을 나타낸 것이고, ㉠, ㉢, ㉣에서 유라실(U)의 개수는 서로 같다.



구분	㉠	㉡	㉢	㉣	㉣	㉡
$\frac{G+C}{A+T}$	1	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{5}{7}$?	3

- (가)와 ㉠ 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수는 14개이다.

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

보기

- ㄱ. ㉠은 ㉢보다 (가)에 먼저 결합하였다.
- ㄴ. (나)와 ㉡ 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수는 15개이다.
- ㄷ. ㉣에서 $\frac{G+C}{A+T} < \frac{1}{2}$ 이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

DNA 복제 가닥과 이를 구성하는 염기 개수의 합을 제시하고, 각 가닥에서 (G+C)와 (A+T)의 개수를 구한다는 점에서 대표 문제와 유사하지만 $\frac{G+C}{A+T}$ 의 값과 프라이머를 구성하는 유라실(U)을 고려했다는 점에서 대표 문제와 다르다.

▶ 배경 지식

- DNA의 복제에서 프라이머는 타이민(T) 대신 유라실(U)을 갖는다.
- DNA의 합성 방향은 5' → 3' 방향이다.
- 아데닌(A)과 타이민(T) 또는 아데닌(A)과 유라실(U) 사이의 수소 결합의 개수는 2개이고, 구아닌(G)과 사이토신(C) 사이의 수소 결합의 개수는 3개이다.

01

▶23072-0091

다음은 생물 (가)와 (나)에 대한 특징을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 사람과 대장균을 순서 없이 나타낸 것이다.

- 세포 1개당 유전체의 크기는 (가)가 (나)보다 크다.
- (가)의 유전체는 선형 DNA로, (나)의 유전체는 원형 DNA로 구성되어 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)는 사람이다.
- ㄴ. (가)의 DNA는 뉴클레오솜을 형성한다.
- ㄷ. (나)의 유전체는 핵막으로 둘러싸여 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

02

▶23072-0092

다음은 바나나에서 DNA를 추출하는 실험이다.

- (가) 증류수에 주방용 세제와 소금을 넣고 잘 섞어 ㉠ 소금-세제액을 만든다.
- (나) ㉠을 적당량의 바나나와 함께 지퍼백에 넣고 충분히 섞어 준다.
- (다) (나)의 혼합액을 거름종이로 걸러 바나나 추출액을 얻는다.
- (라) 바나나 추출액을 시험관으로 옮긴 후 유리 막대를 대고 ㉡ 차가운 에탄올을 천천히 흘려 부어 ㉢ DNA를 추출한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

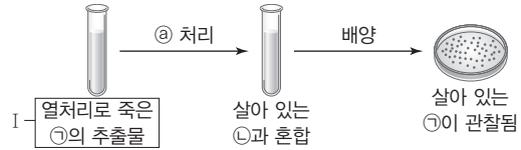
- ㄱ. ㉠은 바나나 세포의 핵막을 파괴한다.
- ㄴ. ㉠은 DNA에 결합된 단백질을 녹인다.
- ㄷ. ㉢에는 퓨린 계열 염기끼리 결합한 염기쌍이 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

03

▶23072-0093

그림은 에이버리의 실험 일부를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 R형 균과 S형 균을 순서 없이 나타낸 것이고, 살아 있는 ㉠을 쥐에게 주사하면 쥐는 죽는다. ㉢은 단백질 분해 효소와 DNA 분해 효소 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉡은 병원성이 없다.
- ㄴ. ㉢은 단백질 분해 효소이다.
- ㄷ. I에는 형질 전환을 일으키는 물질이 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23072-0094

그림은 파지(박테리오파지)를 이용한 허시와 체이스의 실험을, 표는 시험관 A와 B의 상층액과 침전물에서 방사선 검출 여부를 나타낸 것이다. I과 II는 각각 A와 B 중 하나이다.



구분	I	II
상층액	○	×
침전물	×	○

(○: 검출됨, ×: 검출 안 됨)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

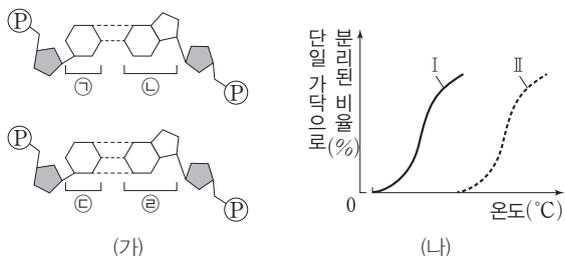
- ㄱ. I은 B이다.
- ㄴ. ³²P은 파지의 DNA를 표지하는 데 이용된다.
- ㄷ. B의 대장균에는 ㉠의 단백질이 존재한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

05

▶ 23072-0095

그림 (가)는 염기쌍의 수가 같은 이중 가닥 DNA I과 II에 있는 2개의 염기쌍을, (나)는 I과 II가 들어 있는 용액의 온도를 높였을 때 단일 가닥으로 분리된 비율을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 서로 다른 염기이고, I에서 퓨린 계열 염기의 개수는 60개이다. 이중 가닥 DNA는 염기 간 수소 결합의 수가 많을수록 더 높은 온도에서 단일 가닥으로 완전히 분리된다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하며, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. I에서 피리미딘 계열 염기의 함량은 50%이다.
- ㄴ. II는 60개의 염기쌍으로 이루어져 있다.
- ㄷ. ㉠의 염기 비율은 I에서가 II에서보다 낮다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 23072-0096

다음은 이중 가닥 DNA X에 대한 자료이다.

- X는 서로 상보적인 단일 가닥 I과 II로 구성되며, 240개의 염기쌍으로 이루어져 있다.
- I에서 피리미딘 계열 염기의 개수는 130개이고, $\frac{T}{C+G} = \frac{1}{4}$ 이다.
- II에서 $\frac{T}{A} = 1$ 이다.

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

보기

- ㄱ. I에서 아데닌(A)의 개수는 40개이다.
- ㄴ. II에서 $\frac{G+C}{A+T} = 2$ 이다.
- ㄷ. X에서 염기 간 수소 결합의 총개수는 640개이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 23072-0097

표는 이중 가닥 DNA의 모형 X를 만들기 위해 준비한 디옥시리보스, 인산, 수소 결합 막대, 염기 ㉠~㉣ 부품 각각의 개수를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 각각 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T) 중 하나이고, X는 표의 부품으로 만들 수 있는 정상적인 이중 가닥 DNA 모형 중 염기쌍의 수가 가장 많은 모형이다. X에서 $\frac{㉣+㉤}{㉠+㉡} > 1$ 이다.

부품	개수	부품	개수
디옥시리보스	70	㉠	24
인산	100	㉡	10
수소 결합 막대	60	㉢	18
		㉣	15

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 아데닌(A)이다.
- ㄴ. ㉣은 ㉤과 상보적인 염기이다.
- ㄷ. X에서 구아닌(G)과 사이토신(C)을 연결한 수소 결합 막대 부품의 총개수는 30개이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 23072-0098

표 (가)는 이중 가닥 DNA X를 이루는 서로 상보적인 단일 가닥 I과 II의 염기 조성을, (나)는 X의 특징을 나타낸 것이다. 염기 ㉠~㉣은 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T)을 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	DNA 가닥		특징
	I	II	
염기 조성 (개)	㉠	35	• X에서 염기 간 수소 결합의 총개수는 210개이다. • I에서 $\frac{\text{피리미딘 계열 염기의 개수}}{\text{퓨린 계열 염기의 개수}} = \frac{5}{11}$ 이다. • II에서 ㉡의 함량은 25%이다.
	㉡	?	
	㉢	15	
	㉣	?	

(가)

(나)

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

보기

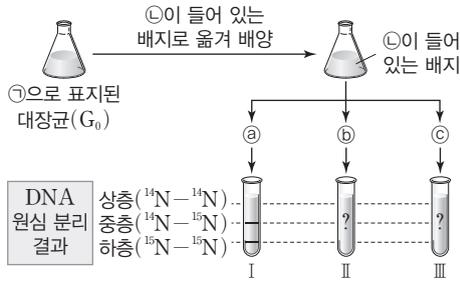
- ㄱ. ㉣은 아데닌(A)이다.
- ㄴ. II에서 $\frac{G}{C} = \frac{3}{7}$ 이다.
- ㄷ. X에서 염기의 총개수는 160개이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

09

▶23072-0099

그림은 모든 DNA가 ㉠으로 표지된 대장균(G_0)을 ㉡이 들어 있는 배지로 옮겨 배양하면서 1세대(G_1)부터 5세대(G_5)까지 대장균의 DNA를 원심 분리한 결과 중 일부를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 ^{14}N 과 ^{15}N 를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉢는 2세대(G_2)와 3세대(G_3) 중 하나이고, ㉣와 ㉤는 4세대(G_4)와 5세대(G_5)를 순서 없이 나타낸 것이다. $\frac{^{14}\text{N}-^{15}\text{N DNA 분자 수}}{^{15}\text{N}-^{15}\text{N DNA 분자 수}}$ 는 Ⅲ에서가 Ⅱ에서보다 크다.



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

보기

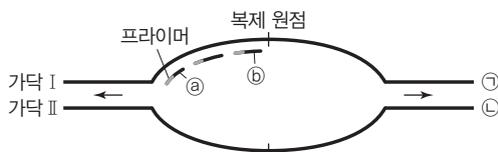
- ㄱ. ㉠은 ^{14}N 이다.
- ㄴ. ㉢는 4세대(G_4)이다.
- ㄷ. Ⅰ에서 $^{14}\text{N}-^{15}\text{N}$ DNA와 Ⅲ에서 $^{15}\text{N}-^{15}\text{N}$ DNA에서의 $\frac{A+T}{G+C}$ 의 값은 다르다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

10

▶23072-0100

그림은 단일 가닥 Ⅰ과 Ⅱ로 이루어진 DNA의 복제 원점에서 복제가 시작되어 진행되는 모습의 일부를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 3' 말단과 5' 말단 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

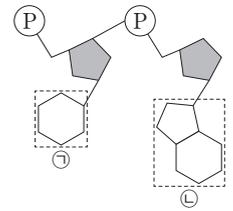
- ㄱ. ㉠은 5' 말단이다.
- ㄴ. ㉢는 ㉣보다 먼저 합성되었다.
- ㄷ. 프라이머를 구성하는 당은 디옥시리보스이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

11

▶23072-0101

그림은 150개의 염기쌍으로 구성된 이중 가닥 DNA X를 이루는 서로 상보적인 단일 가닥 Ⅰ과 Ⅱ 중 Ⅰ의 일부를 나타낸 것이다. X에서 $\frac{G+C}{A+T} = \frac{2}{3}$ 이며, Ⅰ에서 $\frac{G}{\text{㉠}} = \frac{1}{3}$, $\frac{\text{㉡}}{C} = \frac{2}{3}$ 이고, Ⅱ에서 G의 개수는 45개이다. ㉠과 ㉡은 각각 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T) 중 하나이다.



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

보기

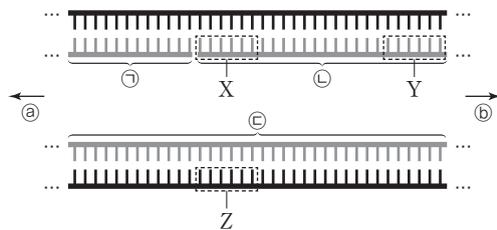
- ㄱ. ㉠은 사이토신(C)이다.
- ㄴ. Ⅰ에서 ㉡의 개수는 60개이다.
- ㄷ. Ⅱ에서 퓨린 계열 염기의 함량은 70%이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

▶23072-0102

그림은 어떤 세포에서 일어나는 이중 가닥 DNA의 복제 과정을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 새로 합성된 DNA 가닥이며, 복제의 진행 방향은 ㉡와 ㉢ 중 하나이다. ㉣의 프라이머는 X와 Y 중 하나이고, X와 Z의 염기 서열은 서로 다르다.



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

보기

- ㄱ. Y에는 유라실(U)을 가진 뉴클레오타이드가 있다.
- ㄴ. ㉠이 ㉡보다 먼저 합성되었다.
- ㄷ. ㉣의 합성 과정에서 DNA 중합 효소는 ㉢ 방향으로 이동한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

01

▶ 23072-0103

표는 생물 (가)와 (나)에서 플라스미드와 히스톤 단백질의 유무를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 사람과 대장균 중 하나이다.

구분	플라스미드	히스톤 단백질
(가)	×	㉠
(나)	○	?

(○: 있음, ×: 없음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 '○'이다.
- ㄴ. (나)의 유전체에는 오피론이 있다.
- ㄷ. 플라스미드를 구성하는 당은 디옥시리보스이다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23072-0104

다음은 진정세균에 속하는 폐렴 쌍구균 ㉠과 ㉡을 이용한 형질 전환 실험이다.

• ㉠과 ㉡은 R형 균과 S형 균을 순서 없이 나타낸 것이다.

[실험 과정 및 결과]

(가) 열처리하여 죽은 ㉠의 추출물을 배양액 I~Ⅲ에 나누어 담은 후, 각 배양액에 효소 ㉢~㉤를 표와 같이 첨가하여 충분한 시간 동안 둔다. ㉢~㉤는 다당류 분해 효소, DNA 분해 효소, RNA 분해 효소를 순서 없이 나타낸 것이다.

배양액	죽은 ㉠의 추출물에 첨가한 효소		
	㉢	㉣	㉤
I	○	○	×
Ⅱ	×	○	○
Ⅲ	○	×	×

(○: 첨가함, ×: 첨가 안 함)

(나) I~Ⅲ에서 효소 활성을 제거한 다음 살아 있는 ㉡을 각각 첨가한 후, 주사액을 만든다.

(다) (나)의 주사액을 생쥐 A~C에 주사한 후, A~C의 생존 여부를 조사한 결과는 표와 같다.

생쥐	주사액	생쥐의 생존 여부
A	I + 살아 있는 ㉡	산다.
B	Ⅱ + 살아 있는 ㉡	죽는다.
C	Ⅲ + 살아 있는 ㉡	산다.

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

보기

- ㄱ. ㉤는 DNA를 분해한다.
- ㄴ. ㉠과 ㉡에는 모두 펩티도글리칸이 있다.
- ㄷ. 생쥐 B에는 형질이 전환된 폐렴 쌍구균이 있다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

03

▶23072-0105

다음은 어떤 세포에서 복제 중인 이중 가닥 DNA의 일부인 DNA X에 대한 자료이다.

- X는 서로 상보적인 단일 가닥 X₁과 X₂로 구성되어 있고, X₁과 X₂는 각각 24개의 염기로 이루어져 있다.
- X₁ 또는 X₂ 중 하나의 염기 서열은 다음과 같다. ㉠과 ㉡은 각각 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T) 중 하나이고, (가)와 (나)는 각각 3' 말단과 5' 말단 중 하나이다.



- X₁을 주형으로 하여 I이, X₂를 주형으로 하여 II와 III이 합성된다. I은 염기 24개, II와 III은 각각 염기 12개로 구성된다.
- I에서 $\frac{A+G}{T+C} = \frac{3}{8}$ 이다.
- 프라이머 ㉠은 I에, 프라이머 ㉡는 II에, 프라이머 ㉢는 III에 존재하고, ㉠~㉣는 각각 4개의 염기로 구성된다. ㉠과 ㉡는 각각 2종류의 염기로, ㉢는 3종류의 염기로만 구성된다.

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

보기

- ㄱ. (가)는 5' 말단이다.
- ㄴ. X를 구성하는 염기 중 구아닌(G)은 13개이다.
- ㄷ. II가 III보다 먼저 합성되었다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23072-0106

다음은 DNA 복제 방식에 대한 두 가지 가설을 검증하기 위해 실시한 실험을 나타낸 것이다.

[가설]

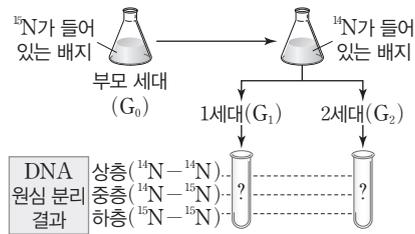
- 보존적 가설: DNA 이중 나선 전체를 주형으로 하여 새로운 DNA 이중 나선이 만들어진다.
- 반보존적 가설: DNA 이중 나선의 두 가닥이 풀리고 각각의 가닥을 주형으로 상보적인 사슬이 만들어져 2개의 이중 나선이 형성된다.

[실험 과정]

¹⁵N가 들어 있는 배양액에서 대장균(G₀)을 배양한다. 이 대장균을 ¹⁴N가 들어 있는 배양액으로 옮겨 배양하여 1세대 대장균(G₁)과 2세대 대장균(G₂)을 얻은 후, G₁과 G₂에서 DNA를 추출하여 각각 원심 분리하였다.

[실험 결과]

G₁의 DNA를 추출하여 원심 분리하였을 때, 중층에만 DNA가 존재하고 상층과 하층에 DNA가 존재하지 않아 가설 ㉠은 폐기되었다. ㉠은 보존적 가설과 반보존적 가설 중 하나이다.



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

보기

- ㄱ. ㉠은 보존적 가설이다.
- ㄴ. G₂의 전체 DNA 중 하층에 존재하는 DNA의 비율은 50%이다.
- ㄷ. G₂를 ¹⁵N가 들어 있는 배양액으로 옮겨 3회 연속 배양한 후 얻은 5세대 대장균(G₅)의 DNA를 추출하여 원심 분리하였을 때, $\frac{\text{중층의 DNA 양}}{\text{하층의 DNA 양}} = \frac{3}{5}$ 이다.

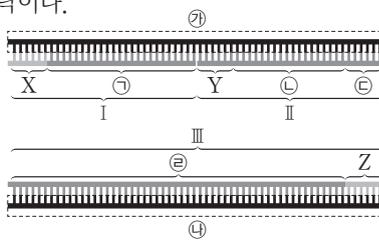
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 23072-0107

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

- ㉗와 ㉘는 복제 주형 가닥이고, 서로 상보적이다. I ~ III은 새로 합성된 가닥이다.
- ㉗와 ㉘의 염기 개수는 각각 60개이고, 프라이머 X~Z는 각각 6개, ㉙은 24개, ㉚은 18개, ㉛은 6개, ㉜은 54개의 염기로 구성된다.
- X~Z는 각각 2종류의 염기로만 구성되고, I 과 II는 각각 4종류의 염기로 구성된다.
- X와 Y는 서로 상보적인 염기 서열을 갖고, X는 ㉙과 동일한 염기 서열을 가진다.
- X와 ㉗ 사이의 염기 간 수소 결합의 개수는 16개이고, ㉙은 2종류의 염기로만 구성되며, ㉙에서 $\frac{A+T}{C} = \frac{2}{7}$ 이다.
- I에서 $\frac{A+T}{G+C} = \frac{2}{3}$ 이고, III에서 $\frac{A+T}{G+C} = \frac{9}{20}$ 이다.



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

보기

- ㄱ. I이 II보다 먼저 합성되었다.
- ㄴ. ㉙과 ㉗ 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수는 50개이다.
- ㄷ. ㉙에서 $\frac{T}{C+G} = \frac{1}{4}$ 이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

▶ 23072-0108

다음은 DNA X, DNA Y, mRNA Z에 대한 자료이다.

- 이중 가닥 DNA X는 서로 상보적인 단일 가닥 X₁과 X₂로, 이중 가닥 DNA Y는 서로 상보적인 단일 가닥 Y₁과 Y₂로 구성되어 있다.
- X와 Y의 염기 개수는 같다.
- X와 Y 중 하나로부터 Z가 전사되었고, 염기 개수는 X가 Z의 2배이다.
- X₁에서 구아닌(G)의 개수는 130개이다.
- ㉑와 ㉒ 중 하나는 A+G, 나머지 하나는 T+C이다.
- X₂에서 $\frac{㉑}{㉒} = \frac{3}{5}$ 이고, 타이민(T)의 개수는 80개이다.
- Y₁에서 사이토신(C)의 개수는 220개이다.
- Y₂에서 $\frac{㉑}{㉒} = \frac{1}{3}$ 이고, 아데닌(A)의 개수는 타이민(T)의 개수의 2배이다.
- Z에서 $\frac{G}{U} = \frac{1}{2}$ 이고, 사이토신(C)의 개수는 아데닌(A)의 개수보다 많다.

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

보기

- ㄱ. Y₂에서 $\frac{A}{C} = 5$ 이다.
- ㄴ. Z가 만들어질 때 주형으로 사용된 DNA 가닥은 Y₁이다.
- ㄷ. X에서 염기 간 수소 결합의 총개수는 1340개이다.

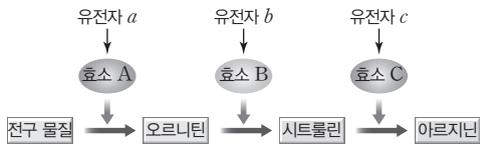
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

유전자 발현

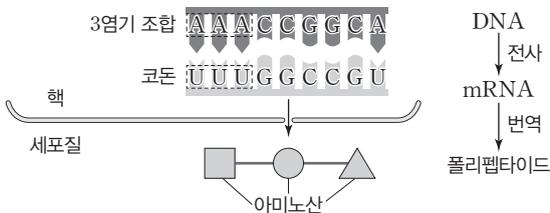
1 유전자와 형질 발현

- (1) **유전자:** 폴리펩타이드와 RNA를 만드는 데 이용되는 DNA의 특정 염기 서열로, 부모로부터 자손에게 물려지는 유전 정보의 단위이다.
- (2) **형질 발현:** 유전자의 유전 정보를 활용해 폴리펩타이드를 합성하고, 합성된 폴리펩타이드에 의해 생물의 형질이 드러나는 과정이다.
- (3) **1유전자 1효소설:** 비둘기와 테이텀은 다양한 붉은뺨곰팡이 돌연변이주의 대사 과정을 연구한 결과 하나의 유전자는 한 가지 효소 합성에 관한 정보를 가진다는 1유전자 1효소설을 주장하였다.



2 유전 정보의 흐름

- (1) **유전부호:** 3개의 염기가 한 조가 되어 20종류의 아미노산 각각을 암호화한 것이다.
 - ① 3염기 조합: 연속된 3개의 염기로 된 DNA의 유전부호이다.
 - ② 코돈: DNA의 3염기 조합에서 전사된 mRNA 상의 3개의 염기로 이루어진 유전부호로, DNA의 3염기 조합에 대해 상보적인 염기 서열로 되어 있다.
 - ③ AUG는 단백질 합성을 시작하는 개시 코돈이면서 메싸이오닌을 지정하고, UAA, UAG, UGA는 아미노산을 지정하지 않는 종결 코돈이다.
- (2) **유전 정보의 중심 원리:** DNA의 유전 정보는 전사를 통해 mRNA로 전달되고, 이 mRNA가 폴리펩타이드 합성(번역)에 이용된다.
 - ① 전사: 유전자로부터 RNA가 만들어지는 과정으로, 진핵생물은 핵 내부에서, 원핵생물은 세포질에서 일어난다.
 - ② 번역: mRNA의 유전부호에 따라 폴리펩타이드가 합성되는 과정이며, 세포질에서 일어난다.

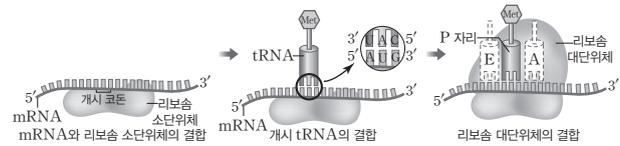


3 전사

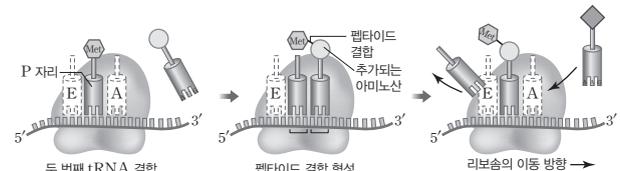
- (1) **개시:** RNA 중합 효소가 프로모터에 결합하고 DNA 이중 가닥이 풀리면, 한쪽 가닥을 주형으로 RNA 합성을 시작한다.
- (2) **신장:** RNA 중합 효소가 DNA를 따라 이동하면서 이중 나선을 풀고, DNA의 주형 가닥에 상보적인 RNA 뉴클레오타이드를 연결시켜 RNA 가닥을 합성한다. 풀린 DNA는 다시 감긴다.
- (3) **종결:** RNA 중합 효소가 DNA로부터 떨어져 나오고, 생성된 RNA가 분리된다.
- (4) **RNA 가공:** 진핵세포에서는 처음 전사된 RNA 중 인트론 부위가 제거되면서 엑손만으로 이루어진 mRNA가 된다.

4 번역

- (1) **개시:** mRNA가 리보솜 소단위체에 결합하고 메싸이오닌이 결합된 개시 tRNA가 개시 코돈(AUG)과 결합한다. 이후 리보솜 대단위체가 결합하여 폴리펩타이드 합성이 시작된다.



- (2) **신장:** 새로운 tRNA가 리보솜의 A 자리에 아미노산을 공급하면, 기존 P 자리의 tRNA에 있는 폴리펩타이드와 결합하여 폴리펩타이드 사슬이 신장된다. 이후 리보솜은 mRNA의 3' 말단 방향으로 이동한다.



- (3) **종결:** A 자리에 종결 코돈(UAA, UAG, UGA)이 오면 폴리펩타이드 합성은 완료된다.

THE 알기

유전부호의 해독 실험



- 단백질 합성계(단백질 합성에 필요한 물질)에 유라실(U)로만 이루어진 합성 mRNA(5' - UUUUUUUU - 3')를 넣었더니 페닐알라닌으로만 이루어진 폴리펩타이드가 만들어졌다.
- 단백질 합성계에 아데닌(A)으로만 이루어진 합성 mRNA(5' - AAAAAAAAAA - 3')를 넣었더니 라이신으로만 이루어진 폴리펩타이드가 만들어졌다.
- ➔ UUU는 페닐알라닌, AAA는 라이신을 지정함을 알 수 있다.

다음은 이중 가닥 DNA x 와 mRNA y 에 대한 자료이다.

- x 는 서로 상보적인 단일 가닥 x_1 과 x_2 로 구성되어 있다.
- x_1 과 x_2 중 하나로부터 y 가 전사되었고, 염기 개수는 x 가 y 의 2배이다.
- x 에서 $\frac{\text{㉠}+\text{㉡}}{\text{㉢}+\text{㉣}} = \frac{4}{5}$ 이다. ㉠~㉣은 아데닌(A), 사이토신(C), 구아닌(G), 타이민(T)을 순서 없이 나타낸 것이다.
- x_1 에서 A의 개수는 T의 개수보다 많고, C의 개수는 G의 개수보다 많다.
- 표는 y 를 구성하는 염기 수를 나타낸 것이다.

염기	㉠	㉡	㉢	㉣	U
염기 수	11	13	0	14	㉤

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. ㉤는 16이다.
- ㄴ. ㉠은 구아닌(G)이다.
- ㄷ. y 는 x_2 로부터 전사되었다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

mRNA y 에서 ㉣의 개수가 0이므로 ㉣은 T이고, ㉤은 A임을 파악해야 한다.

▶ 간략 풀이

㉠ (㉠+㉡)은 (G+C)이므로 y 에서 $24(=11+13)$ 이고, x 에서 $\frac{\text{㉠}+\text{㉡}}{\text{㉢}+\text{㉣}} = \frac{4}{5}$ 이므로 y 에서 (A+U)은 30이 되어야 한다. y 에서 A(=㉤)의 개수가 14이므로 U의 개수인 ㉤은 16이다.
 ✕ x_1 에서 C의 개수는 G의 개수보다 많고, y 는 x_1 로부터 전사되었으므로 y 에서는 G의 개수가 C의 개수보다 많아야 한다. 따라서 ㉠은 사이토신(C), ㉡은 구아닌(G)이다.
 ✕ x_1 에서 A의 개수는 T의 개수보다 많고, y 에서 A(=㉤)의 개수는 U의 개수보다 적으므로 y 는 x_1 로부터 전사되었다.

정답 | ①

0 닳은 꼴 문제로 유형 익히기

▶ 23072-0109

다음은 이중 가닥 DNA x 와 mRNA y 에 대한 자료이다.

- x 는 서로 상보적인 단일 가닥 x_1 과 x_2 로 구성되어 있다.
- x_1 과 x_2 중 하나로부터 y 가 전사되었고, 염기 개수는 x 가 y 의 2배이다.
- x 에서 $\frac{\text{㉠}+\text{㉡}}{\text{㉢}+\text{㉣}} = \frac{4}{9}$ 이고, 염기 간 수소 결합의 총개수는 315개이다. ㉠~㉣은 아데닌(A), 사이토신(C), 구아닌(G), 타이민(T)을 순서 없이 나타낸 것이다.
- x_1 에서 $\frac{C}{T} > \frac{G}{A}$ 이고, y 에서 $\frac{㉢}{㉣} = \frac{3}{7}$ 이다.
- y 의 전사 주형 가닥에서 피리미딘 계열 염기의 개수는 퓨린 계열 염기의 개수보다 많다.
- 표는 y 를 구성하는 염기 수를 나타낸 것이다.

염기	㉠	㉡	㉢	㉣	U
염기 수	21	㉤	㉥	46	㉦

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. x 를 구성하는 염기쌍의 개수는 117개이다.
- ㄴ. ㉤은 구아닌(G)이다.
- ㄷ. y 는 x_1 로부터 전사되었다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

이중 가닥 DNA x 와 이로부터 전사된 mRNA y 에 대한 자료를 제시했다는 점에서 대표 문제와 유사하지만 x 에서 염기 간 수소 결합의 총개수를 제시했다는 점, 피리미딘 계열 염기의 개수와 퓨린 계열 염기의 개수를 비교한 조건을 제시했다는 점에서 대표 문제와 다르다.

▶ 배경 지식

- mRNA에서 T의 개수는 0개이다.
- DNA에서 $\frac{T+C}{A+G} = \frac{T+G}{A+C} = 1$ 이다.
- 아데닌(A)과 구아닌(G)은 퓨린 계열의 염기이고, 사이토신(C)과 타이민(T)은 피리미딘 계열의 염기이다.
- 아데닌(A)과 타이민(T) 또는 아데닌(A)과 유라실(U) 사이의 수소 결합의 개수는 2개이고, 구아닌(G)과 사이토신(C) 사이의 수소 결합의 개수는 3개이다.

01

▶23072-0110

그림은 붉은빵곰팡이에서 아르지닌이 합성되는 과정을, 표는 최소 배지에서 물질 ㉠과 ㉡의 첨가에 따른 야생형과 돌연변이주 I과 II의 생장 여부를 나타낸 것이다. I과 II는 각각 유전자 a~c 중 서로 다른 하나에만 돌연변이가 일어난 것이며, ㉠과 ㉡은 각각 오르니틴과 시트룰린 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이가 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.)

보기

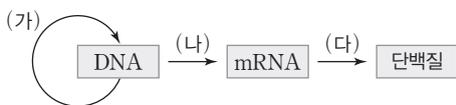
- ㄱ. ㉠은 시트룰린이다.
- ㄴ. I은 b에 돌연변이가 일어난 붉은빵곰팡이이다.
- ㄷ. 최소 배지에서 II를 배양하였을 때 ㉡이 합성된다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶23072-0111

그림은 진핵세포에서 일어나는 유전 정보의 중심 원리를 나타낸 것이다. 과정 (가)~(다)는 각각 DNA 복제, 전사, 번역 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

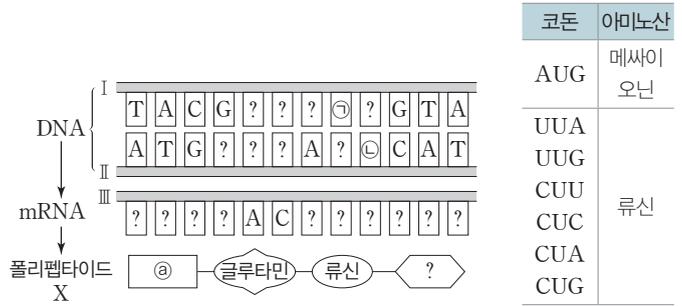
- ㄱ. (가)는 DNA 중합 효소가 프로모터에 결합하면서 시작된다.
- ㄴ. (나)는 세포질에서 일어난다.
- ㄷ. (다)에 리보솜이 관여한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶23072-0112

그림은 사람에서 DNA의 유전 정보에 따라 폴리펩타이드 X가 합성되는 과정을 나타낸 것이다. 개시 코돈은 AUG이고, 표는 메싸이오닌과 류신을 지정하는 코돈을 모두 나타낸 것이다.



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

보기

- ㄱ. ㉠은 메싸이오닌이다.
- ㄴ. ㉠과 ㉡은 모두 퓨린 계열의 염기이다.
- ㄷ. III의 전사 주형 가닥은 II이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

04

▶23072-0113

표는 진핵세포에서 일어나는 폴리펩타이드의 합성 과정에 대한 설명이다. ㉠~㉣은 mRNA, rRNA, tRNA를 순서 없이 나타낸 것이다.

리보솜은 ㉠과 단백질로 구성되고, 리보솜은 ㉠과 결합한 후, 아미노산을 운반하는 ㉡과 결합하여 폴리펩타이드를 합성한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

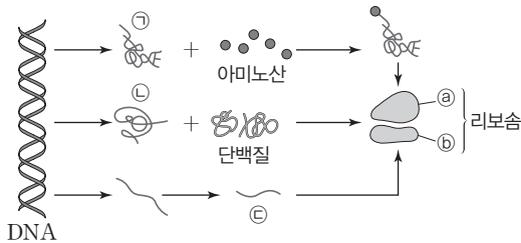
- ㄱ. 리보솜의 소단위체에는 ㉠과 결합하는 부위가 있다.
- ㄴ. ㉢은 안티코돈을 가진다.
- ㄷ. ㉠~㉣은 각각 핵과 세포질에 모두 존재한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 23072-0114

그림은 어떤 진핵세포에서 RNA ㉠~㉣이 합성되는 과정과 번역 개시 과정의 일부를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 mRNA, rRNA, tRNA를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉡는 대단위체이고, ㉢는 소단위체이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 인에서 합성된다.
- ㄴ. ㉣은 ㉡보다 ㉢와 먼저 결합한다.
- ㄷ. ㉣에는 ㉠과 상보적으로 결합하는 부분이 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 23072-0115

표는 이중 나선 DNA X를 구성하는 두 단일 가닥과 X로부터 전사된 mRNA 가닥의 염기 조성 비율을 나타낸 것이다. I~III은 X의 두 단일 가닥과 전사된 mRNA 가닥을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠~㉣은 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T)을 순서 없이 나타낸 것이다. III에서 $\frac{C}{G} = \frac{5}{7}$ 이고, ㉣은 퓨린 계열의 염기이다.

구분	염기 조성 비율(%)					계
	㉠	㉡	㉢	㉣	U	
I	?	?	15	?	㉡	100
II	15	26	㉢	38	?	100
III	?	?	?	26	0	100

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, I~III에서 뉴클레오타이드의 수는 같고, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

보기

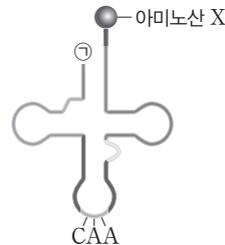
- ㄱ. ㉣은 타이민(T)이다.
- ㄴ. ㉡+㉢=47이다.
- ㄷ. 전사 주형 가닥은 III이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 23072-0116

그림은 tRNA의 입체 모형에 아미노산 X가 결합한 모습과 안티 코돈을, 표는 유전부호의 일부를 나타낸 것이다. ㉠은 3' 말단과 5' 말단 중 하나이다.



코돈	아미노산
AAC	아스파라진
CAA	글루타민
UUG	류신
GUU	발린

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

보기

- ㄱ. tRNA는 코돈을 가진다.
- ㄴ. ㉠은 5' 말단이다.
- ㄷ. X는 발린이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

08

▶ 23072-0117

다음은 진핵세포에서 DNA로부터 mRNA가 합성되는 과정을 나타낸 것이다. (가)는 핵과 세포질 중 하나이고, ㉠과 ㉣은 각각 엑손과 인트론 중 하나이다.

- DNA 이중 가닥 중 주형 가닥으로부터 RNA가 처음 만들어지는 과정은 (가)에서 일어난다.
- 처음 만들어진 RNA에서 ㉡㉠이 잘려나가고 ㉣만으로 이루어진 mRNA가 합성되는 과정은 (가)에서 일어난다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)는 세포질이다.
- ㄴ. ㉣은 엑손이다.
- ㄷ. ㉡에는 전사 인자가 필요하다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

09

▶23072-0118

표는 진핵세포에서 일어나는 생명 현상 (가)~(다)의 특징을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 DNA 복제, 전사, 번역을 순서 없이 나타낸 것이고, 효소 X와 Y는 DNA 중합 효소와 RNA 중합 효소를 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	특징
(가)	mRNA가 리보솜과 결합한다.
(나)	X가 프로모터에 결합한다.
(다)	Y는 주형 가닥을 따라 ③방향으로 이동한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

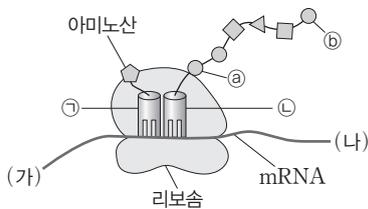
- ㄱ. (가)는 전사이다.
- ㄴ. X는 DNA 중합 효소이다.
- ㄷ. ③는 3' → 5' 방향이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

10

▶23072-0119

그림은 진핵세포에서 일어나는 폴리펩타이드 X의 합성 과정 중 형성되는 복합체를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 모두 tRNA이고, X는 메싸이오닌을 하나만 가지며, 메싸이오닌은 ㉢와 ㉣ 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 아미노산의 모양은 종류와 무관하다.)

보기

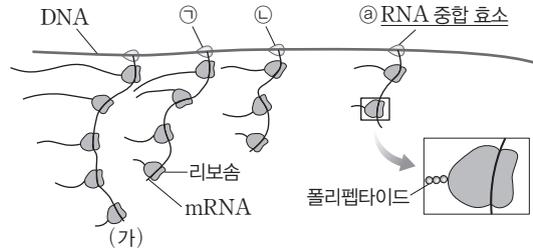
- ㄱ. ㉢는 메싸이오닌이다.
- ㄴ. ㉠은 ㉡보다 먼저 리보솜에서 방출된다.
- ㄷ. 리보솜은 (가) → (나) 방향으로 이동한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

11

▶23072-0120

그림은 세포 X에서 일어나는 유전자 발현 과정의 일부를 나타낸 것이다. (가)는 3' 말단과 5' 말단 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)는 3' 말단이다.
- ㄴ. ㉢는 DNA의 프로모터에 결합한다.
- ㄷ. ㉣은 ㉠보다 DNA에 먼저 결합하였다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

12

▶23072-0121

다음은 유전자 x의 DNA 이중 가닥 중 전사 주형 가닥 ㉠의 염기 서열을 나타낸 것이다. x의 전사 주형 가닥에서 ㉡의 위치에 2개의 염기가 삽입되면 유전자 y의 전사 주형 가닥이 생성된다. x와 y로부터 각각 폴리펩타이드 X와 Y가 합성되고, X와 Y의 합성은 모두 개시 코돈에서 시작하여 종결 코돈에서 끝난다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 개시 코돈은 AUG이고, 종결 코돈은 UAA, UAG, UGA이며, 제시된 돌연변이 이외의 핵산 염기 서열 변화는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. X에는 5개의 펩타이드 결합이 있다.
- ㄴ. x의 번역에 관여하는 종결 코돈과 y의 번역에 관여하는 종결 코돈은 같다.
- ㄷ. Y는 X보다 아미노산의 개수가 2개 많다.

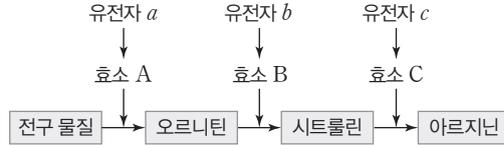
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

01

▶ 23072-0122

다음은 붉은빵곰팡이의 유전자 발현에 대한 자료이다.

• 그림은 야생형에서 아르지닌 합성 과정을 나타낸 것이다.



• 돌연변이주 I~Ⅲ은 각각 유전자 a~c 중 서로 다른 2개에 돌연변이가 일어난 것이다.
 • 표는 I~Ⅲ을 각각 최소 배지, 최소 배지에 물질 ㉠이 첨가된 배지에서 배양하였을 때 성장 여부와 물질 ㉠과 ㉡의 합성 여부를 나타낸 것이다. ㉠~㉡은 오르니틴, 시트룰린, 아르지닌을 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	최소 배지			최소 배지, ㉠		
	성장	㉠ 합성	㉡ 합성	성장	㉠ 합성	㉡ 합성
I	-	×	×	+	○	×
Ⅱ	-	×	?	-	×	×
Ⅲ	-	×	○	-	×	○

(+: 성장함, -: 성장 못함, ○: 합성됨, ×: 합성 안 됨)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.)

보기

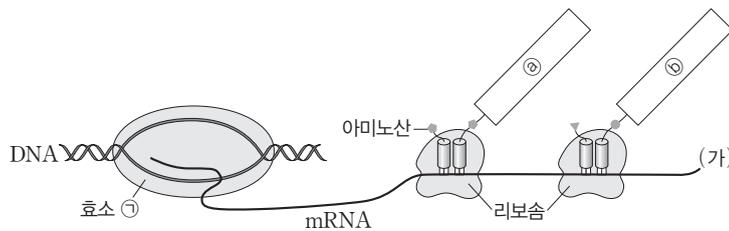
- ㄱ. ㉠은 오르니틴이다.
- ㄴ. Ⅱ는 최소 배지에서 ㉡을 합성하지 못한다.
- ㄷ. Ⅲ은 a와 c 모두에 돌연변이가 일어난 것이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

02

▶ 23072-0123

그림은 대장균에서 DNA의 유전 정보에 따라 폴리펩타이드가 합성되는 과정을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡는 모두 폴리펩타이드이고, ㉠과 ㉡를 구성하는 아미노산의 수는 서로 다르다. (가)는 3' 말단과 5' 말단 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

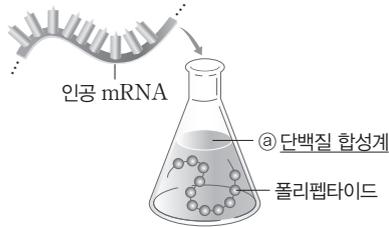
- ㄱ. (가)는 5' 말단이다.
- ㄴ. ㉠은 RNA 중합 효소이다.
- ㄷ. ㉠은 ㉡보다 많은 수의 아미노산으로 구성되어 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶23072-0124

그림은 단백질 합성계(번역에 필요한 물질)에 인공 mRNA를 넣어 폴리펩타이드를 합성하는 모습을, 표는 인공 mRNA I~III에서 반복되는 염기 서열과 이로부터 번역된 폴리펩타이드를 구성하는 아미노산의 종류(a~e)를 모두 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 유라실(U) 중 하나이다. 유전부호 ㉠㉡㉡이 지정하는 아미노산은 유전부호 ㉡㉡㉡이 지정하는 아미노산과 서로 다르다.



인공 mRNA	반복되는 염기 서열	아미노산의 종류
I	㉠㉡	a, b
II	㉠㉡㉠	a, b, c
III	㉠㉡㉡	a, d, e

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 개시 코돈, 종결 코돈, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

보기

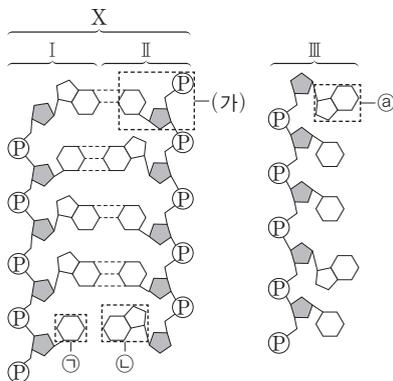
- ㄱ. ㉠에는 tRNA가 없다.
- ㄴ. II에서 a를 지정하는 유전부호는 ㉡㉠㉠이다.
- ㄷ. 반복되는 염기 서열이 ㉠㉡㉡인 인공 mRNA로부터 번역된 폴리펩타이드의 아미노산 종류는 3종류이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

04

▶23072-0125

그림은 5개의 염기쌍으로 이루어진 이중 가닥 DNA X와, X의 가닥 I과 II 중 하나의 가닥과 상보적인 RNA 가닥 III을 나타낸 것이다. III에서 $\frac{A}{U} = \frac{1}{2}$ 이고, 염기 ㉠과 염기 ㉡ 사이의 수소 결합은 표시하지 않았다.



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

보기

- ㄱ. (가)는 뉴클레오타이드이다.
- ㄴ. ㉠은 아데닌(A)이다.
- ㄷ. X에서 타이민(T)의 비율은 30%이다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

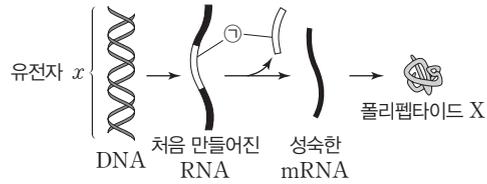
▶ 23072-0126

그림은 진핵세포에서 유전자 *x*의 발현에 대한 자료이다.

- ㉓ *x*의 DNA 이중 가닥 중 한 가닥의 염기 서열은 다음과 같다.

5' - TCTCAGCACTGTAGCGACTAGATTCTAGCATC - 3'

- 그림은 *x*가 발현되어 폴리펩타이드 X가 만들어지는 과정을 나타낸 것이다. ㉑은 성숙한 mRNA가 합성되는 과정에서 제거된 인트론이다.
- X의 합성은 개시 코돈에서 시작하여 종결 코돈에서 끝나고, X는 라이신을 가진다. 라이신을 지정하는 코돈은 AAA와 AAG이다.
- 개시 코돈은 AUG이고, 종결 코돈은 UAA, UAG, UGA이다.



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

보기

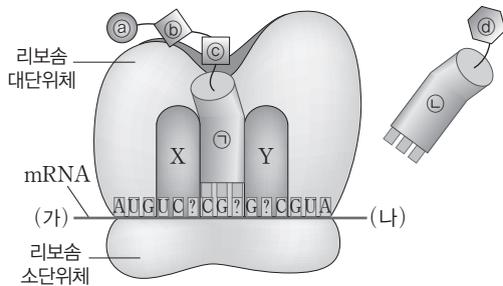
- ㄱ. ㉓는 전사 주형 가닥이다.
- ㄴ. ㉑은 8개의 뉴클레오타이드로 이루어진다.
- ㄷ. X에는 6개의 펩타이드 결합이 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 23072-0127

그림은 어떤 진핵세포에서 폴리펩타이드가 합성되는 과정의 일부를, 표는 유전부호의 일부를 나타낸 것이다. ㉑과 ㉒은 tRNA이고, ㉓~㉖는 아미노산이다. X와 Y는 각각 A 자리와 E 자리 중 하나이다. ㉓~㉖ 중 하나는 트레오닌이고, ㉗는 ㉘ 다음에 위치한다.



코돈	아미노산	코돈	아미노산
AUG	메싸이오닌	GAU GAC	아스파르산
CAA CAG	글루타민	UGU UGC	시스테인
GGU GGC	글리신	GUU GUC	발린
GGA GGG		GUA GUG	
ACU ACC	트레오닌	CCU CCC	프롤린
ACA ACG		CCA CCG	
GCU GCC	알라닌	UCU UCC	세린
GCA GCG		UCA UCG	
		AGU AGC	
CGU CGC	아르지닌	UUA UUG	류신
CGA CGG		CUU CUC	
AGA AGG		CUA CUG	

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

보기

- ㄱ. Y는 A 자리이다.
- ㄴ. ㉗는 알라닌이다.
- ㄷ. ㉗를 운반하는 tRNA의 안티코돈의 3' 말단의 염기는 유라실(U)이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶23072-0128

다음은 어떤 진핵생물의 유전자 w 와, w 에서 돌연변이가 일어난 유전자 x, y 의 발현에 대한 자료이다.

- w, x, y 로부터 각각 폴리펩타이드 W, X, Y가 합성된다.
- w 의 DNA 이중 가닥 중 한 가닥의 염기 서열은 다음과 같다.

5' - CAATGCTATGTCAAGCTCGCTTTGACGCTACATAGCATC - 3'

- W는 라이신을 가진다.
- x 는 w 의 전사 주형 가닥에서 타이민(T) 1개가 ㉠으로 치환된 것이고, x 의 mRNA와 w 의 mRNA에서 종결 코돈은 서로 다르다.
- y 는 w 의 전사 주형 가닥에서 피리미딘 계열에 속하는 연속된 2개의 동일한 염기가 삽입된 것이고, W의 아미노산 ㉡는 Y에서 글루타민으로 바뀐다.
- W, X, Y의 합성은 모두 개시 코돈에서 시작하여 종결 코돈에서 끝나며, 표는 유전부호를 나타낸 것이다.

UUU	페닐알라닌	UCU	세린	UAU	타이로신	UGU	시스테인
UUC		UCC		UAC		UGC	
UUA	류신	UCA		UAA	종결 코돈	UGA	종결 코돈
UUG		UCG	UAG	종결 코돈	UGG	트립토판	
CUU	류신	CCU	프롤린	CAU	히스티딘	CGU	아르지닌
CUC		CCC		CAC		CGC	
CUA		CCA		CAA	글루타민	CGA	
CUG		CCG		CAG	CGG		
AUU	아이소류신	ACU	트레오닌	AAU	아스파라진	AGU	세린
AUC		ACC		AAC		AGC	
AUA	ACA	AAA		라이신	AGA	아르지닌	
AUG	메싸이오닌 (개시 코돈)	ACG	AAG		AGG		
GUU	발린	GCU	알라닌	GAU	아스파르트산	GGU	글리신
GUC		GCC		GAC		GGC	
GUA		GCA		GAA	글루탐산	GGA	
GUG		GCG		GAG		GGG	

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 핵산 염기 서열 변화는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. ㉠은 아데닌(A)이다.
- ㄴ. ㉡는 알라닌이다.
- ㄷ. 아미노산의 개수는 $X < Y < W$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 23072-0129

다음은 유전자 x 와 이 유전자에서 돌연변이가 일어난 유전자 y 와 z 의 번역에 대한 자료이다.

- x 의 DNA 이중 가닥 중 주형 가닥의 염기 서열은 다음과 같다. 퓨린 계열 염기는 모두 ①로 나타내었고, 피리미딘 계열 염기는 모두 ②로 나타내었다. (가)와 (나)는 각각 5' 말단과 3' 말단 중 하나이다.

(가) - ①①②②②②①①①①①①①②②②①①①② - (나)

- x 가 전사된 mRNA는 서로 다른 염기 조합의 코돈으로만 구성되며, x 로부터 번역된 폴리펩타이드 X는 1종류의 아미노산 ① 6개로만 구성된다. X의 합성에서 종결 코돈은 고려하지 않는다.
- y 는 x 의 (나)에 x 가 1개 반복되어 연결된 후, 연속된 9개의 염기가 떨어진 후 염기의 배열 순서가 거꾸로 되어 원래의 자리에 다시 붙는 돌연변이가 일어난 것이다. y 로부터 번역된 폴리펩타이드 Y의 아미노산 서열은 다음과 같다. ㉠과 ㉡은 서로 다른 아미노산이고, ㉢는 Y의 7번째 아미노산이다.

㉠ - ㉠ - ㉠ - ㉠ - ㉠ - ㉠ - ㉠ - ㉠ - ㉠ - ㉠ - ㉡ - ㉡ - ㉡
 ↑
 ㉢

- z 는 x 의 주형 가닥에서 연속된 2개의 타이민(T)이 결실된 것이다.
- 표는 유전부호를 나타낸 것이다.

UUU	페닐알라닌	UCU	세린	UAU	타이로신	UGU	시스테인
UUC		UCC		UAC		UGC	
UUA	류신	UCA	프롤린	UAA	종결 코돈	UGA	종결 코돈
UUG		UCG		UAG		UGG	
CUU	류신	CCU	프롤린	CAU	히스티딘	CGU	아르지닌
CUC		CCC		CAC		CGC	
CUA		CCA		CAA	CGA		
CUG		CCG		CAG	CGG		
AUU	아이소류신	ACU	트레오닌	AAU	아스파라진	AGU	세린
AUC		ACC		AAC		AGC	
AUA	메싸이오닌	ACA		AAA	라이신	AGA	아르지닌
AUG		ACG		AAG		AGG	
GUU	발린	GCU	알라닌	GAU	아스파르트산	GGU	글리신
GUC		GCC		GAC		GGC	
GUA		GCA		GAA	GGA		
GUG		GCG		GAG	GGG		

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 개시 코돈은 고려하지 않으며, 번역은 mRNA의 첫 번째 염기에서부터 시작된다. 제시된 돌연변이 이외의 핵산 염기 서열 변화는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. ㉠은 세린이다.
- ㄴ. ㉡를 지정하는 코돈의 5' 말단 염기는 유라실(U)이다.
- ㄷ. y 의 mRNA와 z 의 mRNA에서 종결 코돈은 서로 같다.

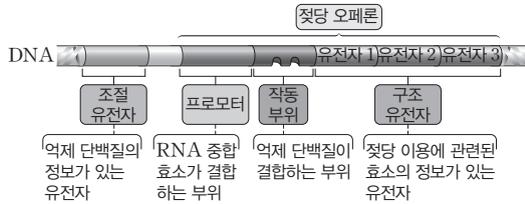
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

유전자 발현의 조절

1 원핵생물의 유전자 발현 조절

- (1) 오페론: 하나의 프로모터에 의해 여러 유전자의 발현이 함께 조절되는 유전자 발현의 조절 단위이다.
- (2) 젓당 오페론: 프로모터, 작동 부위, 구조 유전자로 구성되며, 젓당 오페론의 앞쪽에 조절 유전자가 있다.

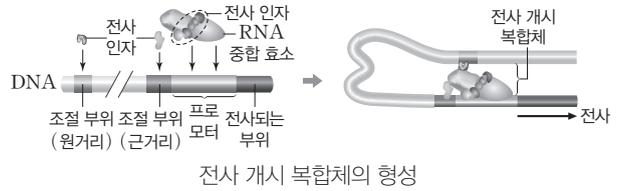


- (3) 젓당 오페론의 발현 조절
 - ① 조절 유전자: 젓당 오페론을 조절하는 억제 단백질의 암호화 부위로 항상 발현되며, 젓당 오페론에는 포함되지 않는다.
 - ② 젓당이 없을 때: 억제 단백질이 작동 부위에 결합하여 RNA 중합 효소가 프로모터에 결합하는 것을 방해하므로 구조 유전자의 전사가 일어나지 않는다.
 - ③ 젓당이 있을 때(포도당 없음): 억제 단백질이 젓당 유도체와 결합하여 입체 구조가 변형되므로 작동 부위에 결합하지 못한다. 이로 인해 RNA 중합 효소가 프로모터에 결합하여 구조 유전자의 전사가 일어나고, 젓당 이용에 관련된 효소가 생성됨으로써 젓당을 에너지원으로 사용한다.

2 진핵생물의 유전자 발현 조절

- (1) 진핵생물의 유전자 발현 조절 단계
 - ① 전사 전 조절: 염색질의 응축 정도를 변화시킨다.
 - ② 전사 조절: 가장 중요한 조절 단계로 여러 전사 인자가 전사 개시 여부와 전사 속도에 영향을 미친다.
 - ③ 전사 후 조절(RNA 가공): 처음 만들어진 RNA에서 인트론이 제거되고 핵막을 통과할 수 있도록 변형된다.
 - ④ 번역 조절: 성숙한 mRNA의 분해 속도를 조절하여 번역을 촉진하거나 억제한다.
- (2) 진핵생물의 전사 개시
 - ① 전사 인자: DNA의 프로모터와 조절 부위 등에 결합하여 전사를 조절하는 조절 단백질로, 세포에 있는 전사 인자의 종류에 따라 발현되는 유전자가 달라질 수 있다.
 - ② 조절 부위: 전사 인자가 결합하는 DNA 부위로, 근거리 조절 부위와 원거리 조절 부위가 있으며, 유전자에 따라 조절 부위의 종류(염기 서열)가 다르다.

- ③ 전사 개시: 진핵생물에서는 RNA 중합 효소가 여러 전사 인자들과 함께 프로모터에 결합하여 전사 개시 복합체를 형성해야 전사를 시작할 수 있다.



3 원핵생물과 진핵생물의 유전자 발현 조절 비교

원핵생물	진핵생물
<ul style="list-style-type: none"> • 유전자마다 프로모터가 있거나 오페론처럼 여러 유전자가 하나의 프로모터에 연결된다. • 젓당 오페론의 경우, 억제 단백질이 작동 부위에 결합한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 대부분 하나의 프로모터에 하나의 유전자가 연결된다. • 한 유전자의 전사에서 여러 조절 단백질(전사 인자)이 여러 조절 부위에 결합한다.

4 발생과 유전자 발현 조절

- (1) 유전자의 선택적 발현
 - ① 세포 분화: 수정란의 세포 분열로 생겨난 세포들이 발생 과정을 통해 형태와 기능이 서로 다른 다양한 세포들로 되는 것을 의미하며, 분화된 세포들의 유전체 구성은 수정란과 동일하다.
 - ② 핵심 조절 유전자가 발현되어 생성된 전사 인자가 다른 조절 유전자의 발현을 조절하는 과정이 연쇄적으로 일어나면서, 그 결과 생성된 전사 인자의 조합에 따라 유전자의 선택적 발현이 일어나 다양한 세포로 분화된다.
 - ③ 마이오디 유전자(MyoD)로부터 생성된 마이오디 단백질(MyoD)이 전사 인자로 작용하여 다른 유전자의 발현을 촉진하고, 다른 유전자의 발현이 연쇄적으로 일어나 마이오신, 액틴 등 근육 특이 단백질이 합성되어 근육 모세포가 근육 세포로 분화된다.
- (2) 유전자 발현의 공간적 차이에 의한 형태 형성
 - ① 홈스 유전자: 발생 초기의 배아에서 몸의 각 체절에 만들어질 기관을 결정하는 핵심 조절 유전자들로, 유전자 발현 산물은 전사 인자이다. 초파리, 쥐, 사람 등 많은 동물에서 염기 서열과 염색체상의 배열 순서, 발현 양상이 잘 보존되어 있다.
 - ② 초파리에서 홈스 유전자들은 모두 하나의 염색체에 있으며, 염색체 상에서 이들이 배열된 순서는 각각이 결정하는 체절이 배열된 순서와 일치한다.

THE 알기 초파리의 발생과 홈스 유전자

- 홈스 유전자들에서 공통적으로 나타나는 염기 서열 부위를 호미오 박스(homeobox)라고 하고, 홈스 유전자가 발현되어 생성된 전사 인자에서 호미오 박스가 번역된 부위는 특정 유전자의 프로모터나 조절 부위에 결합하는 부위이다.
- 홈스 유전자에 이상이 생기면 관련된 기관 전체가 비정상적인 돌연변이 개체로 발생한다.



[야생형 초파리]

- 머리 체절에서 더듬이 형성
- 두 번째 가슴 체절에서 1쌍의 날개 형성
- 세 번째 가슴 체절에서 1쌍의 평균곤 형성



[Antp 유전자 돌연변이]

- 머리 체절에서 Antp가 발현되면 머리 체절에서 더듬이 대신 다리 형성



[Ubx 유전자 돌연변이]

- Ubx가 결실되면 평균곤이 날개로 바뀌어 두 쌍의 날개 형성

다음은 어떤 동물의 세포 I 과 II 에서 유전자 (가), (나), (다)의 전사 조절에 대한 자료이다.

- (가)~(다)의 프로모터와 전사 인자 결합 부위 A~D는 그림과 같다.
- 유전자 w, x, y, z 는 각각 전사 인자 W, X, Y, Z를 암호화하며, W~Z는 (가)~(다)의 전사 촉진에 관여한다. W~Z는 각각 A~D 중 서로 다른 한 부위에만 결합한다.
- (가)의 전사는 전사 인자가 A와 C 중 적어도 한 부위에 결합했을 때 촉진되고, (나)의 전사는 전사 인자가 C와 D 중 적어도 한 부위에 결합했을 때 촉진되며, (다)의 전사는 전사 인자가 A, B, D 중 적어도 두 부위에 결합했을 때 촉진된다.
- I 과 II 에서 $w \sim z$ 의 제거 여부에 따른 (가)~(다)의 전사 결과는 표와 같다. 제거된 유전자가 없는 I에서는 W~Z 중 2가지만 발현되고, 제거된 유전자가 없는 II에서는 W~Z 중 3가지만 발현된다.



제거된 유전자	I			II		
	(가)	(나)	(다)	(가)	(나)	(다)
없음	○	○	○	○	○	○
w	○	○	○	○	○	×
x	○	○	○	×	○	○
y	○	×	ⓐ	○	○	×
z	×	○	×	○	?	○

(○: 전사됨, ×: 전사 안 됨)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. ⓐ는 '×'이다.
- ㄴ. W의 결합 부위는 C이다.
- ㄷ. 제거된 유전자가 없는 I에서는 X가 발현된다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

0 답은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 23쪽

▶23072-0130

다음은 어떤 동물의 세포 I 과 II 에서 유전자 (가)와 (나)의 전사 조절에 대한 자료이다.

- (가)와 (나)의 프로모터와 전사 인자 결합 부위 A~C는 그림과 같다.
- 유전자 x, y, z 는 각각 전사 인자 X, Y, Z를 암호화하며, X~Z는 (가)와 (나)의 전사 촉진에 관여한다. X~Z는 각각 A~C 중 서로 다른 한 부위에만 결합한다.
- (가)의 전사는 전사 인자가 A에 결합하고 동시에 B와 C 중 적어도 한 부위에 결합했을 때 촉진되고, (나)의 전사는 전사 인자가 A와 C 중 적어도 한 부위에 결합했을 때 촉진된다.
- I 과 II 에서 $x \sim z$ 의 제거 여부에 따른 (가)와 (나)의 전사 결과는 표와 같다. 제거된 유전자가 없는 I 과 II에서는 각각 X~Z 중 2가지만 발현된다.



제거된 유전자	I		II	
	(가)	(나)	(가)	(나)
없음	○	○	○	○
x	×	ⓐ	○	?
y	?	○	×	○
z	×	○	ⓑ	×

(○: 전사됨, ×: 전사 안 됨)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. 제거된 유전자가 없는 II에서는 Y가 발현된다.
- ㄴ. ⓐ와 ⓑ는 모두 '×'이다.
- ㄷ. Y의 결합 부위는 B이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

▶접근 전략

제거된 유전자가 없는 세포와 $w \sim z$ 중 하나가 제거된 각 세포에서 (가)~(다)의 전사 여부가 동일한 경우와 차이는 경우를 비교한다.

▶간략 풀이

제거된 유전자가 없는 I 과 w 또는 x 가 제거된 I에서 발현되는 전사 인자 2가지는 Y와 Z이다. z 가 제거된 I에서 (가)는 전사되지 않고 (나)만 전사되므로 Y는 D에, Z는 A에 결합한다. 제거된 유전자가 없는 II와 z 가 제거된 II에서 발현되는 전사 인자 3가지는 W, X, Y이다. x 를 제거한 II에서 (가)가 전사되지 않고 (다)가 전사되므로 W는 B에, X는 C에 결합한다.

㉠ y 가 제거된 I에서는 W~Z 중 Z만 발현되어 A에 결합한다. 따라서 (가)~(다) 중 (가)만 전사되므로 ⓐ는 '×'이다.

㉡ W의 결합 부위는 B이고, X의 결합 부위는 C이다.

㉢ 제거된 유전자가 없는 I에서는 Y와 Z만 발현되고 X는 발현되지 않는다.

정답 | ①

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶유사점과 차이점

제거된 유전자가 없는 세포와 전사 인자의 유전자 중 하나씩을 제거한 각 세포에서 유전자 (가)와 (나)의 전사 여부를 자료로 제시하였다. 점에서 대표 문제와 유사하지만, (가)와 (나)의 전사 촉진에 필요한 전사 인자와 전사 인자 결합 부위의 조건이 대표 문제와 다르다.

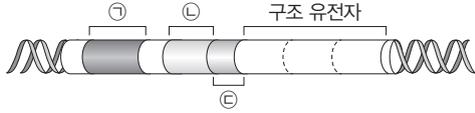
▶배경 지식

제거된 유전자가 없는 세포에서 발현되지 않은 전사 인자의 유전자를 제거한 경우에는 (가)와 (나)의 전사 여부가 달라지지 않고, 제거된 유전자가 없는 세포에서 발현된 전사 인자의 유전자를 제거한 경우에는 (가)와 (나)의 전사 여부가 달라진다.

01

▶23072-0131

그림은 야생형 대장균의 젓당 오페론과 젓당 오페론을 조절하는 조절 유전자를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 젓당 오페론의 작동 부위, 젓당 오페론의 프로모터, 젓당 오페론을 조절하는 조절 유전자를 순서 없이 나타낸 것이다.



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

보기

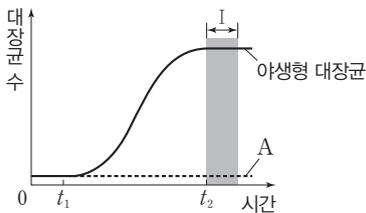
- ㄱ. 젓당이 없는 배지에서 ㉠의 전사가 일어난다.
- ㄴ. 포도당은 없고 젓당이 있는 배지에서 억제 단백질이 ㉡에 결합한다.
- ㄷ. ㉣은 젓당 오페론의 프로모터이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶23072-0132

그림은 야생형 대장균과 돌연변이 대장균 A를 포도당은 없고 젓당이 있는 배지에서 각각 배양한 결과를 나타낸 것이다. A는 젓당 오페론의 프로모터와 젓당 오페론을 조절하는 조절 유전자 중 하나가 결실된 돌연변이이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이는 고려하지 않으며, 야생형 대장균과 A의 배양 조건은 동일하다.)

보기

- ㄱ. 야생형 대장균을 배양한 배지에서 젓당의 양은 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 많다.
- ㄴ. 야생형 대장균과 A는 모두 젓당 오페론을 조절하는 억제 단백질을 생성한다.
- ㄷ. A는 구간 I에서 젓당 유도체와 결합한 억제 단백질을 갖는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶23072-0133

표는 야생형 대장균을 서로 다른 배지 I~Ⅲ에서 각각 배양했을 때 대장균의 성장 여부와 젓당 분해 효소의 생성 여부를 나타낸 것이다. I~Ⅲ은 젓당과 포도당이 모두 없는 배지, 젓당은 없고 포도당이 있는 배지, 포도당은 없고 젓당이 있는 배지를 순서 없이 나타낸 것이다.

배지	대장균 성장	젓당 분해 효소 생성
I	성장함	생성 안 됨
Ⅱ	?	생성됨
Ⅲ	성장 못함	생성 안 됨

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

보기

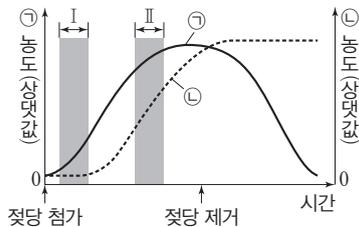
- ㄱ. I은 포도당은 없고 젓당이 있는 배지이다.
- ㄴ. Ⅱ의 대장균은 포도당을 에너지원으로 이용한다.
- ㄷ. Ⅲ의 대장균에서 젓당 오페론의 작동 부위와 억제 단백질의 결합이 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23072-0134

그림은 야생형 대장균 X가 배양되는 배지에 젓당 조건을 달리했을 때 X에서 물질 ㉠과 ㉡의 농도 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 젓당 분해 효소와 젓당 오페론에서 전사된 mRNA를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. ㉠은 젓당 분해 효소이다.
- ㄴ. 구간 I에서 젓당 오페론의 프로모터와 RNA 중합 효소의 결합이 일어난다.
- ㄷ. 구간 II에서 ㉠과 결합한 리보솜이 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 23072-0135

다음은 사람 간세포와 대장균의 유전자 발현에 대한 학생 A~C의 발표 내용이다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

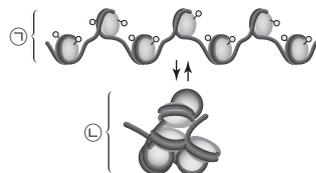
- ① A ② C ③ A, B ④ B, C ⑤ A, B, C

06

▶ 23072-0136

표는 진행세포 P에서 발현되는 유전자 x 가 있는 염색질을 서로 다른 상태 A일 때와 B일 때 각각 같은 배율의 현미경으로 관찰한 결과를, 그림은 x 가 있는 염색질의 응축 정도의 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 A일 때의 염색질과 B일 때의 염색질을 순서 없이 나타낸 것이다.

상태	염색질
A	
B	



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

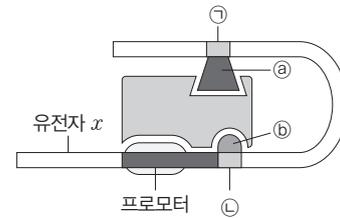
- ㄱ. x 의 전사는 A일 때가 B일 때보다 억제된다.
- ㄴ. ㉠과 ㉡에 모두 뉴클레오솜이 있다.
- ㄷ. ㉠은 A일 때의 염색질이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 23072-0137

그림은 사람의 세포에서 유전자 x 가 전사될 때 형성되는 전사 개시 복합체를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 모두 전사 인자이며, ㉢과 ㉣은 근거리 조절 부위와 원거리 조절 부위를 순서 없이 나타낸 것이다.



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

보기

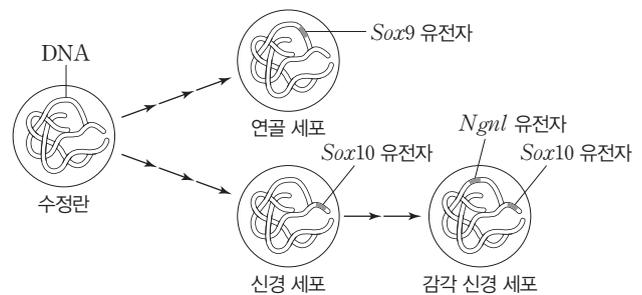
- ㄱ. ㉠은 근거리 조절 부위이다.
- ㄴ. ㉠과 ㉡의 구성 성분에는 모두 단백질이 있다.
- ㄷ. x 가 전사되어 처음 만들어진 RNA에는 엑손이 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 23072-0138

그림은 수정란으로부터 연골 세포, 신경 세포, 감각 신경 세포가 분화되는 과정과 각 세포에서 발현되는 특정 유전자를 나타낸 것이다.



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

보기

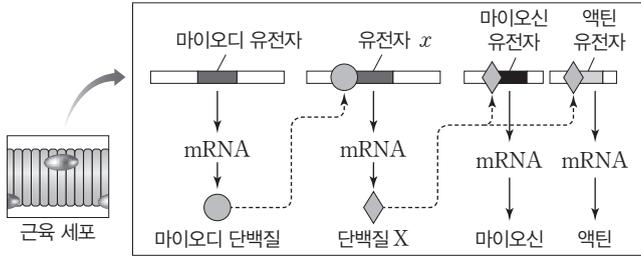
- ㄱ. 수정란에서 모든 유전자가 발현된다.
- ㄴ. 연골 세포에 *Ngn1* 유전자가 있다.
- ㄷ. 신경 세포에 *Sox10* 유전자의 전사에 관여하는 전사 인자가 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

▶23072-0139

그림은 사람의 근육 세포가 분화되는 과정에 관여하는 유전자 발현을 나타낸 것이다.



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

보기

- ㄱ. 마이오디 단백질을 생성하는 세포는 근육 세포로의 발생 운명이 결정된다.
- ㄴ. *x*는 핵심 조절 유전자이다.
- ㄷ. 마이오신과 액틴은 모두 전사 인자이다.

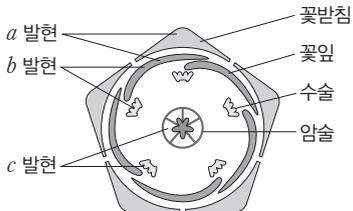
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

▶23072-0140

다음은 어떤 식물 종의 꽃 형성에 대한 자료이다.

- 유전자 *a*, *b*, *c*는 미분화 조직에서 꽃 형성에 필요한 전사 인자를 암호화하는 유전자이다.
- 그림은 미분화 조직에서 *a~c* 중 일부 유전자가 발현되는 부위와 꽃받침, 꽃잎, 수술, 암술이 형성되는 부위를 각각 나타낸 것이다.



- 미분화 조직에서 꽃받침, 꽃잎이 형성되는 부위에서는 *a*가 발현되고, 꽃잎, 수술이 형성되는 부위에서는 *b*가 발현되며, 수술, 암술이 형성되는 부위에서는 *c*가 발현된다.

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

보기

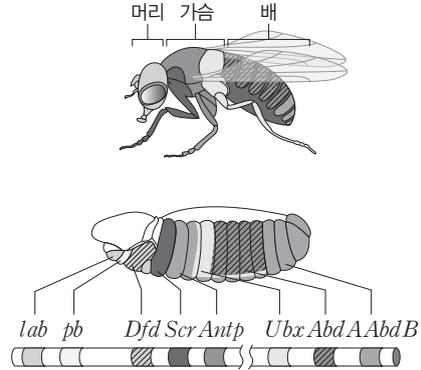
- ㄱ. 꽃받침 세포의 DNA에는 *b*와 *c*가 모두 없다.
- ㄴ. 미분화 조직에서 *a~c* 중 *a*와 *c*만 발현되는 부위는 수술이 된다.
- ㄷ. 암술 세포의 DNA에는 *c*가 발현되어 생성된 전사 인자가 결합하는 부위가 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

▶23072-0141

그림은 야생형 초파리에서 흑스 유전자의 발현 부위와 초파리 염색체에 있는 흑스 유전자를 나타낸 것이다.



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

보기

- ㄱ. 흑스 유전자는 전사 인자를 암호화한다.
- ㄴ. 가슴 체절에서 2쌍의 날개가 형성된다.
- ㄷ. 배 체절의 세포에 *Antp* 유전자와 *Ubx* 유전자가 모두 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

▶23072-0142

다음은 어떤 동물 종의 초기 발생에서 세포 ㉠~㉣의 분화에 관여하는 유전자 *x~z*의 발현에 대한 자료이다.

- 유전자 *x*, *y*, *z*는 각각 전사 인자 X, Y, Z를 암호화하며, X~Z는 ㉠~㉣의 분화를 촉진한다.
- 야생형 개체의 미분화 세포에 X~Z 중 Y만 있으면 ㉠으로, Y와 Z만 있으면 ㉡으로, X, Y, Z가 모두 있으면 ㉢으로 분화된다.
- 야생형 개체에서는 ㉠, ㉡, ㉢이 모두 형성된다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

보기

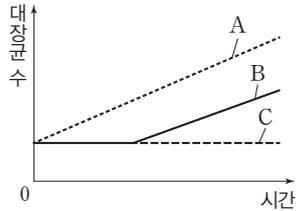
- ㄱ. 야생형 개체의 ㉢에는 *x*가 있다.
- ㄴ. 야생형 개체에는 *z*가 발현되지 않는 세포가 있다.
- ㄷ. *x~z* 중 *y*가 결실된 돌연변이 개체에서는 ㉠~㉢이 모두 형성되지 않는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 23072-0143

그림은 젓당이 없는 배지에 있던 대장균 A~C를 포도당은 없고 젓당이 있는 배지로 옮긴 직후부터 시간에 따른 대장균 수를 나타낸 것이고, 표는 대장균 I~Ⅲ을 포도당은 없고 젓당이 있는 배지에서 각각 배양할 때의 자료이다. A~C는 각각 야생형 대장균, 젓당 오페론의 프로모터가 결실된 대장균, 젓당 오페론을 조절하는 조절 유전자가 결실된 대장균 중 하나이고, I~Ⅲ은 A~C를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 억제 단백질과 작동 부위의 결합, 억제 단백질과 젓당 유도체의 결합을 순서 없이 나타낸 것이다.



구분	㉠	㉡	젓당 분해 효소
I	×	?	생성 안 됨
II	?	?	생성됨
III	?	○	생성됨

(○: 결합함, ×: 결합 못함)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이는 고려하지 않으며, A~C의 배양 조건은 동일하다.)

보기

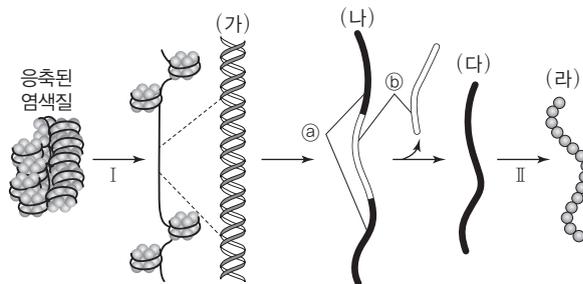
- ㄱ. II는 B이다.
- ㄴ. ㉠은 ‘억제 단백질과 젓당 유도체의 결합’이다.
- ㄷ. I과 III에서 모두 억제 단백질이 생성된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23072-0144

그림은 진핵세포에서 유전자가 발현되는 과정을 나타낸 것이다. (가)~(라)는 성숙한 mRNA, 처음 만들어진 RNA, 폴리펩타이드, DNA를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡은 각각 엑손과 인트론 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 과정 I에서 RNA 중합 효소가 작용한다.
- ㄴ. 과정 II에서 (다)에 전사 인자가 결합한다.
- ㄷ. (라)의 아미노산 서열은 ㉠에 암호화되어 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

03

▶23072-0145

다음은 야생형 대장균과 돌연변이 대장균 I, II에 대한 자료이다.

- I과 II는 각각 젓당 오페론의 작동 부위, 젓당 오페론의 프로모터, 젓당 오페론을 조절하는 조절 유전자 중 2개가 결실된 돌연변이이다.
- 표는 야생형 대장균과 I, II를 서로 다른 배지에서 각각 배양할 때의 자료이다. (가)와 (나)는 포도당과 젓당이 모두 없는 배지와, 포도당은 없고 젓당이 있는 배지를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉠, ㉡, ㉢은 억제 단백질과 작동 부위의 결합, 억제 단백질과 젓당 유도체의 결합, 젓당 오페론의 프로모터와 RNA 중합 효소의 결합을 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	(가)		(나)	
	㉠	㉡	㉠	㉢
야생형	○	?	×	?
I	?	○	?	×
II	○	?	○	?

(○: 결합함, ×: 결합 못함)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.)

보기

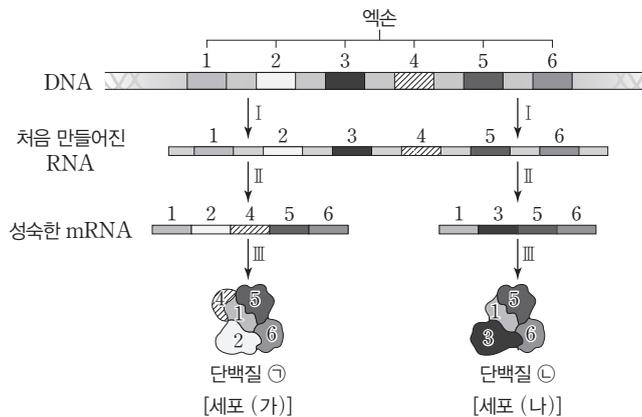
- ㄱ. 야생형 대장균은 (가)에서 젓당 분해 효소를 생성한다.
- ㄴ. ㉢은 '억제 단백질과 작동 부위의 결합'이다.
- ㄷ. I은 젓당 오페론의 프로모터와 젓당 오페론을 조절하는 조절 유전자가 모두 결실된 돌연변이이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23072-0146

그림은 진핵생물에서 유전자 x가 세포 (가)와 (나)에서 각각 발현되어 단백질 ㉠과 ㉡이 생성되는 과정을 나타낸 것이다. 과정 I~III은 번역, 전사, RNA 가공을 순서 없이 나타낸 것이다.



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

보기

- ㄱ. I과 II는 모두 핵에서 일어난다.
- ㄴ. 처음 만들어진 RNA에서 II를 통해 제거되는 부분은 (가)에서와 (나)에서가 같다.
- ㄷ. III은 RNA 가공이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

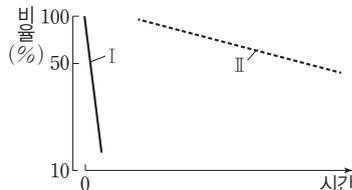
05

▶ 23072-0147

그림은 동물 P의 유전자 발현 조절에 대한 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 프로락틴을 제외한 전사와 번역에 필요한 모든 물질이 포함된 배지 I과 II에 각각 P의 세포들을 넣고, I과 II 중 하나에만 프로락틴을 첨가한다. 프로락틴은 카제인 단백질 유전자에서 전사된 mRNA의 분해를 억제하는 물질이다.
- (나) (가)의 I과 II에 방사성 동위 원소로 표지된 RNA 뉴클레오타이드를 첨가하고 일정 시간 동안 배양한 후, 전사에 이용되지 않고 남은 방사성 RNA 뉴클레오타이드를 제거한다.
- (다) (나)의 I과 II에 방사성 동위 원소로 표지하지 않은 RNA 뉴클레오타이드를 첨가하고 배양하면서, 각 배지의 세포로부터 카제인 단백질 유전자의 mRNA를 추출하여 시간에 따른 방사성 mRNA의 비율을 측정한다.



[실험 결과]

I과 II 각각에서 시간에 따른 방사성 mRNA의 비율은 그림과 같다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. P의 세포에서 카제인 단백질 유전자의 전사와 번역은 모두 세포질에서 일어난다.
- ㄴ. 진핵생물에서 mRNA 분해 속도 조절을 통한 유전자 발현 조절은 전사 조절 단계에 해당한다.
- ㄷ. (가)에서 프로락틴을 II에 첨가하였다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 23072-0148

다음은 어떤 동물의 세포 I~IV에서 유전자 w~z의 전사 조절에 대한 자료이다.

- 유전자 w, x, y, z는 각각 전사 인자 W, X, Y, Z를 암호화하며, w~z의 전사에 관여하는 전사 인자는 W~Z이다.
- w의 전사는 X와 Y 중 적어도 하나가 있어야 촉진된다.
- x의 전사는 W가 있어야 촉진된다.
- y의 전사는 Z와 W가 모두 있어야 촉진된다.
- z의 전사는 X와 Y가 모두 있어야 촉진된다.
- 표는 W~Z가 모두 없는 세포 I~IV에 W~Z 중 1가지를 첨가하였을 때 w~z의 전사 여부를 나타낸 것이다. I에는 W를, II, III, IV에는 X, Y, Z 중 각각 서로 다른 1가지를 첨가하였다.

구분	I	II	III	IV
w	ⓐ	×	○	○
x	○	?	○	ⓑ
y	?	×	?	?
z	×	?	○	×

(○: 전사됨, ×: 전사 안 됨)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. ⓐ와 ⓑ는 모두 '○'이다.
- ㄴ. II에는 X를 첨가하였다.
- ㄷ. W~Z가 모두 없고, w가 결실된 세포에 Y를 첨가하였을 때 z의 전사가 촉진된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶23072-0149

다음은 어떤 동물의 세포 I에서 유전자 $x \sim z$ 의 전사 조절에 대한 자료이다.

- 유전자 x, y, z 는 각각 효소 X, 전사 인자 Y, 전사 인자 Z를 암호화하며, $x \sim z$ 가 전사되면 X~Z가 합성된다.
- x, y, z 의 프로모터와 전사 인자 결합 부위 A, B, C, D는 그림과 같다.
- $x \sim z$ 의 전사에 관여하는 전사 인자 ㉠, ㉡, Y, Z는 각각 A, B, C, D 중 서로 다른 한 종류에만 결합한다.
- x 의 전사는 전사 인자가 A, B, D 중 적어도 두 부위에 결합해야 촉진되고, y 의 전사는 전사 인자가 B, C, D 중 하나에만 결합해도 촉진되며, z 의 전사는 전사 인자가 A, C, D 중 적어도 두 부위에 결합해야 촉진된다.
- 표는 A~D의 제거 여부와 ㉠, ㉡의 첨가 여부를 달리한 조건 (가)~(사)일 때 I에서 $x \sim z$ 중 전사되는 유전자를 나타낸 것이다.



조건	(가)	(나)	(다)	(라)	(마)	(바)	(사)
제거된 부위	없음	없음	없음	A	B	C	D
첨가한 전사 인자	없음	㉠	㉡	㉠	㉠	㉠	㉠
전사되는 유전자	없음	x, y, z	?	y	x, y, z	없음	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. Z는 B에 결합한다.
- ㄴ. (사)에서 y 와 z 가 모두 전사된다.
- ㄷ. I에서 C를 제거하고 ㉡을 첨가하였을 때 Z가 합성된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶23072-0150

다음은 초파리의 hth 유전자와 $Antp$ 유전자에 대한 자료이다.

- 야생형 초파리는 머리 체절에 1쌍의 더듬이가, 두 번째 가슴 체절에 1쌍의 다리가 형성된다.
- hth 유전자는 전사 인자 Hth를 암호화하며, Hth는 더듬이 형성을 촉진하는 데 반드시 필요하다.
- $Antp$ 유전자는 전사 인자 Antp를 암호화하며, Antp는 두 번째 가슴 체절에서 다리 형성에 관여한다.
- Antp는 hth 유전자의 전사 조절 부위에 결합하여 hth 유전자의 전사를 ㉠한다. ㉠은 '촉진' 또는 '억제' 중 하나이다.
- 초파리 배아의 머리 체절에 $Antp$ 유전자를 발현시키면 성체 초파리의 머리 체절에 다리가 형성된다.
- $Antp$ 유전자가 결실된 성체 초파리에서는 두 번째 가슴 체절에 더듬이가 형성된다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. $Antp$ 유전자는 홈스 유전자에 속한다.
- ㄴ. $Antp$ 유전자가 결실된 초파리에서는 두 번째 가슴 체절에서 hth 유전자가 전사된다.
- ㄷ. ㉠은 '억제'이다.

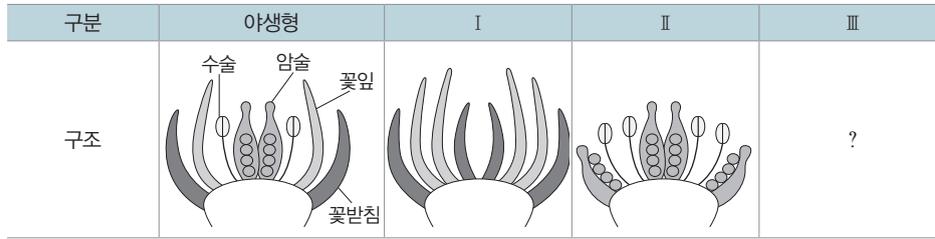
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

▶ 23072-0151

다음은 어떤 식물 종의 꽃 형성에 대한 자료이다.

- 유전자 *a*, *b*, *c*는 미분화 조직에서 꽃 형성에 필요한 전사 인자를 암호화하는 유전자이다.
- 미분화 조직에서 *a~c* 중 *a*만 발현되는 부위는 꽃받침이 되고, *a*와 *b*만 발현되는 부위는 꽃잎이 되며, *b*와 *c*만 발현되는 부위는 수술이 되고, *c*만 발현되는 부위는 암술이 된다.
- 그림은 야생형과 돌연변이 식물체 I~III의 꽃에서 형성된 구조를 나타낸 것이다. I은 *a~c* 중 어느 하나만, II는 나머지 두 가지 중 하나만, III은 그 나머지 하나만 결실되었다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. I에서는 *a*가 결실되었다.
- ㄴ. II의 암술 세포에는 *b*가 있다.
- ㄷ. III의 꽃에는 꽃잎과 수술이 모두 있다.

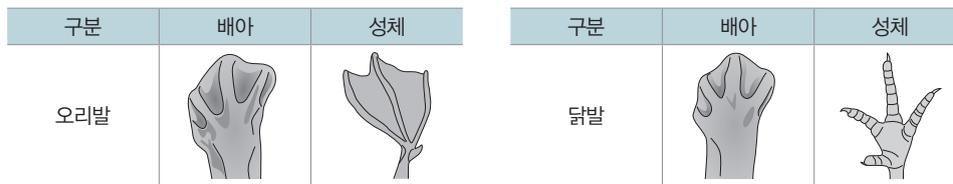
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

▶ 23072-0152

다음은 오리발과 닭발의 발생 과정에 대한 자료이다.

- 성체 오리는 발가락 사이에 물갈퀴가 있고, 성체 닭은 발가락 사이에 물갈퀴가 없다.



- 오리 배아와 닭 배아의 발가락 사이 물갈퀴 세포에서 모두 *BMP4* 유전자가 발현된다.
- *BMP4* 유전자는 단백질 *BMP4*를 암호화하며, *BMP4*는 오리발과 닭발의 발생 과정에서 발가락 사이 물갈퀴 세포의 죽음을 촉진하는 기능을 한다.
- 오리 배아의 발가락 사이 물갈퀴 세포에서는 *Gremlin* 유전자가 발현되고, 닭 배아의 발가락 사이 물갈퀴 세포에서는 *Gremlin* 유전자가 발현되지 않는다.
- *Gremlin* 유전자는 단백질 *Gremlin*을 암호화하며, *Gremlin*은 *BMP4*의 기능을 한다. ㉠은 '촉진' 또는 '억제' 중 하나이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. 성체 오리의 발가락 사이 물갈퀴 세포에 *BMP4* 유전자가 있다.
- ㄴ. 닭발의 발생 과정에서 발가락 사이 물갈퀴 세포의 죽음이 일어난다.
- ㄷ. ㉠은 '촉진'이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

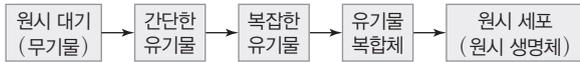
생명의 기원

1 원시 지구의 상태

원시 대기에는 산소(O₂)가 거의 없었을 것으로 추정되고, 오존층이 형성되지 않아 태양의 강한 자외선과 우주 방사선이 지구로 유입되었으며 번개와 화산 활동이 활발하여 에너지원이 풍부하였다.

2 원시 생명체의 탄생 가설

(1) 화학적 진화설: 오파린에 의해 주장되었다.



(2) 심해 열수구설: 화산 활동으로 에너지가 풍부하고, 환원성 조건을 갖추고 있는 심해 열수구가 유기물이 합성될 수 있는 조건을 갖추고 있어서 최초의 생명체 탄생 장소로 주목받고 있다.

3 원시 생명체의 탄생

(1) 유기물의 생성

① 간단한 유기물의 생성: 아미노산, 뉴클레오타이드 등

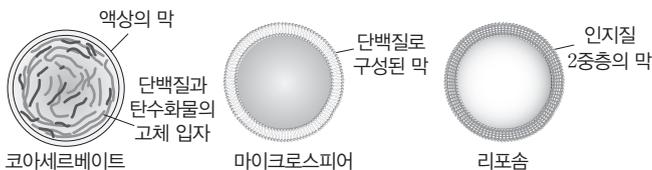
- 무기물로부터 간단한 유기물이 합성되어 원시 바다에 축적되었다.
- 밀러와 유리의 실험: 원시 지구의 환경과 비슷한 조건의 실험 장치를 만들어 간단한 유기물을 합성하였다.

② 복잡한 유기물의 생성: 단백질, 핵산 등

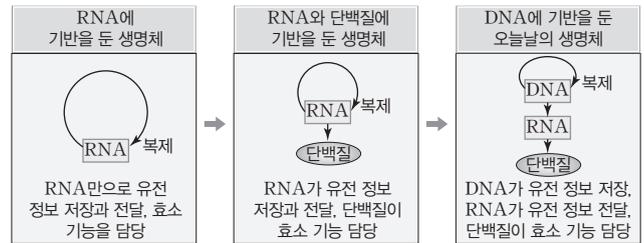
- 원시 바다에 축적된 간단한 유기물이 여러 과정을 통해 농축되어 복잡한 유기물로 합성되었다.
- 폭스의 실험: 여러 아미노산을 혼합한 후 고압 상태에서 가열하여 아미노산 중합체를 합성하였다.

(2) 유기물 복합체의 형성: 복잡한 유기물이 모여 막 구조를 갖는 유기물 복합체가 형성되었다.

- ① 코아세르베이트: 유기물이 액상의 막으로 둘러싸인 구조를 갖는다.
- ② 마이크로스피어: 폭스가 합성, 단백질로 구성된 막을 갖는다.
- ③ 리포솜: 인지질 2중층의 막 구조를 갖고, 현재의 세포막과 거의 유사한 구조를 갖는다.



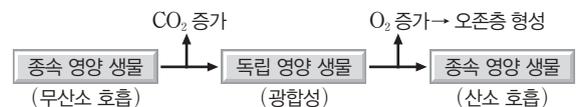
- (3) 원시 생명체의 탄생: 유기물 복합체에 효소와 유전 물질인 핵산이 추가되어 물질대사와 자기 복제를 할 수 있는 원시 생명체가 탄생하였다.
- (4) 최초의 유전 물질: RNA 우선 가설 → DNA, RNA, 단백질 중에서 RNA가 최초의 유전 물질로 추정된다. 일부 RNA(리보자임)는 유전 정보 저장과 전달 및 효소의 기능을 갖는다.



4 원시 생명체의 진화

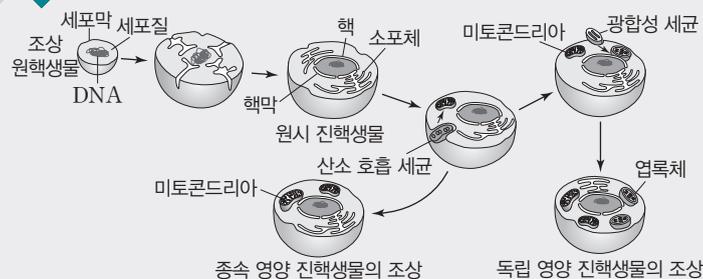
(1) 원핵생물의 출현

- ① 종속 영양 생물(무산소 호흡): 최초의 생명체는 무산소 호흡으로 유기물을 분해하여 에너지를 얻는 종속 영양 생물로 추정된다. 이 생물들의 번성으로 대기 중 이산화 탄소는 증가하고 바닷속 유기물의 양은 감소하였다.
- ② 독립 영양 생물(광합성): 유기물을 스스로 합성하는 독립 영양 생물인 광합성 세균이 출현하였고, 이 생물들의 번성으로 대기 중 산소(O₂)의 농도와 바닷속 유기물의 양이 증가하였다.
- ③ 종속 영양 생물(산소 호흡): 산소(O₂)의 농도와 유기물 양의 증가로 산소를 이용하여 유기물을 분해하고 에너지를 얻는 종속 영양 생물이 출현하였다.



- (2) 단세포 진핵생물의 출현: 막 진화설, 세포내 공생설
- (3) 다세포 진핵생물의 출현: 단세포 진핵생물이 군체를 이룬 후, 환경에 적응하는 과정에서 세포의 형태와 기능이 분화되어 다세포 진핵생물로 진화하였다.
- (4) 육상 생물의 출현: 대기 중 산소(O₂) 농도 증가로 오존층이 형성되어 자외선이 상당 부분 차단됨으로써 생물의 육상 진출이 가능해졌다.

THE 알기 막 진화설과 세포내 공생설에 근거한 진핵생물의 출현 과정



- 막 진화설: 무산소 호흡으로 에너지를 얻던 원핵생물 중 일부가 세포막이 합입되어 핵막, 소포체, 리소솜 등과 같이 막으로 둘러싸인 세포 소기관을 형성하며 원시 진핵생물로 진화하였다.
- 세포내 공생설: 산소 호흡 세균이 원시 진핵생물 안에 공생하다가 오늘날의 미토콘드리아가 되었고, 이 세포에 광합성 세균이 공생하다가 오늘날의 엽록체가 되었다.

테마 대표 문제

| 2023학년도 수능 |

다음은 생물 A~C에 대한 자료이다. A~C는 최초의 원핵생물, 최초의 다세포 진핵생물, 최초의 단세포 진핵생물을 순서 없이 나타낸 것이다.

- A와 B는 모두 핵막을 갖는다.
- A~C 중 A가 가장 나중에 출현하였다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 최초의 광합성 세균은 A보다 먼저 출현하였다.
- ㄴ. 코아세르베이트는 B에 해당한다.
- ㄷ. C는 최초의 원핵생물이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

핵막의 유무는 원핵생물과 진핵생물을 구분하는 주요한 기준이다. 따라서 핵막을 갖지 않는 C를 최초의 원핵생물로 판단할 수 있어야 한다. 단순한 단세포 진핵생물이 먼저 출현하고 복잡한 다세포 진핵생물이 나중에 출현하였으므로 가장 나중에 출현한 A를 다세포 진핵생물로 판단할 수 있어야 한다.

▶ 간략 풀이

가장 나중에 출현한 A가 최초의 다세포 진핵생물이고, 핵막을 갖는 B는 최초의 단세포 진핵생물이다. 핵막을 갖지 않는 C는 최초의 원핵생물이다.
 Ⓐ 최초의 광합성 세균이 출현한 이후에 진핵생물이 출현하였다.
 ✕ 코아세르베이트는 오파린이 제안한 복잡한 유기물 복합체이므로 A~C 중 어디에도 해당하지 않는다.
 Ⓑ C는 핵막을 갖지 않는 최초의 원핵생물이다.

정답 | ④

0 닳은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 26쪽

▶ 23072-0153

다음은 생물 A~C에 대한 자료이다. A~C는 최초의 광합성 세균, 최초의 산소 호흡 세균, 최초의 단세포 진핵생물을 순서 없이 나타낸 것이다.

- A는 핵막을 갖는다.
- A~C 중 B가 가장 먼저 출현하였다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. B는 최초의 산소 호흡 세균이다.
- ㄴ. C는 A보다 먼저 출현하였다.
- ㄷ. B가 출현한 이후 대기 중 산소 농도는 계속 감소하였다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

원시 생명체의 일부를 제시하고 핵막의 유무와 출현 순서를 이용해 각각을 판단한다는 점에서 대표 문제와 유사하지만 원시 생명체 중 원핵생물을 더 많이 다룬다는 점과 대기 중 산소 농도를 연관지어 다룬다는 점에서 대표 문제와 다르다.

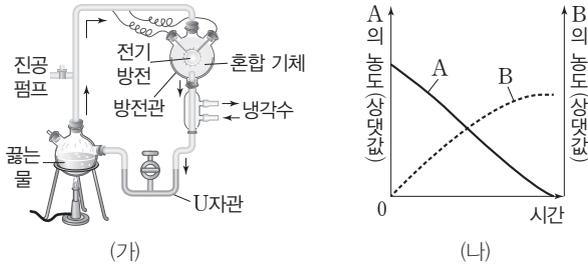
▶ 배경 지식

- 원시 생명체는 원핵생물이 먼저 출현하고 진핵생물이 나중에 출현하였다.
- 원핵생물은 최초의 무산소 호흡 중 속 영양 세균이 출현한 후 최초의 광합성 세균이 출현하고 최초의 산소 호흡 세균이 출현하였다.
- 최초의 단세포 진핵생물이 출현한 이후 이 생물이 군체를 형성하고 이후 최초의 다세포 진핵생물이 출현하였다.

01

▶23072-0154

그림 (가)는 원시 지구에서 유기물의 합성 가능성을 알아본 밀러의 실험을, (나)는 (가)의 U자관 내에서 물질 A와 B의 농도 변화를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 암모니아와 아미노산 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

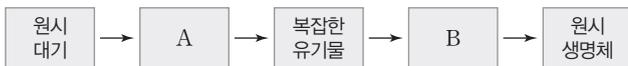
- ㄱ. (가)의 혼합 기체에 B가 있다.
- ㄴ. 전기 방전은 물질 합성에 필요한 에너지를 제공한다.
- ㄷ. 실험 결과 U자관에서 마이크로스피어가 발견되었다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶23072-0155

그림은 오파린의 가설에 따른 원시 대기로부터 원시 생명체의 출현 과정을 나타낸 것이다. A와 B는 각각 유기물 복합체와 간단한 유기물 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

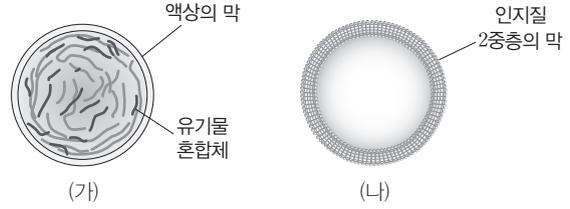
- ㄱ. 원시 대기의 산소 농도는 현재보다 높았다.
- ㄴ. 아미노산은 B에 해당한다.
- ㄷ. 원시 생명체는 막 구조를 갖는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

03

▶23072-0156

그림은 유기물 복합체 (가)와 (나)를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 리포솜, 마이크로스피어, 코아세르베이트 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)는 코아세르베이트이다.
- ㄴ. 폭스는 아미노산을 가열하여 (나)를 만들었다.
- ㄷ. (가)와 (나)에서 모두 막을 통해 물질의 선택적 출입이 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

04

▶23072-0157

다음은 원시 지구에서 유기물의 합성 장소로 제안되고 있는 심해 열수구에 대한 자료이다.

심해 열수구에서는 ㉠메테인과 광물질이 풍부한 해수가 마그마로 가열되어 굴뚝 연기처럼 분출된다. 이곳에 서식하는 환형 동물에 속하는 ㉡관벌레는 함께 살아가는 ㉢세균이 만든 유기물을 이용한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

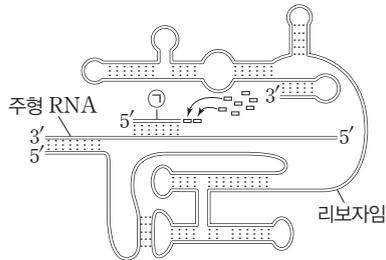
- ㄱ. 원시 대기에 ㉠이 있었다.
- ㄴ. ㉠과 ㉢은 모두 막으로 둘러싸인 세포 소기관을 갖는다.
- ㄷ. 밀러는 심해 열수구에서 원시 생명체가 출현하였다고 설명하는 심해 열수구설을 제안하였다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

05

▶23072-0158

그림은 어떤 리보자임에 의해 핵산 ㉠이 합성되는 과정을 나타낸 것이다. ㉠에는 유라실(U)이 있다.



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

보기

- ㄱ. ㉠은 DNA이다.
- ㄴ. 이 리보자임은 ㉠을 합성하는 데 필요한 활성화 에너지를 낮춘다.
- ㄷ. RNA 우선 가설에 따르면 리보자임에 유전 정보를 저장하는 생물은 DNA에 유전 정보를 저장하는 생물보다 먼저 출현하였다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

▶23072-0159

표는 시기 A~C일 때 대기 중 산소 농도와 최초 출현 생물을 나타낸 것이다. A~C의 순서는 시간의 순서와 무관하며, 겹치지 않는다.

시기	A	B	C
산소 농도	㉠	약 2%	㉡
최초 출현 생물	척삭동물	진핵생물	광합성 세균

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

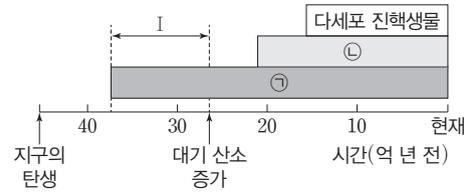
- ㄱ. ㉠은 ㉡보다 높다.
- ㄴ. A는 B보다 이전 시기이다.
- ㄷ. 산소 호흡 세균이 최초로 출현한 시점은 A에 속한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

07

▶23072-0160

그림은 지구의 탄생부터 현재까지 생물의 존재 기간을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 원핵생물과 단세포 진핵생물 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

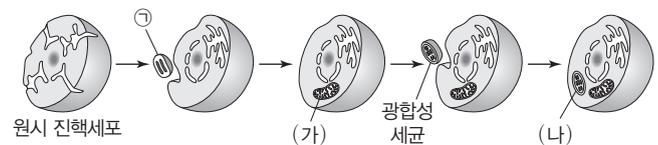
- ㄱ. 대장균은 ㉠에 속한다.
- ㄴ. ㉡은 막으로 둘러싸인 세포 소기관을 갖는다.
- ㄷ. 구간 I에서 엽록체가 최초로 출현하였다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶23072-0161

그림은 세포내 공생설에 따른 세포 소기관 (가)와 (나)가 형성되는 과정을 나타낸 것이다. (가)의 기원은 ㉠이며, (나)의 기원은 광합성 세균이다. (가)와 (나)는 각각 엽록체와 미토콘드리아 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 무산소 호흡 중독 영양 생물이다.
- ㄴ. (가)는 크리스타 구조를 갖는다.
- ㄷ. 남세균은 (나)를 갖는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

09

▶23072-0162

다음은 마이크로스피어와 코아세르베이트에 대한 자료이다. ㉠과 ㉡은 각각 폭스와 오파린 중 하나이다.

- ㉠은 물질 X를 가열한 후 물에 넣어 마이크로스피어를 만들었다.
- ㉡은 코아세르베이트가 물질을 선택적으로 출입시키고 일정 크기로 커진 후 분리되는 것을 관찰하였다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 오파린이다.
- ㄴ. 밀러는 원시 지구에서 X의 합성 가능성을 알아보기 위한 실험을 수행하였다.
- ㄷ. ㉡은 코아세르베이트를 원시 세포의 기원으로 주장하였다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

10

▶23072-0163

그림은 생물 ㉠~㉣의 출현 과정과 대기 중 기체 성분 ㉤와 ㉥의 변화를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 각각 광합성 세균, 산소 호흡 세균, 무산소 호흡 종속 영양 생물 중 하나이며, ㉤와 ㉥은 각각 산소와 이산화 탄소 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

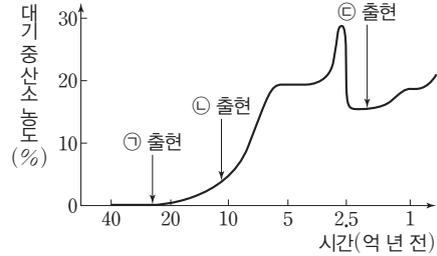
- ㄱ. ㉤는 이산화 탄소이다.
- ㄴ. ㉠은 빛에너지를 화학 에너지로 전환한다.
- ㄷ. 효모는 ㉢에 속한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

11

▶23072-0164

그림은 대기 중 산소의 농도 변화와 생물 ㉠~㉣의 출현 시기를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 각각 최초의 속씨식물, 최초의 광합성 세균, 최초의 다세포 진핵생물 중 하나이다. ㉠~㉣ 중 하나는 육상 생물이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 최초의 광합성 세균이다.
- ㄴ. ㉡이 출현한 이후에 미토콘드리아가 최초로 출현하였다.
- ㄷ. ㉢은 육상 생물이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

▶23072-0165

다음은 원시 생명체의 출현과 진화에 대한 학생 A~C의 발표 내용이다.



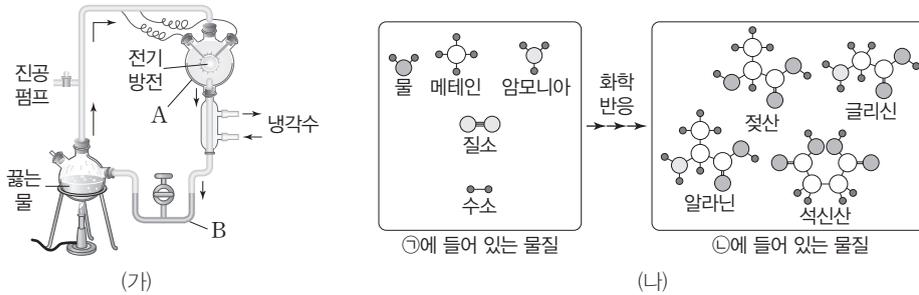
제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② B ③ C ④ A, B ⑤ B, C

01

▶ 23072-0166

그림 (가)는 원시 지구에서 유기물의 합성 가능성을 알아본 밀러의 실험을, (나)는 이 실험 장치에서 ㉠에 들어 있는 물질이 화학 반응하여 ㉡에 들어 있는 물질로 전환되는 과정의 일부를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 A와 B 중 하나이고, A와 B는 각각 U자관과 방전관 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

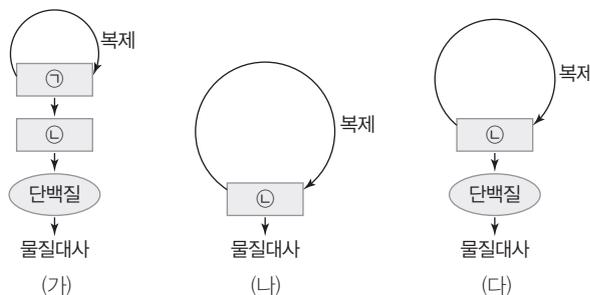
- ㄱ. ㉠은 A이다.
- ㄴ. ㉡에 들어 있는 물질은 오파린의 화학 진화설에서 유기물 복합체에 해당한다.
- ㄷ. 실험 결과 B에서 단백질의 기본 단위가 검출되었다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23072-0167

그림은 생명체 (가)~(다)의 유전 정보 흐름과 물질대사를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 DNA에 기반을 둔 생명체, RNA에 기반을 둔 생명체, RNA와 단백질에 기반을 둔 생명체 중 하나이며, ㉠과 ㉡은 각각 DNA와 RNA 중 하나이다. 최초의 유전 물질은 유전 정보 저장과 물질대사 촉진을 모두 수행했을 것으로 추정하고 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

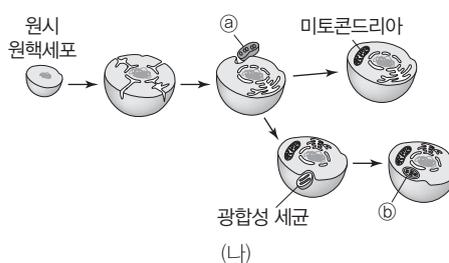
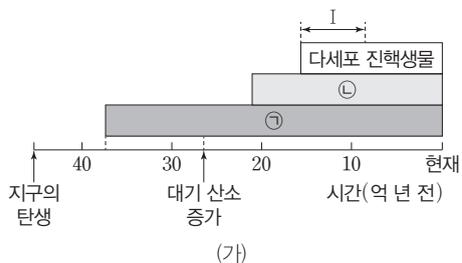
- ㄱ. ㉡은 RNA이다.
- ㄴ. 대장균은 (다)와 같은 유전 정보 체계를 갖는다.
- ㄷ. RNA 우선 가설에 따르면 (가)~(다) 중 가장 먼저 출현한 생명체는 (가)이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 23072-0170

그림 (가)는 지구의 탄생부터 현재까지 생물의 존재 기간을, (나)는 세포내 공생설을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 원핵 생물과 단세포 진핵생물 중 하나이고, 생물 ㉢는 미토콘드리아의 기원이고, 광합성 세균은 세포 소기관 ㉣의 기원이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉢는 ㉡에 속한다.
- ㄴ. ㉣는 전자 전달계를 갖는다.
- ㄷ. 산소 호흡 세균이 최초로 출현한 시점은 구간 I에 속한다.

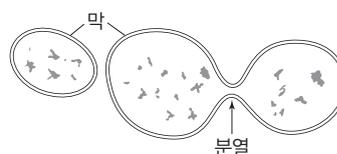
- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

06

▶ 23072-0171

다음은 과학자 (가)가 원시 생물의 기원으로 제안한 유기물 복합체 A에 대한 자료이다. (가)는 폭스와 오파린 중 하나이다.

(가)는 아미노산을 고온으로 가열한 후 물에 넣어 천천히 냉각시켜 A를 만들었다. A는 선택적으로 물질을 받아들이고 내보내며 크기가 커지기도 하고 일정 크기에서는 두 덩어리로 분열되기도 하였다. 또, A 내부에 있는 물질 ㉠은 물질 ㉡이 합성되는 반응을 촉진하는 효소로 작용한다. (가)는 이러한 A의 특성을 관찰한 후 A를 원시 생물의 기원이라고 주장하였다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)는 폭스이다.
- ㄴ. A의 막은 인지질 2중층으로 이루어져 있다.
- ㄷ. ㉠은 ㉡이 합성되는 반응의 활성화 에너지를 낮춘다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

생물의 분류와 다양성

1 종의 개념과 분류의 단계

(1) 종의 개념: 생물을 분류하는 기본 단위이다.

- ① 형태학적 종: 하나의 표준종을 기준으로 정하고, 이와 외부 형태가 유사한 생물을 같은 종으로 분류한다.
 - ② 생물학적 종: 자연 상태에서 자유롭게 교배가 일어나고, 교배에서 얻은 자손이 생식 능력이 있는 생물 집단이다.
- (2) 분류 단계: 종을 기본 단위로 하며, 종, 속, 과, 목, 강, 문, 계, 역의 8단계로 구성된다.



(3) 학명: 국제적으로 통용되는 생물의 명칭이다.

- 이명법: 속명과 종소명, 명명자로 구성되며, 명명자는 생략할 수 있다.
 - 속명과 종소명은 라틴어 또는 라틴어화하여 이탤릭체로 기록한다. 속명의 첫 글자는 대문자로, 종소명의 첫 글자는 소문자로 표기한다.
 - 명명자는 이름을 정체로 기록하며, 첫 글자는 대문자로 표기하고, 이름의 첫 글자만 쓰거나 생략할 수도 있다.

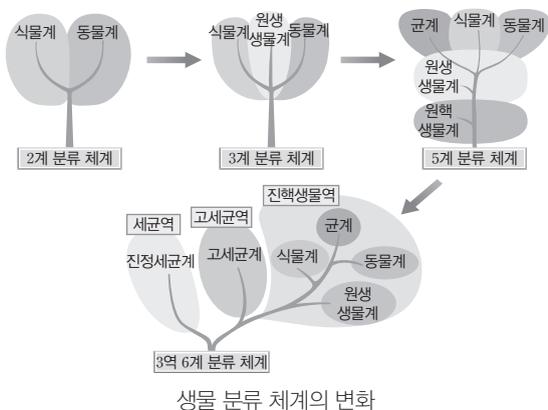
예) 사람: *Homo sapiens* Linné, *Homo sapiens* L.,
 속명 종소명 명명자 속명 종소명 명명자
Homo sapiens
 속명 종소명

2 계통수와 생물의 분류 체계

(1) 계통수

- ① 생물이 진화해 온 경로를 바탕으로 생물 상호 간의 유연관계를 나뉠까지 모양으로 나타낸 것이다.
- ② 계통수의 아래쪽에는 공통 조상이 위치하고, 가지 끝에는 현존하는 생물종이 위치한다.
- ③ 계통수에서 분기점은 하나의 공통 조상에서 두 계통으로 나누어져 진화하였음을 의미한다.
- ④ 가까운 분기점을 공유할수록 생물종 사이의 유연관계가 가깝다.

(2) 생물 분류 체계의 변화



생물 분류 체계의 변화

3 3역 6계 분류 체계

(1) 3역: 세균역, 고세균역, 진핵생물역이 있다.

특징	역	세균역	고세균역	진핵생물역
핵막과 막성 세포 소기관		없음(원핵세포)		있음(진핵세포)
세포벽의 펩티도글리칸		있음	없음	없음
히스톤과 결합한 DNA		없음	일부 있음	있음
염색체 모양		원형	원형	선형

(2) 6계: 진정세균계, 고세균계, 원생생물계, 식물계, 균계, 동물계가 있다.

- ① 진정세균계: 단세포 원핵생물로 세포벽에 펩티도글리칸 성분이 있다. 독립 영양 생물과 종속 영양 생물이 모두 있으며, 주로 분열법으로 증식하고 세대가 짧다. 예) 젖산균, 대장균, 남세균 등
- ② 고세균계: 단세포 원핵생물로 세포벽에 펩티도글리칸 성분이 없다. 대부분 극한 환경에서 서식한다. 예) 극호열균(호열성 고세균), 극호염균, 메테인 생성균 등
- ③ 원생생물계: 식물계, 균계, 동물계에 속하지 않는 진핵생물이 무인 무리이다. 독립 영양 생물과 종속 영양 생물이 모두 있다. 예) 아메바, 짙신벌레, 유글레나, 미역, 다시마 등

④ 식물계

- 다세포 진핵생물이다.
- 광합성을 하는 독립 영양 생물이며, 광합성 색소로 엽록소 a와 b, 카로티노이드를 가지고 있다.
- 세포벽의 주성분은 셀룰로스이고, 주로 육상 생활을 한다.
- 건조한 육상 환경에 견딜 수 있도록 줄기와 잎의 표면에 큐티클층이 있어 수분 손실을 방지한다.

⑤ 균계: 대부분 다세포 진핵생물로 몸이 균사로 이루어져 있으며, 세포벽에 키틴 성분이 있다. 종속 영양 생물이고, 포자로 번식한다.

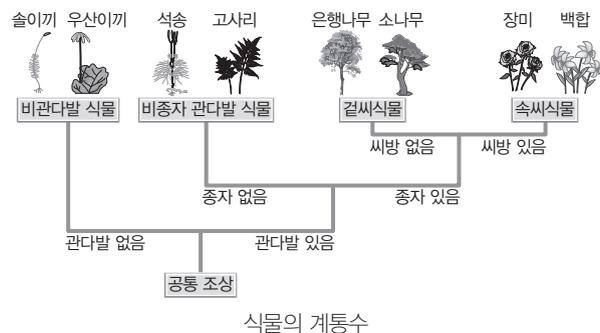
예) 버섯, 곰팡이, 효모(단세포, 균사 없음) 등

⑥ 동물계

- 다세포 진핵생물로 먹이를 섭취하여 살아가는 종속 영양 생물이다.
- 세포벽이 없으며, 대부분 감각 기관과 운동 기관이 발달해 있다.

4 식물계의 분류

(1) 식물계의 분류 기준: 관다발의 유무, 종자의 유무, 씨방의 유무 등을 기준으로 분류한다.



식물의 계통수

(2) 식물계의 분류

- ① 비관다발 식물(선대식물) **예** 우산이끼, 솔이끼, 뿔이끼 등
 - 수중 생활에서 육상 생활로 옮겨 가는 중간 단계의 특성을 나타낸다.
 - 관다발이 없어 물기가 마르지 않는 습한 곳에서 서식한다.
 - 포자로 번식한다.
- ② 비종자 관다발 식물
 - 예** 석송식물문(석송 등), 양치식물문(고사리, 고비, 쇠뜨기 등)
 - 뿌리, 줄기, 잎의 구분이 뚜렷하고 관다발을 가지고 있다.
 - 관다발에는 형성층이 없고, 체관과 헛물관으로 이루어져 있다.
 - 그늘지고 습한 곳에 서식하며, 포자로 번식한다.
- ③ 종자식물
 - 뿌리, 줄기, 잎의 구분이 뚜렷하고, 관다발이 잘 발달하였다.
 - 종자로 번식하며, 종자는 단단한 껍질에 둘러싸여 있다.
 - 씨방의 유무에 따라 겉씨식물과 속씨식물로 분류된다.

구분	특징	형태도
겉씨 식물	<ul style="list-style-type: none"> • 씨방이 없어서 밑씨가 겉으로 드러나 있음 • 관다발은 체관과 헛물관으로 이루어져 있음 • 소철식물문(소철 등), 은행식물문(은행나무 등), 마황식물문, 구과식물문(소나무 등)으로 분류됨 	
속씨 식물	<ul style="list-style-type: none"> • 밑씨가 씨방에 들어 있으며, 밑씨는 수정 후 종자로 발달함 • 관다발은 체관과 물관으로 이루어져 있음 • 외떡잎식물: 떡잎 1장, 나란히맥, 관다발 불규칙적 배열 예 벼, 보리, 옥수수, 백합 등 • 쌍떡잎식물: 떡잎 2장, 그물맥, 관다발 규칙적 배열 예 장미, 해바라기, 국화, 콩 등 	

5 동물계의 분류

(1) 동물계의 분류 기준

① 배엽의 수와 몸의 대칭성에 따른 분류

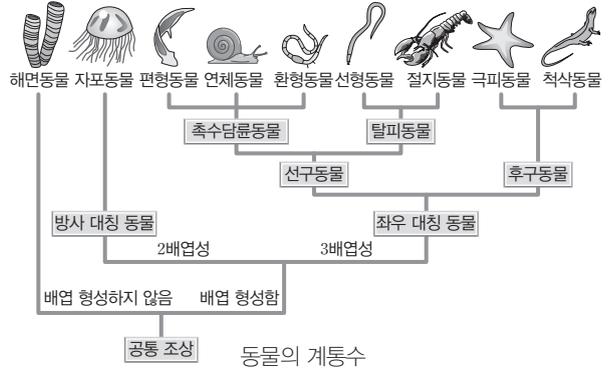
구분	배엽의 수	몸의 대칭성
해면동물	무배엽성 동물	대칭성 없음
자포동물	2배엽성 동물 (외배엽과 내배엽만 형성)	방사 대칭
편형동물, 연체동물, 환형동물, 선형동물, 절지동물, 극피동물, 척삭동물	3배엽성 동물 (외배엽과 내배엽 사이에 중배엽을 형성)	좌우 대칭 (극피동물의 성체는 방사 대칭)

② 원구와 입의 관계에 따른 분류(3배엽성 동물의 분류)

선구동물	후구동물
원구가 입이 됨	원구가 항문이 됨
편형동물, 연체동물, 환형동물, 선형동물, 절지동물	극피동물, 척삭동물

③ DNA의 염기 서열을 이용한 분류(선구동물의 분류)

촉수담류동물	탈피동물
호흡과 먹이 포획에 이용되는 촉수관을 가지거나 담륜자(트로코포라) 유생 시기를 가짐	성장을 위해 탈피를 함
편형동물, 연체동물, 환형동물	선형동물, 절지동물



(2) 동물계의 분류

- ① 해면동물 **예** 주황해면해면, 해로동굴해면 등
 - 포배 단계의 동물로 조직이나 기관이 분화되어 있지 않다.
- ② 자포동물 **예** 말미잘, 산호, 해파리, 히드라 등
 - 자세포가 있는 촉수를 이용하여 먹이를 잡거나 몸을 보호한다.
- ③ 편형동물 **예** 플라나리아, 촌충, 디스토마 등
 - 몸이 납작하고 원구가 입으로 발달하지만 항문이 없다.
- ④ 연체동물 **예** 달팽이, 소라, 대합, 오징어, 문어 등
 - 몸이 연하고 외투막으로 둘러싸여 있으며, 체절이 없다.
- ⑤ 환형동물 **예** 지렁이, 갯지렁이, 거머리 등
 - 몸이 원통형이고 수많은 체절이 있다.
- ⑥ 선형동물 **예** 예쁜꼬마선충, 회충, 요충 등
 - 몸이 원통형이고 체절이 없으며, 끝이 큐티클층으로 덮여 있어 주기적으로 탈피를 한다.
- ⑦ 절지동물 **예** 파리, 나비, 새우, 게, 가재, 지네, 거미 등
 - 전체 동물 중의 대부분을 차지하며, 체절로 된 몸이 키틴질의 단단한 외골격으로 덮여 있어 성장 시 탈피를 한다.
- ⑧ 극피동물 **예** 불가사리, 해삼, 성게 등
 - 수관계를 가지고 있으며, 관쪽으로 이동하고 먹이를 섭취한다.
- ⑨ 척삭동물 **예** 우렁쟁이(미삭동물), 창고기(두삭동물),
 - 어류, 양서류, 파충류, 조류, 포유류(척추동물) 등
 - 좌우 대칭의 체절 구조를 가진다.
 - 미삭동물은 유생 시기에만 척삭이 나타났다가 없어지고, 두삭동물은 일생 동안 뚜렷한 척삭이 나타나며, 척추동물은 발생 초기에는 척삭이 나타나지만 성장하면서 척추로 대체된다.

THE 알기 동물계의 분류 기준

• 몸의 대칭성에 따른 분류

방사 대칭	좌우 대칭
감각 기관이 온몸에 고르게 분포해 있어서 모든 방향에서 오는 자극에 반응한다.	왼쪽과 오른쪽, 앞과 뒤, 등과 배의 방향성이 나타나며, 몸의 앞쪽에 감각 기관이 집중되어 있다.

• 원구와 입의 관계에 따른 분류

선구동물	후구동물
원구가 입이 되고 원구의 반대쪽에 항문이 생긴 동물이다.	원구가 항문이 되고 원구의 반대쪽에 입이 생기는 동물이다.

테마 대표 문제

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

플라나리아, 해삼, 회충이 선구동물과 후구동물 중 어디에 해당하는지와 각각의 종이 어떤 동물군에 해당하는지를 알고 있어야 한다.

▶ 간략 풀이

플라나리아와 회충은 선구동물에 속하고, 해삼은 후구동물에 속하므로 A와 B가 속하는 ㉠은 선구동물이고, C가 속하는 ㉡은 후구동물이다. 후구동물인 C는 해삼이고, 탈피동물인 A는 회충이며, B는 플라나리아이다.

✕ ㉠은 원구가 입이 되는 선구동물이다.

○ B는 편형동물에 속하는 플라나리아이다.

✕ A~C 중 척삭을 갖는 척삭동물은 없다.

정답 | ㉡

| 2023학년도 수능 |

다음은 동물 A~C에 대한 자료이다. A~C는 플라나리아, 해삼, 회충을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡은 선구동물과 후구동물을 순서 없이 나타낸 것이다.

- A와 B는 모두 ㉠에 속하고, C는 ㉡에 속한다.
- A는 탈피동물에 속한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 원구가 항문이 되는 동물이다.
- ㄴ. B는 편형동물에 속한다.
- ㄷ. C는 척삭을 갖는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

0 닳은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 28쪽

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

3가지 동물을 제시하고 각각의 동물 종이 어떠한 동물군에 속하는지와 각 종의 특징이 무엇인지 묻는다는 점에서 대표 문제와 유사하지만 대표 문제에서는 동물을 분류할 때 원구의 분화를 이용하였지만 닳은 꼴 문제에서는 배엽의 수를 이용하였다는 점에서 차이가 있다.

▶ 배경 지식

- 해면동물은 배엽이 없고, 자포동물은 2개의 배엽이 형성되며 나머지 동물은 모두 3개의 배엽이 형성된다.
- 선구동물은 원구가 입이 되고, 후구동물은 원구가 항문이 된다.

▶ 23072-0172

다음은 동물 A~C에 대한 자료이다. A~C는 말미잘, 갯지렁이, 불가사리를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡은 2배엽성 동물과 3배엽성 동물을 순서 없이 나타낸 것이다.

- A는 ㉠에 속하고, B와 C는 모두 ㉡에 속한다.
- B는 측수담륜동물에 속한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 3배엽성 동물이다.
- ㄴ. B는 연체동물에 속한다.
- ㄷ. C는 원구가 항문이 된다.

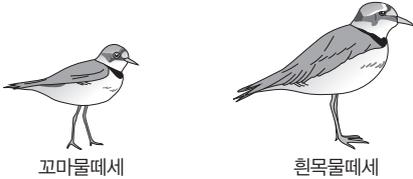
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

01

▶23072-0173

다음은 꼬마물떼새와 흰목물떼새에 대한 자료이다.

눈 주변 노란 띠와 가슴 줄무늬 등이 매우 비슷한 꼬마물떼새(학명: ㉠ *Charadrius dubius*)와 흰목물떼새(학명: *Charadrius placidus*)는 얼핏보면 같은 종의 새로 착각하기 쉽다. 하지만 울음소리, 몸집의 크기, 서식지 등에서 차이가 나며, 꼬마물떼새는 여름 철새인 반면 흰목물떼새는 텃새이다. 두 물떼새는 자연 상태에서 만나도 교배가 불가능하다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 꼬마물떼새의 학명을 이명법으로 나타낸 것이다.
- ㄴ. 꼬마물떼새와 흰목물떼새는 생식적으로 격리되어 있다.
- ㄷ. 꼬마물떼새와 흰목물떼새는 같은 속에 속한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶23072-0174

표는 동물 A~E의 학명, 과명, 목명을 나타낸 것이다. 서로 다른 ㉠~㉤은 각각 말과, 말목, 식육목, 고양이과, 검은코뿔소과 중 하나이다.

동물	학명	과명	목명
A	<i>Panthera tigris</i>	㉠	㉡
B	<i>Equus asinus</i>	말과	㉢
C	<i>Diceros bicornis</i>	㉣	㉤
D	<i>Equus ferus</i>	㉥	?
E	<i>Panthera leo</i>	고양이과	식육목

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

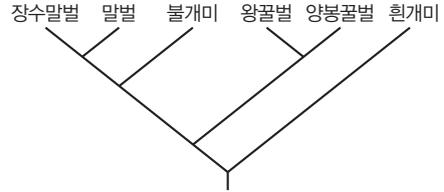
- ㄱ. ㉡은 말목이다.
- ㄴ. C는 말과에 속한다.
- ㄷ. B와 C의 유연관계는 B와 E의 유연관계보다 가깝다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

03

▶23072-0175

그림은 곤충 6종의 계통수를 나타낸 것이다. 6종의 곤충은 2개의 목과 4개의 속으로 분류된다. 왕꿀벌과 양봉꿀벌은 같은 속에 속한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 장수말벌과 말벌은 같은 과에 속한다.
- ㄴ. 불개미와 흰개미는 다른 과에 속한다.
- ㄷ. 불개미와 왕꿀벌 사이의 유연관계는 왕꿀벌과 양봉꿀벌 사이의 유연관계보다 가깝다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23072-0176

표 (가)는 생물의 3가지 특징을, (나)는 (가)의 특징 중 세균역, A, B에 속하는 생물이 갖는 특징의 개수를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 고세균역과 진핵생물역 중 하나이다.

특징
• 핵막을 갖는 생물이 있다.
• 리보솜을 갖는 생물이 있다.
• 펩티도글리칸 성분의 세포벽을 갖는 생물이 있다.

(가)

역	특징의 개수
세균역	㉠
A	㉡
B	㉢

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

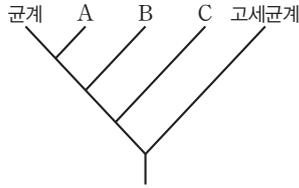
- ㄱ. ㉢는 ㉡보다 크다.
- ㄴ. 메테인 생성균은 A에 속한다.
- ㄷ. B에 속한 생물은 선형의 염색체를 갖는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶23072-0177

그림은 3역 6계 분류 체계에 따른 6계 중 5계의 계통수를 나타낸 것이다. A~C는 각각 동물계, 식물계, 원생생물계 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A에 셀룰로스가 주성분인 세포벽을 갖는 생물이 있다.
- ㄴ. C에 속하는 생물은 모두 종속 영양을 한다.
- ㄷ. B와 C는 같은 역에 속한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

▶23072-0178

다음은 동물 A~E에 대한 자료이다. A~C는 각각 거미, 갯지렁이, 오징어 중 하나이다.

- A와 B는 모두 촉수담륜동물에 속한다.
- A와 C는 모두 체절을 갖는다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 갯지렁이이다.
- ㄴ. B는 환형동물에 속한다.
- ㄷ. C는 탈피를 한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

07

▶23072-0179

표는 2개의 목으로 분류되는 식물 A~E의 학명, 과명, 목명을 나타낸 것이다.

식물	학명	과명	목명
A	<i>Draba glabella</i>	?	?
B	<i>Carica papaya</i>	파파야과	십자화목
C	<i>Draba nemorosa</i>	십자화과	?
D	<i>Arabis glabra</i>	십자화과	십자화목
E	<i>Lespedeza bicolor</i>	콩과	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

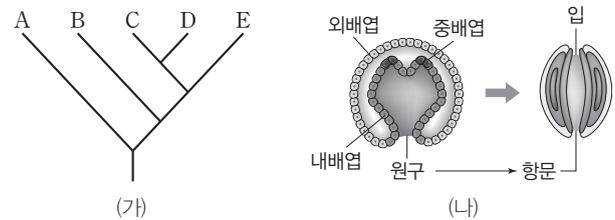
- ㄱ. A는 십자화과에 속한다.
- ㄴ. C와 E는 같은 목에 속한다.
- ㄷ. A와 B의 유연관계는 A와 D의 유연관계보다 가깝다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶23072-0180

그림 (가)는 생물 A~E의 계통수를, (나)는 A~E 중 하나의 발생 과정에서 나타나는 원구의 분화 과정을 나타낸 것이다. A~E는 각각 계, 산호, 성게, 회충, 푸른곰팡이 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

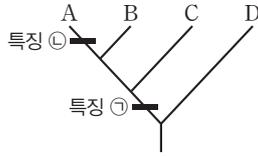
- ㄱ. A는 푸른곰팡이이다.
- ㄴ. C와 D는 모두 탈피를 한다.
- ㄷ. A~E 중 (나)와 같은 원구의 분화 과정을 거치는 생물은 E이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

▶23072-0181

그림은 생물 A~D의 계통수를 나타낸 것이다. A~D는 각각 장미, 고사리, 소나무, 클로렐라 중 하나이고, 특징 ㉠과 ㉡은 각각 '관다발이 있음', '씨방이 있음' 중 하나이다. 클로렐라는 원생생물계에 속한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 '씨방이 있음'이다.
- ㄴ. B는 소나무이다.
- ㄷ. C와 D는 같은 역에 속한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

10

▶23072-0182

그림은 갯지렁이와 동물 ㉠과 ㉡에서 특징 A~C의 유무를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 지네와 해파리 중 하나이며, A~C는 체절, 외골격, 담륜자 유생 시기를 순서 없이 나타낸 것이다.

동물	특징	A	B	C
갯지렁이		㉠	없음	있음
㉠		없음	㉡	없음
㉡		있음	?	없음

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

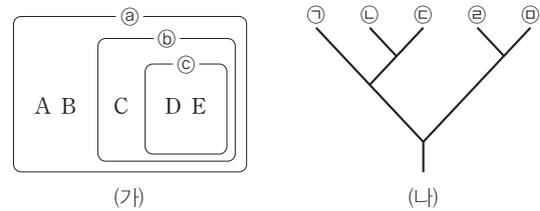
- ㄱ. A는 체절이다.
- ㄴ. ㉠과 ㉡은 모두 '있음'이다.
- ㄷ. ㉠은 2배엽성 동물이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

11

▶23072-0183

그림 (가)는 생물 A~E를 분류 특징 ㉠~㉣를 이용해 분류한 것을, (나)는 이를 토대로 작성한 생물종 ㉦~㉨의 계통수를 나타낸 것이다. ㉦~㉨은 각각 A~E 중 하나이며, 2개의 속으로 분류된다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

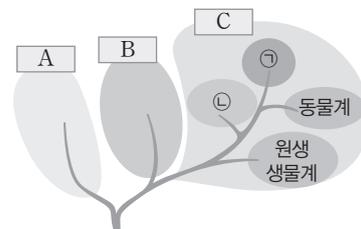
- ㄱ. C와 D의 속명은 같다.
- ㄴ. ㉡은 ㉠~㉢를 모두 갖는다.
- ㄷ. A와 C의 유연관계는 C와 E의 유연관계보다 가깝다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

▶23072-0184

그림은 3역 6계 분류 체계에 따른 계통수에 역 A~C와 C에 속하는 4개의 계를 나타낸 것이다. A~C는 각각 세균역, 고세균역, 진핵생물역 중 하나이고, ㉠과 ㉡은 각각 균계와 식물계 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

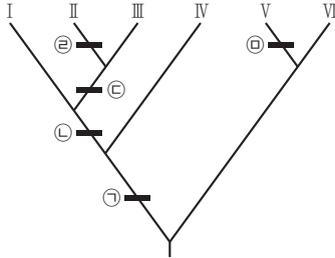
- ㄱ. 펩티도글리칸 성분의 세포벽을 갖는 생물은 A에 속한다.
- ㄴ. ㉠에 속하는 생물은 모두 독립 영양 생물이다.
- ㄷ. ㉡에 속하는 생물은 미토콘드리아를 갖는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

01

▶23072-0185

그림은 2개의 과와 3개의 속으로 분류되는 생물 I~Ⅵ의 계통수를, 표는 생물종 (가)~(바)에서 특징 ㉠~㉥의 유무를 나타낸 것이다. (가)~(바)는 각각 I~Ⅵ 중 하나이고, ㉠~㉥는 각각 ㉠~㉥ 중 하나이다. V와 Ⅵ은 같은 속에 속한다.



생물 특징	(가)	(나)	(다)	(라)	(마)	(바)
㉠	×	○	×	×	×	×
㉡	×	○	×	×	×	○
㉢	×	○	○	○	×	○
㉣	○	×	×	×	×	×
㉤	×	○	×	○	×	○

(○: 있음, ×: 없음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

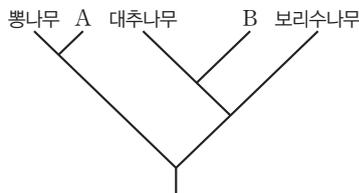
- ㄱ. (가)는 Ⅳ이다.
- ㄴ. (라)와 (바)는 같은 속에 속한다.
- ㄷ. (다)와 I의 유연관계는 (다)와 (마)의 유연관계보다 가깝다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶23072-0186

그림은 3개의 과로 분류되는 식물 5종의 계통수를, 표는 식물 A~E의 학명과 과명을 나타낸 것이다. C~E는 각각 뽕나무, 대추나무, 보리수나무 중 하나이다.



식물	학명	과명
A	<i>Morus bombycis</i>	?
B	<i>Rhamnus davurica</i>	갈매나무과
C	<i>Morus alba</i>	뽕나무과
D	<i>Ziziphus jujuba</i>	갈매나무과
E	<i>Elaeagnus umbellata</i>	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 뽕나무과에 속한다.
- ㄴ. 대추나무의 속명은 *Ziziphus*이다.
- ㄷ. A와 B의 유연관계는 B와 E의 유연관계보다 가깝다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23072-0187

표 (가)는 식물의 3가지 특징을, (나)는 (가)의 특징 중 고사리와 식물 A~C가 갖는 특징의 개수를 나타낸 것이다. A~C는 각각 뽕이끼, 소철, 장미 중 하나이고, ㉞는 ㉟보다 크다.

특징	식물	특징의 개수
• 종자로 번식한다. • 관다발이 있다. • 씨방이 있다.	고사리	㉞
	A	㉞
	B	3
	C	㉟

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

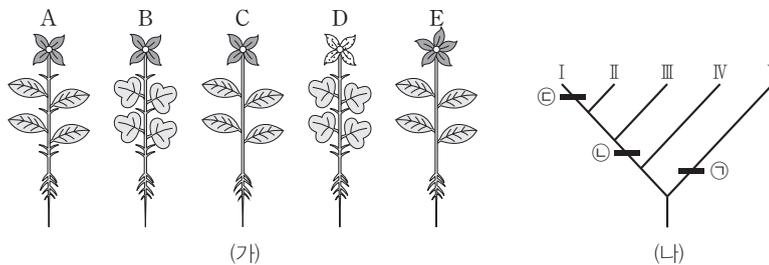
- ㄱ. ㉞는 1이다.
- ㄴ. A는 소철이다.
- ㄷ. B와 C는 모두 관다발이 있다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 23072-0188

그림 (가)는 식물 A~E의 형태 일부를, (나)는 I~V의 계통수를 나타낸 것이다. 특징 ㉠~㉣은 각각 '꽃잎에 반점이 있음', '꽃잎이 5장 형성됨', '줄기에 가시가 있음' 중 하나이며, I~V는 각각 A~E 중 하나이다.



(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 '꽃잎에 반점이 있음'이다.
- ㄴ. ㉡는 C이다.
- ㄷ. C와 D의 유연관계는 C와 E의 유연관계보다 가깝다.

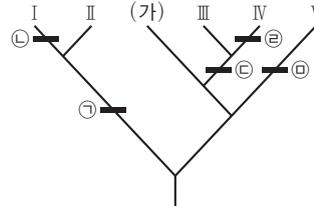
- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

05

▶23072-0189

표는 생물 (가)~(바)의 유연관계를 확인할 수 있는 어떤 유전자의 염기 서열 일부를, 그림은 이 유전자에서 일어난 염기 치환 ㉠~㉣을 바탕으로 작성한 계통수를 나타낸 것이다. I~V는 각각 (나)~(바) 중 하나이며, ㉠~㉣은 각각 서로 다른 자리의 뉴클레오타이드 1개에서만 일어났다. ㉢에서는 퓨린 계열 염기가 다른 퓨린 계열 염기로 치환되었다.

생물	뉴클레오타이드 자리						
	67	68	69	70	71	72	73
(가)	A	G	G	T	C	A	C
(나)	A	A	G	T	C	A	C
(다)	A	G	G	A	C	C	C
(라)	A	G	G	T	G	A	C
(마)	A	G	G	A	C	A	C
(바)	G	A	G	T	C	A	C



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염기 치환 이외의 돌연변이는 고려하지 않는다.)

보기

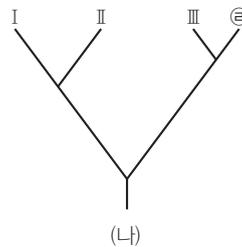
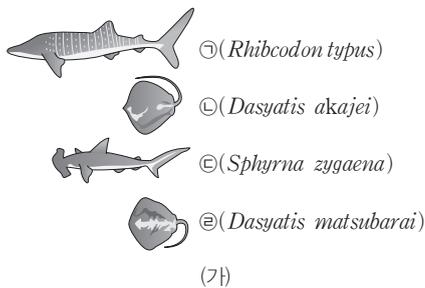
- ㄱ. I은 (바)이다.
- ㄴ. ㉢과 ㉣에서 모두 기존 염기가 구아닌(G)으로 치환되었다.
- ㄷ. (가)와 (바)의 유연관계는 (가)와 (마)의 유연관계보다 가깝다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

06

▶23072-0190

그림 (가)는 3개의 과로 분류되는 동물 ㉠~㉣의 학명을, (나)는 I~III과 ㉣의 계통수를 나타낸 것이다. I~III은 각각 ㉠~㉢ 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

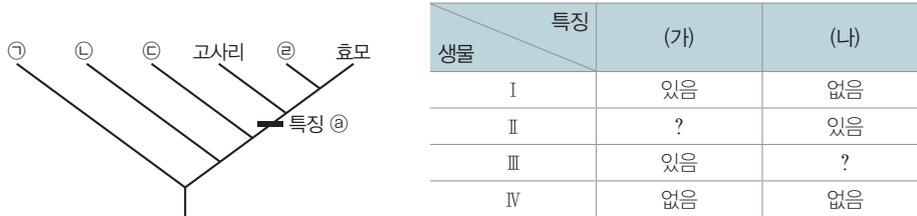
- ㄱ. I과 II는 같은 과에 속한다.
- ㄴ. III의 속명은 Rhincodon이다.
- ㄷ. ㉠과 ㉣의 유연관계는 ㉠과 ㉢의 유연관계보다 가깝다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

07

▶ 23072-0191

그림은 효모, 고사리, 생물 ㉠~㉡의 계통수를, 표는 I~IV에서 특징 (가)와 (나)의 유무를 나타낸 것이다. I~IV는 각각 ㉠~㉡ 중 서로 다른 하나이며, (가)와 (나)는 각각 핵막과 펩티도글리칸 성분의 세포벽 중 하나이다. ㉠~㉡은 각각 개구리, 대장균, 짚신벌레, 메테인 생성균 중 하나이다. I은 단세포 생물이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. '세포벽이 있음'은 ㉢에 해당한다.
- ㄴ. (가)는 핵막이다.
- ㄷ. III은 ㉢이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

08

▶ 23072-0192

표 (가)는 동물의 3가지 특징을, (나)는 (가)의 특징 중 히드라와 동물 A, B가 갖는 특징의 개수를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 달팽이와 창고기 중 하나이다.

특징	동물	특징의 개수
• 척삭이 형성된다. • 몸의 대칭성이 방사 대칭성이다. • 원구가 항문이 된다.	히드라	㉠
	A	㉢
	B	2

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 1이다.
- ㄴ. A는 달팽이이다.
- ㄷ. B는 담류자 유생 시기를 갖는다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

생물의 진화

1 진화의 증거

- 화석상의 증거:** 화석을 통해 그 당시에 살았던 생물의 종류, 서식 환경에 대한 정보를 얻을 수 있다. **예** 고래 조상 화석, 종자고사리 화석
- 생물지리학적 증거:** 생물의 분포 양상은 육지와 해수면의 지질학적 변화에 의해 형성되는 지리적 장벽으로 인해 다르게 나타난다. **예** 갈라파고스 군도의 핀치, 오스트레일리아의 캥거루
- 비교해부학적 증거:** 해부학적 형태나 구조를 비교하여 다양한 생물의 진화 과정을 추정할 수 있다.
 - 상동 형질(상동 기관):** 공통 조상에서 물려받은 형태적 특징이다. **예** 박쥐의 날개와 사자의 앞다리
 - 상사 형질(상사 기관):** 공통 조상에서 물려받지 않았지만 서로 형태적으로 유사해진 특징이다. **예** 새의 날개와 곤충의 날개, 완두의 덩굴손(잎)과 포도의 덩굴손(줄기)
 - 흔적 기관:** 환경과 생활 양식의 변화로 현재 흔적만 남은 기관이다. **예** 사람의 꼬리뼈
- 진화발생학적 증거:** 동물에서 성체 시기에는 관찰되지 않는 발생 초기 단계의 유사성을 통해 공통 조상으로부터 진화해 왔음을 알 수 있다. **예** 닭과 사람의 발생 초기 배아에서 근육성 꼬리와 아가미 틈
- 분자진화학적 증거:** 단백질의 아미노산 서열, DNA 염기 서열 등 생명체를 구성하는 물질의 분자생물학적 특징을 비교하여 생물 간 유연관계와 진화 과정을 알 수 있다. **예** 미토콘드리아에 있는 사이토크롬 c의 아미노산 서열 비교, 척추동물에서 글로빈 단백질의 아미노산 서열 비교

2 개체군 진화의 원리

(1) 변이와 자연 선택에 따른 진화의 과정

① 유전적 변이의 생성	다양한 유전적 변이가 생성된다.
② 과잉 생산과 경쟁	많은 수의 자손이 태어나며, 경쟁이 일어난다.
③ 자연 선택	다양한 변이를 갖는 개체 중 환경 조건에서 생존과 번식에 유리한 개체가 더 많은 자손을 남긴다.
④ 종의 분화	자손 세대는 부모 세대와 다른 유전적 특성을 갖게 되며, 이것이 누적되어 종의 분화가 일어난다.

(2) 유전자풀과 대립유전자 빈도

- 유전자풀: 집단(개체군)의 개체들이 갖고 있는 대립유전자 전체
- 대립유전자 빈도: 유전자풀에 포함된 대립유전자의 상대적 빈도

3 하디·바인베르크 법칙과 유전적 평형

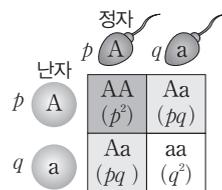
- 유전적 평형:** 세대를 거듭해도 각 세대를 구성하는 대립유전자의 종류와 빈도가 변하지 않을 때 유전적 평형 상태에 있다고 한다.
- 하디·바인베르크 법칙:** 유전적 평형 상태의 집단(=멘델 집단)에서는 대립유전자 빈도와 유전자형 빈도가 세대를 거듭하더라도 변하지 않고 일정하게 유지된다는 법칙이다.
- 멘델 집단:** 하디·바인베르크 법칙이 성립하는 집단으로 유전적 평형이 유지되는 가상의 집단이다. 멘델 집단은 다음의 조건이 충족되어야 한다. 조건 중 하나라도 충족되지 않으면 유전적 평형이 깨지고, 개체군은 진화하게 된다.

[멘델 집단의 조건]

- 집단의 크기가 충분히 커야 한다.
- 돌연변이가 일어나지 않아야 한다.
- 다른 개체군 집단과 유전자 흐름이 없어야 한다.
- 집단 내에서 개체 간 교배가 자유롭게 일어나야 한다.
- 자연 선택이 일어나지 않아야 하며, 집단 내 구성원의 생존력과 생식력이 동일해야 한다.

(4) 하디·바인베르크 법칙의 증명

- 어떤 멘델 집단에서 두 대립유전자 A와 a가 존재할 때, A와 a의 유전자 빈도를 각각 p , q 라고 하면($p+q=1$), 자손(F₁)에서 특정 유전자형을 갖는 개체의 빈도는 다음과 같다.



$$\begin{aligned}
 & \frac{\text{정자}}{(p+q)} \times \frac{\text{난자}}{(p+q)} \\
 &= (p+q)^2 \\
 &= p^2 + 2pq + q^2 \\
 & \text{AA의 빈도} \quad \text{Aa의 빈도} \quad \text{aa의 빈도}
 \end{aligned}$$

- 부모 집단에서 대립유전자 A와 a의 빈도는 세대를 거듭하여도 자손 세대에서도 동일하게 유지된다.

THE 알기 대립유전자의 빈도 계산하기

• 무당벌레 무늬 대립유전자의 빈도 계산하기

표현형			
유전자형	BB	Bb	bb
개체 수	36	48	16

- 유전자풀의 대립유전자 수 = 전체 개체 수 × 2
무당벌레 집단의 총 개체 수는 100마리이므로 이 개체군의 유전자 풀을 구성하는 대립유전자 B와 b의 총수는 $100 \times 2 = 200$ 이다.

(2) 대립유전자 빈도 계산

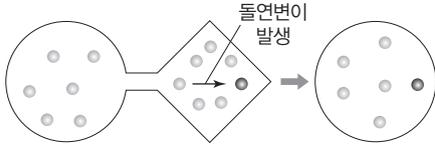
유전자형	대립유전자 B의 수	대립유전자 b의 수
BB	$2 \times 36 = 72$	0
Bb	$1 \times 48 = 48$	$1 \times 48 = 48$
bb	0	$2 \times 16 = 32$
합계	120	80

- 대립유전자 B의 빈도 = $\frac{\text{대립유전자 B의 수}}{\text{전체 대립유전자의 수}} = \frac{120}{200} = 0.6$
- 대립유전자 b의 빈도 = $\frac{\text{대립유전자 b의 수}}{\text{전체 대립유전자의 수}} = \frac{80}{200} = 0.4$

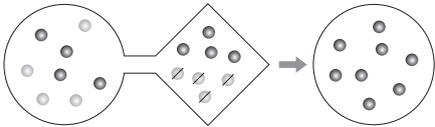
4 유전자풀의 변화 요인

집단의 유전자풀에 변화를 일으켜 유전적 평형이 깨지면 진화가 일어나며, 진화를 일으키는 요인으로는 돌연변이, 자연 선택, 유전적 부동, 유전자 흐름 등이 있다.

- (1) 돌연변이: 유전 물질인 DNA에 변화가 일어나 집단 내에 없던 대립유전자가 나타날 수 있다. 생식세포에서 일어난 돌연변이는 자손에게 전달되어 유전자풀의 변화를 일으킨다.

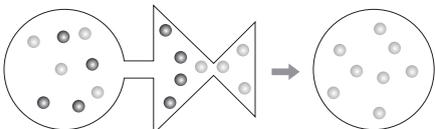


- (2) 자연 선택: 특정 대립유전자를 갖는 개체가 환경에 잘 적응하여 다른 대립유전자를 갖는 개체보다 자손을 많이 남기면 집단의 유전자풀이 변화된다.



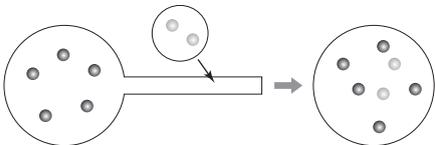
- (3) 유전적 부동: 집단에서 자손 세대로 대립유전자가 무작위로 전달 되어 대립유전자의 빈도가 예측할 수 없는 방향으로 변화하는 현상이다. 집단의 크기가 작을수록 유전적 부동이 강하게 작용한다. 유전적 부동에는 병목 효과와 창시자 효과가 있다.

- ① 병목 효과: 가뭄, 홍수, 산불, 지진 등과 같은 자연재해로 집단의 크기가 급격히 감소할 때 나타나는 현상이다.



- ② 창시자 효과: 소수의 개체들이 모집단으로부터 우연히 분리되어 모집단과 다른 유전자풀의 새로운 집단을 형성할 때 나타나는 현상이다.

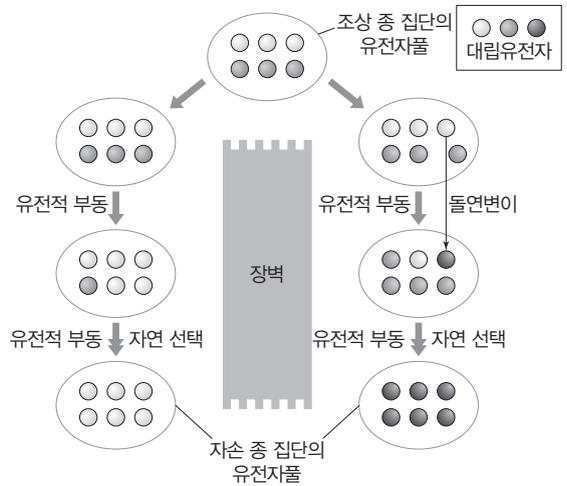
- (4) 유전자 흐름: 개체군 간에 새로운 대립유전자가 유입(이입)되거나, 유출(이출)되면 유전자풀을 구성하는 대립유전자의 종류와 빈도가 달라진다.



5 종분화

한 종으로 구성된 두 집단 사이에서 어떤 요인에 의하여 생식적 격리가 일어나 기존의 생물종으로부터 새로운 생물종이 출현하는 과정이다.

(1) 지리적 격리에 의한 종분화 과정



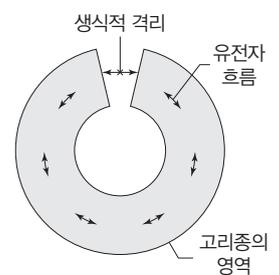
- 어떤 한 종의 개체군이 지리적 장벽(강, 바다, 산맥, 협곡 등)에 의해 유전자 흐름이 차단된 두 집단으로 분리된다.
- 자연 선택, 돌연변이, 유전적 부동 등의 요인에 의해 분리된 두 집단의 형질 차이(유전자풀의 차이)가 점차 증가한다.
- 서로 교배가 불가능한 생식적 격리 상태가 되어 서로 다른 두 종으로 분화된다.
- 집단의 크기가 작은 경우 유전적 부동에 의해 유전자풀의 변화가 잘 일어나기 때문에 지리적으로 격리된 작은 집단에서는 비교적 짧은 시간 안에 종의 분화가 잘 일어난다.

(2) 지리적 격리에 의한 종분화 사례

- 그랜드 캐니언 협곡의 영양다람쥐 분화: 해리스영양다람쥐와 흰꼬리영양다람쥐는 협곡이 생기기 전 같은 종이었지만, 협곡의 생성으로 지리적 격리가 일어나 분리된 두 집단 사이에 유전자 흐름이 차단되었다. 오랜 세월을 거쳐 각 집단에서 서로 다른 변이가 누적되면서 생식적 격리가 일어나 서로 다른 종으로 분화되었다.
- 코르테즈 무지개 놀래기와 파란머리 놀래기의 분화: 중앙아메리카의 파나마 지협을 경계로 대서양 쪽과 태평양 쪽으로 나뉘어 놀래기의 종분화가 일어났다. 태평양 쪽에 코르테즈 무지개 놀래기가 서식하며 대서양 쪽에 파란머리 놀래기가 서식하고 있다.

(3) 고리종

- 어떤 한 종의 생물이 고리 모양의 서식지를 따라 이동하면서 서로 인접한 여러 집단을 형성한다.
- 인접한 집단 간에는 유전자 흐름이 유지되어 제한적인 유전적 분화가 일어난다. 하지만 고리 양 끝에 위치한 두 집단은 유전적 분화의 차이가 매우 커 생식적으로 격리되어 있다.



- 이러한 현상이 나타나는 이웃 집단들의 모임을 고리종이라고 한다.

예 캘리포니아의 엔사티나도롱뇽

테마 대표 문제

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

진화의 요인과 각 요인의 특징을 알고 있어야 한다.

▶ 간략 풀이

‘유전적 부동의 한 현상이다.’는 병목 효과와 창시자 효과가 갖는 특징이고, ‘자연재해에 의해 집단의 크기가 급격히 감소할 때 대립유전자의 빈도가 달라지는 현상이다.’는 병목 효과가 갖는 특징이다.

✕ 특징 ㉠과 ㉡을 모두 갖는 C는 병목 효과, ㉡만 갖는 A는 창시자 효과, 나머지 B는 자연 선택이다.

○ A와 C가 모두 갖는 특징인 ㉢은 ‘유전적 부동의 한 현상이다.’이다.

✕ 병목 효과(C)는 유전자풀에 새로운 대립유전자를 제공하지 않는다. 돌연변이는 유전자풀에 새로운 대립유전자를 제공한다.

정답 | ㉡

| 2023학년도 수능 |

표 (가)는 진화의 요인 A~C에서 특징 ㉠과 ㉡의 유무를 나타낸 것이고, (나)는 ㉠과 ㉡을 순서 없이 나타낸 것이다. A~C는 병목 효과, 자연 선택, 창시자 효과를 순서 없이 나타낸 것이다.

진화 요인 \ 특징	㉠	㉡
A	×	○
B	×	×
C	○	○

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

특징(㉠, ㉡)
• 유전적 부동의 한 현상이다.
• 자연재해에 의해 집단의 크기가 급격히 감소할 때 대립유전자의 빈도가 달라지는 현상이다.

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. B는 창시자 효과이다.
- ㄴ. ㉢은 ‘유전적 부동의 한 현상이다.’이다.
- ㄷ. C는 유전자풀에 새로운 대립유전자를 제공한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

0 닳은 꼴 문제로 유형 익히기

정답과 해설 31쪽

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶ 유사점과 차이점

진화의 요인을 다룬다는 점에서 대표 문제와 유사하지만 진화의 요인 중 돌연변이와 창시자 효과에 대한 특징 ㉠~㉢의 3가지를 다룬다는 점에서 대표 문제와 다르다.

▶ 배경 지식

- 원래의 집단에서 적은 수의 개체가 다른 지역으로 이주하여 새로운 집단을 형성하는 현상인 창시자 효과는 유전적 부동의 한 현상이다.
- 돌연변이는 유전자풀에 새로운 대립유전자를 제공한다.

▶ 23072-0193

표 (가)는 진화의 요인 A와 B에서 특징 ㉠~㉢의 유무를 나타낸 것이고, (나)는 ㉠~㉢을 순서 없이 나타낸 것이다. A와 B는 각각 돌연변이와 창시자 효과 중 하나이고, 병목 효과는 ㉡을 갖는다.

진화 요인 \ 특징	㉠	㉡	㉢
A	×	○	㉠
B	○	×	×

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

특징(㉠~㉢)
• 유전적 부동의 한 현상이다.
• 유전자풀에 새로운 대립유전자를 제공한다.
• 원래의 집단에서 적은 수의 개체가 다른 지역으로 이주하여 새로운 집단을 형성한다.

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 돌연변이이다.
- ㄴ. ㉠은 ‘○’이다.
- ㄷ. 자연 선택은 ㉠을 갖는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

01

▶ 23072-0194

다음은 교사와 학생 A~C의 대화 내용이다.

생물 진화의 증거에 대해 발표해 봅시다.

학생 A

고래 조상종의 화석은 생물 진화의 증거 중 화석상의 증거에 해당합니다.

학생 B

박쥐의 날개와 곤충의 날개는 상동 형질(상동 기관)의 예에 해당합니다.

학생 C

연체동물과 환형동물 모두 트로코포라 유생 시기를 갖는 것은 생물 진화의 증거 중 진화발생학적 증거에 해당합니다.



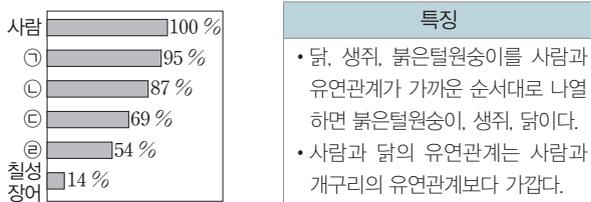
제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② C ③ A, B ④ A, C ⑤ B, C

02

▶ 23072-0195

그림은 사람 글로빈 단백질의 아미노산 서열과 5가지 척추동물 글로빈 단백질의 아미노산 서열과의 유사성을, 표는 그림의 자료를 근거로 닭, 생쥐, 개구리, 붉은털원숭이의 특징을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 닭, 생쥐, 개구리, 붉은털원숭이를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 종 간 유연관계는 제시된 자료만을 근거로 판단한다.)

보기

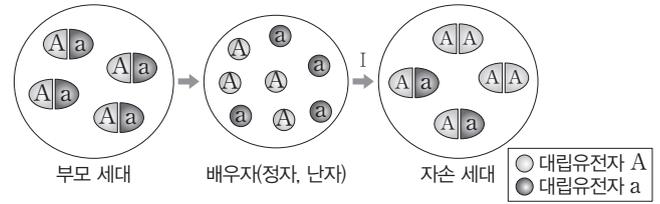
- ㄱ. ㉠은 붉은털원숭이이다.
- ㄴ. 생물 진화의 증거 중 분자진화학적 증거에 해당한다.
- ㄷ. 사람과 칠성장어의 글로빈 단백질을 암호화하는 유전자의 염기 서열은 서로 다르다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23072-0196

그림은 어떤 집단에서 대립유전자 빈도의 변화를 나타낸 것이다. 이 집단의 유전 형질 (가)는 대립유전자 A와 a에 의해 결정된다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 유전자풀 이외의 유전자와 돌연변이는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. 부모 세대에서 A의 빈도와 a의 빈도는 서로 같다.
- ㄴ. 과정 I에서 A만 자손 세대에게 전달되었다.
- ㄷ. 자손 세대에는 부모 세대에 존재하지 않던 새로운 대립유전자가 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 23072-0197

다음은 진화의 요인에 대한 자료이다. ㉠과 ㉡은 자연 선택과 돌연변이를 순서 없이 나타낸 것이다.

- ㉠은 DNA의 염기 서열에 변화가 생겨 새로운 대립유전자가 나타나는 현상이다.
- 어떤 개체군에서 ㉡이 일어나면 시간이 지남에 따라 변화된 환경 조건에 적합한 대립유전자를 가진 개체들의 비율이 증가한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 창시자 효과는 ㉠의 한 현상이다.
- ㄴ. ㉡은 돌연변이이다.
- ㄷ. ㉠과 유전적 부동은 모두 유전자풀의 변화 요인이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

05

▶23072-0198

그림은 종 A가 2회의 종분화 과정을 통해 종 B와 종 C로 분화하는 과정을 나타낸 것이다. A~C는 서로 다른 생물학적 종이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 지리적 격리는 2회 일어났으며, 이입과 이출은 없다.)

보기

- ㄱ. A가 B로 분화하는 과정에서 돌연변이가 발생했다.
- ㄴ. B와 C의 유연관계는 A와 C의 유연관계보다 가깝다.
- ㄷ. A와 C 사이에서 생식 능력이 있는 자손이 태어날 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

▶23072-0199

다음은 하디·바인베르크 평형이 유지되는 동물 집단 I에서 유전병 ㉠에 대한 자료이다.

- I의 개체 수는 10000이다.
- ㉠은 상염색체에 있는 ㉠ 발현 대립유전자 A와 정상 대립유전자 a에 의해 결정되며, A는 a에 대해 완전 우성이다.
- I에서 ㉠이 발현된 개체 수는 9600이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. I에서 a의 빈도는 0.2이다.
- ㄴ. I에서 유전자형이 Aa인 개체 수는 1600이다.
- ㄷ. 세대가 거듭될수록 A의 빈도는 증가할 것이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶23072-0200

표는 개체 수가 각각 10000인 동물 종 P로 구성된 집단 I~III에서 유전 형질 ㉡의 유전자형에 따른 개체 수를 나타낸 것이다. ㉡은 상염색체에 있는 대립유전자 A와 a에 의해 결정되고, I~III 중 2개는 하디·바인베르크 평형이 유지되는 집단이며, 나머지 1개는 하디·바인베르크 평형이 유지되지 않는 집단이다.

집단	유전자형	AA	Aa	aa
I		4000	3500	2500
II		3600	4800	1600
III		㉢	?	900

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. II는 하디·바인베르크 평형이 유지되지 않는 집단이다.
- ㄴ. $\frac{\text{II에서 A의 빈도}}{\text{III에서 a의 빈도}} = 2$ 이다.
- ㄷ. ㉢는 4900이다.

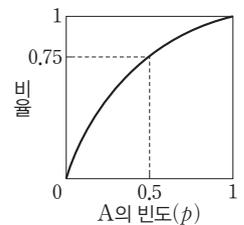
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶23072-0201

다음은 어떤 동물로 구성된 여러 멘델 집단에 대한 자료이다.

- 이 동물의 몸 색은 상염색체에 있는 검은색 몸 대립유전자 A와 회색 몸 대립유전자 A*에 의해 결정된다. A와 A* 사이의 우열 관계는 분명하다.
- 각 집단의 개체 수는 10000이다.
- 각 집단에서 A와 A*의 빈도는 각각 p와 q이고, p+q=1이다.
- 그림은 각 집단 내 A의 빈도에 따른 검은색 몸 개체의 비율과 회색 몸 개체의 비율 중 하나를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

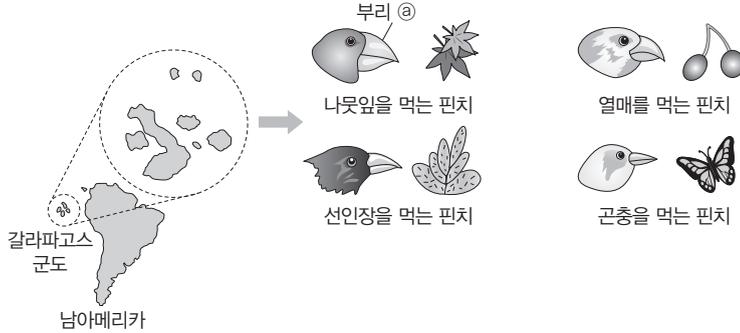
- ㄱ. A는 A*에 대해 완전 우성이다.
- ㄴ. p가 0.3인 집단에서 회색 몸 개체 수는 5100이다.
- ㄷ. p가 q의 3배인 집단에서 유전자형이 Aa인 개체 수는 4750이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

01

▶ 23072-0202

그림은 갈라파고스 군도의 서로 다른 섬에 서식하는 핀치의 먹이와 부리 모양을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

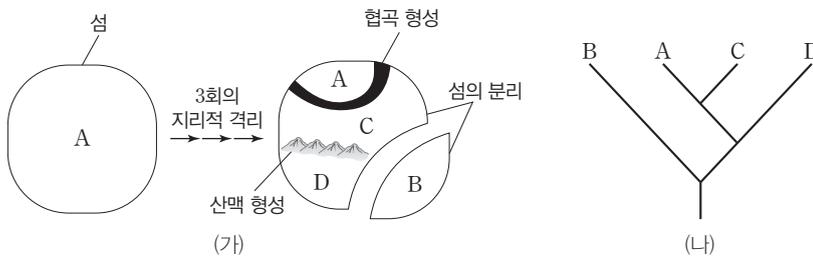
- ㄱ. 생물 진화의 증거 중 생물지리학적 증거에 해당한다.
- ㄴ. 핀치의 부리 모양은 서식 환경에 적응한 결과이다.
- ㄷ. ㉓는 흔적 기관이다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23072-0203

그림 (가)는 3회의 지리적 격리인 협곡 형성, 산맥 형성, 섬의 분리에 의해 종 A로부터 종 B~D가 분화되었을 때 종 A~D의 분포를, (나)는 A~D의 계통수를 나타낸 것이다. A~D는 서로 다른 생물학적 종이요, 지리적 격리는 순차적으로 일어났으며, 각 지리적 격리 이후에 종분화가 1회씩 일어났다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 협곡 형성, 산맥 형성, 섬의 분리 이외의 지리적 격리는 없으며, 이입과 이출은 없다.)

보기

- ㄱ. 섬의 분리 이후에 협곡 형성이 일어났다.
- ㄴ. B의 유전자풀은 D의 유전자풀과 같다.
- ㄷ. A와 B의 유연관계는 A와 D의 유연관계보다 가깝다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23072-0204

표는 유전자풀의 변화 요인 (가)~(다)의 예를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 돌연변이, 자연 선택, 창시자 효과를 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	예
(가)	집단 I의 서식 지역에서 가뭄이 일어났으며, 가뭄 기간 중 생존과 번식에 유리한 대립유전자 A를 갖는 개체의 비율이 증가하였다.
(나)	집단 II에서 대립유전자 B의 DNA 염기 서열에 변화가 생겨 새로운 대립유전자 B*가 나타났다.
(다)	태풍으로 인해 집단 III의 일부 개체가 원래의 서식 지역에서 벗어나 다른 지역에서 새로운 집단을 형성하였다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

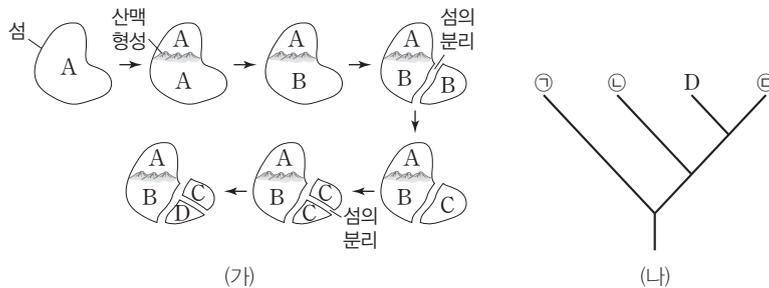
- ㄱ. (가)에서 I의 유전자풀은 가뭄 전과 후에서 같다.
- ㄴ. (나)는 자연 선택이다.
- ㄷ. (다)는 유전적 부동의 한 현상이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

04

▶ 23072-0205

그림 (가)는 종 A~D의 종분화 과정을, (나)는 A~D의 계통수를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 A~C를 순서 없이 나타낸 것이다. A~D는 서로 다른 생물학적 종이고, A~D 중 3종은 같은 과이고, 나머지 1종은 다른 과이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 산맥 형성과 섬의 분리 이외의 지리적 격리는 없으며, 이입과 이출은 없다.)

보기

- ㄱ. ㉣은 B이다.
- ㄴ. A와 ㉣은 서로 다른 과에 속한다.
- ㄷ. 지리적 격리가 사라지면 ㉠과 C 사이에서 생식 능력이 있는 자손이 태어난다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 23072-0206

다음은 동물 종 P의 두 집단 I 과 II에 대한 자료이다.

- I 과 II는 모두 하디·바인베르크 평형이 유지되는 집단이다.
- I 과 II에서 이 동물의 털 색은 상염색체 있는 검은색 털 대립유전자 A와 회색 털 대립유전자 a에 의해 결정되며, A는 a에 대해 완전 우성이다.
- I의 전체 개체 수는 10000, II의 전체 개체 수는 20000이고, I 과 II에서 각각 암컷과 수컷의 개체 수는 같다.
- I에서 유전자형이 AA인 개체들과 유전자형이 aa인 개체들을 합쳐서 A의 빈도를 구하면 $\frac{9}{13}$ 이고, 유전자형이 Aa인 개체들과 aa인 개체들을 합쳐서 A의 빈도를 구하면 ③이다.
- $\frac{\text{I에서 A의 빈도}}{\text{II에서 a의 빈도}} = \frac{6}{7}$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ③은 $\frac{3}{8}$ 이다.
- ㄴ. I 과 II에서 검은색 털을 갖는 개체 수의 차이는 1800이다.
- ㄷ. II에서 임의의 검은색 털을 갖는 암컷이 임의의 회색 털을 갖는 수컷과 교배하여 자손(F₁)을 낳을 때, 이 F₁이 회색 털을 가질 확률은 $\frac{7}{17}$ 이다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 23072-0207

다음은 동물 종 P의 두 집단 I과 II에 대한 자료이다.

- I과 II는 모두 하디·바인베르크 평형이 유지되는 집단이다.
- P의 몸 색과 날개 길이를 결정하는 유전자는 서로 다른 상염색체에 있다.
- 몸 색은 검은색 몸 대립유전자 A와 회색 몸 대립유전자 a에 의해 결정되고, 날개 길이는 긴 날개 대립유전자 B와 짧은 날개 대립유전자 B*에 의해 결정된다. A는 a에 대해 완전 우성이고, B와 B* 사이의 우열 관계는 분명하다.
- A를 가진 개체들을 합쳐서 A의 빈도를 구하면 I에서 $\frac{5}{8}$, II에서 $\frac{5}{7}$ 이다.
- II에서 $\frac{\text{유전자형이 BB*인 개체 수}}{\text{긴 날개를 갖는 개체 수}} = \frac{8}{9}$ 이고, B의 빈도는 B*의 빈도보다 작다.
- I에서 B의 빈도는 II에서 A의 빈도와 같다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. $\frac{\text{I에서 A의 빈도}}{\text{II에서 a의 빈도}} = 1$ 이다.
- ㄴ. I에서 유전자형 Aa의 빈도는 유전자형 BB*의 빈도보다 크다.
- ㄷ. II에서 유전자형이 BB*인 암컷이 임의의 긴 날개 수컷과 교배하여 자손(F₁)을 낳을 때, 이 F₁이 긴 날개를 가질 가질 확률은 $\frac{2}{9}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 23072-0208

다음은 어떤 동물 종의 서로 다른 집단 I~V에 대한 설명이다.

- I~V는 각각 10000마리로 구성되며, 각 집단에서 암컷과 수컷의 개체 수는 같다.
- 유전병 ㉠은 유전병 대립유전자 A와 정상 대립유전자 a에 의해 결정되며, A는 a에 대해 완전 우성이다.
- 유전병 ㉡은 유전병 대립유전자 B와 정상 대립유전자 b에 의해 결정되며, B는 b에 대해 완전 우성이다.
- ㉠과 ㉡을 결정하는 유전자는 서로 다른 상염색체에 있다.
- 표는 I~V에서 유전자형에서 대립유전자 A를 갖는 개체 수와 유전자형 AA의 빈도를 나타낸 것이다.

구분	I	II	III	IV	V
대립유전자 A를 갖는 개체 수(마리)	7500	7000	9600	8000	9100
유전자형 AA의 빈도	0.25	0.10	0.64	0.36	0.49

- I~V에서 하디·바인베르크 평형이 유지되는 세 집단 중 집단 P는 다음과 같은 특징을 갖는다.

P의 특징	
	• 유전자형이 Aa인 개체 수는 aa인 개체 수보다 8배 많다.
	• ㉡을 나타내는 암컷 중 b를 갖는 암컷의 비율은 $\frac{6}{13}$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. I~V 중 하디·바인베르크 평형이 유지되는 집단은 I, III, V이다.
- ㄴ. II, III에서 A의 빈도의 합 = $\frac{3}{2}$ 이다.
- ㄷ. P에서 유전자형이 AaBb인 암컷이 임의의 수컷과 교배하여 자손(F₁)을 낳을 때, 이 F₁의 ㉠과 ㉡의 유전자형이 aabb일 확률은 $\frac{3}{200}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

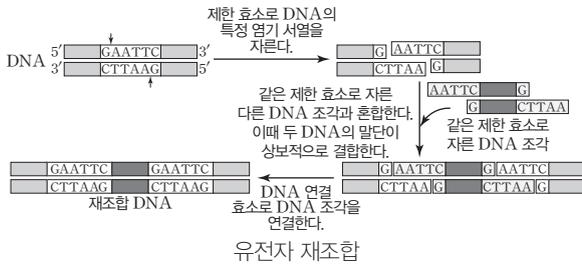
12

생명 공학 기술과 인간 생활

1 유전자 재조합 기술

(1) DNA의 특정 염기 서열을 인식하여 자르는 제한 효소와 잘린 DNA의 말단끼리 이어주는 DNA 연결 효소를 이용하여 재조합 DNA를 만드는 기술이다.

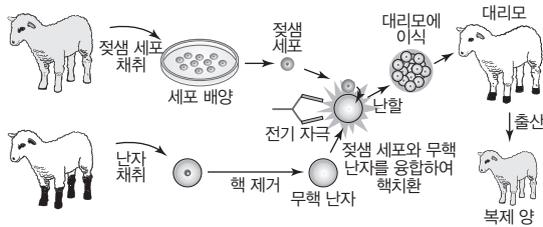
(2) 이용: 의약품의 대량 생산, 형질 전환된 농작물이나 가축의 생산 등



2 핵치환

(1) 한 세포에서 핵을 꺼내어 핵을 제거한 난자에 이식하는 기술이다.

(2) 이용: 복제 동물 생산, 멸종 위기 동물 보존 등

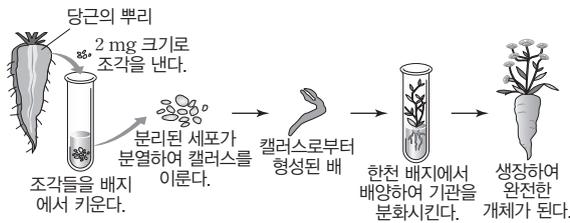


핵치환을 이용한 복제 양 생산

3 조직 배양

(1) 생물체에서 떼어낸 세포나 조직을 배양액이나 영양 배지에서 증식시키는 기술이다.

(2) 이용: 우수한 형질을 가진 식물의 대량 증식, 희귀 식물 보존 등

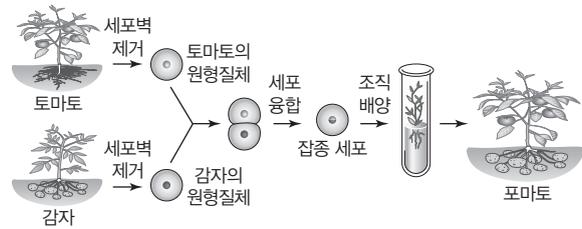


당근을 이용한 조직 배양

4 세포 융합

(1) 서로 다른 두 종류의 세포를 융합시켜 두 세포의 형질을 함께 지닌 잡종 세포를 만드는 기술이다.

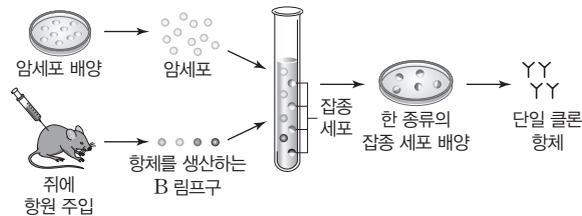
(2) 이용: 잡종 식물의 생산, 단일 클론 항체의 생산 등



세포 융합 기술을 이용한 잡종 식물의 생산

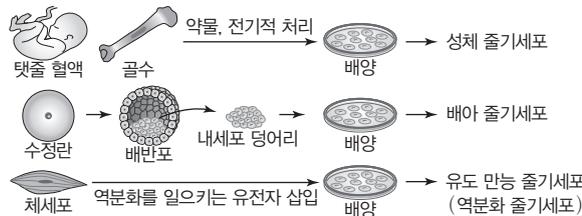
5 생명 공학 기술을 이용한 난치병 치료

(1) 단일 클론 항체: 활성화된 B 림프구와 암세포를 융합시킨 후, 잡종 세포만을 선별하고 증식시켜 만들어진 단일 클론 세포에서 생성되는 한 종류의 항체이다.



단일 클론 항체의 생산 과정

(2) 줄기세포: 신체 조직을 구성하는 여러 종류의 세포로 분화할 수 있는 능력을 가진 미분화 세포로, 성체 줄기세포, 배아 줄기세포, 유도 만능(역분화) 줄기세포가 있다.



줄기세포의 종류

(3) 유전자 치료: DNA 운반체를 이용해 치료에 필요한 정상 유전자를 환자의 몸 안에 넣어 결함 유전자를 대체하거나 그 부위에서 정상 단백질을 생산하게 하도록 하는 기술이다.

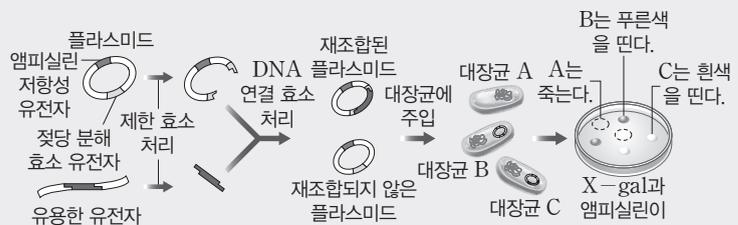
6 유전자 변형 생물체(LMO)

(1) 생명 공학 기술을 이용하여 만들어진 새로운 조합의 유전 물질을 가진 생물체이다.

(2) 예: 병충해에 강한 옥수수, 제초제 저항성 콩, 성장 속도가 빠르고 크게 자라는 슈퍼 연어, 사람의 인슐린을 생산하는 세균 등

THE 알기 형질 전환 대장균 제작 및 선별

- 암피실린 저항성 유전자와 젓당 분해 효소 유전자가 있는 플라스미드를 준비하고, 제한 효소와 DNA 연결 효소를 이용하여 유용한 유전자가 젓당 분해 효소 유전자 부위에 삽입된 재조합 플라스미드를 생성한다.
- 플라스미드를 대장균에 주입하는 과정에서 플라스미드가 주입되지 않은 대장균 A, 재조합되지 않은 플라스미드가 주입된 대장균 B, 재조합된 플라스미드가 주입된 대장균 C가 생긴다.
- 젓당 분해 효소에 의해 분해되면 흰색에서 푸른색으로 변하는 물질(X-gal)과 암피실린이 들어 있는 배지에서 대장균 A~C를 배양하면 유용한 유전자를 가진 대장균 C(흰색 균체)를 선별할 수 있다.



다음은 이중 가닥 DNA x 와 제한 효소에 대한 자료이다.

- x 는 42개의 염기쌍으로 이루어져 있고, x 중 한 가닥의 염기 서열은 다음과 같다. ㉠~㉣은 각각 6개의 염기로 구성되어 있다.



- 그림은 제한 효소 BamH I, Kpn I, Nde I, Pvu I 이 인식하는 염기 서열과 절단 위치를 나타낸 것이다.



! : 절단 위치

- x 를 시험관 I~V에 넣고 제한 효소를 첨가하여 완전히 자른 결과 생성된 DNA 조각 수와 각 DNA 조각의 염기 수는 표와 같다. ㉠~㉣은 BamH I, Kpn I, Nde I, Pvu I 을 순서 없이 나타낸 것이고, V에 첨가한 제한 효소는 ㉠~㉣ 중 2가지이다.

시험관	I	II	III	IV	V
첨가한 제한 효소	㉠	㉡	㉢	㉣	?
생성된 DNA 조각 수	2	2	3	3	4
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	?	32, 52	20, 24, 40	10, 14, 60	14, 20, 24, 26

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠의 3' 말단 염기는 아데닌(A)이다.
- ㄴ. I에서 염기 개수가 26개인 DNA 조각이 생성된다.
- ㄷ. V에 첨가한 제한 효소는 Nde I과 Pvu I이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

접근 전략 / 간략 풀이

▶ 접근 전략

제한 효소로 절단되어 생성된 DNA 조각의 염기 수를 이용해 제한 효소의 인식 서열의 시작 지점을 분석할 수 있다. BamH I은 6개의 염기쌍을 인식하고 절단 결과 생성되는 단일 가닥이 4개의 염기로 이루어져 있으므로 제한 효소로 절단되어 생성된 DNA 중 하나의 염기 수는 $2n+4$ 이며 인식 서열의 시작 지점은 n 번째 염기이다. Nde I은 6개의 염기쌍을 인식하고 절단 결과 생성되는 단일 가닥이 2개의 염기로 이루어져 있으므로 제한 효소로 절단되어 생성된 DNA 중 하나의 염기 수는 $2n+2$ 이며 인식 서열의 시작 지점은 $n-1$ 번째 염기이다.

▶ 간략 풀이

㉠가 인식하는 염기 서열의 시작 지점은 14번째부터이거나 24번째부터이다. 따라서 ㉡는 Kpn I이다. ㉢가 인식하는 염기 서열의 시작 지점은 8, 20번째 혹은 8, 28번째 혹은 10, 20번째 혹은 10, 30번째 혹은 18, 28번째 혹은 18, 30번째이다. 따라서 ㉣는 BamH I이다. ㉠가 인식하는 염기 서열의 시작 지점은 3, 10번째 혹은 3, 33번째 혹은 5, 10번째 혹은 5, 35번째 혹은 27, 33번째 혹은 27, 35번째이다. 따라서 ㉠는 Nde I이고 ㉡는 Pvu I이다.

✗ ㉠의 3' 말단 염기는 타이민(T)이다.

○ I에서 생성된 DNA 조각의 염기 수는 58과 26이다.

✗ V에 첨가한 제한 효소는 Pvu I과 BamH I이다.

정답 | ②

▶23072-0209

다음은 이중 가닥 DNA x 와 제한 효소에 대한 자료이다.

- x 는 40개의 염기쌍으로 이루어져 있고, x 중 한 가닥의 염기 서열은 다음과 같다. ㉠~㉣은 각각 6개의 염기로 구성되어 있다.



- 그림은 제한 효소 Sma I, Xba I, Bgl II가 인식하는 염기 서열과 절단 위치를 나타낸 것이다.



⋮ : 절단 위치

- x 를 시험관 I~IV에 넣고 제한 효소를 첨가하여 완전히 자른 결과 생성된 DNA 조각 수와 각 DNA 조각의 염기 수는 표와 같다. ㉠~㉣은 Sma I, Xba I, Bgl II를 순서 없이 나타낸 것이고, IV에 첨가한 제한 효소는 ㉠~㉣ 중 2가지이다.

시험관	I	II	III	IV
첨가한 제한 효소	㉠	㉡	㉢	?
생성된 DNA 조각 수	3	3	2	4
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	20, 28, 32	14, 28, 38	20, 60	14, 18, 20, 28

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉢는 Bgl II이다.
- ㄴ. ㉡에는 퓨린 계열 염기가 3개 있다.
- ㄷ. IV에 첨가한 제한 효소는 Sma I 과 Xba I 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점 / 배경 지식

▶유사점과 차이점

제한 효소의 인식 서열과 절단 위치 및 실험 결과를 이용해 가려진 부위의 염기 서열을 분석하고 각 시험관에 넣은 제한 효소의 종류를 파악한다는 점에서 대표 문제와 유사하다. 답은 끝 문제는 대표 문제와 다른 제한 효소 3가지를 제시하였으며 이 중 하나는 제한 효소로 절단하였을 때 단일 가닥을 형성하지 않는 제한 효소라는 점에서 차이가 있다.

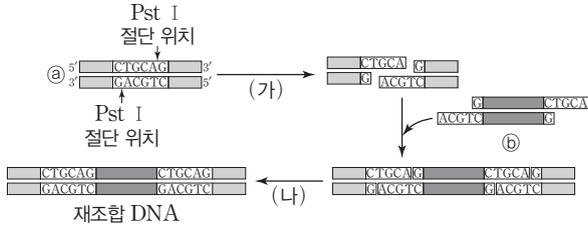
▶배경 지식

- 제한 효소는 DNA의 특정 염기 서열을 인식하여 절단한다.
- 동일한 제한 효소로 절단한 서로 다른 두 DNA는 절단 결과 생성된 단일 가닥의 염기 서열이 상보적이므로 재조합이 가능하다.

01

▶ 23072-0210

그림은 제한 효소 Pst I 을 사용하여 DNA 조각 ㉓를 자른 후 같은 제한 효소로 DNA x를 잘랐을 때 생성된 조각 ㉔를 재조합하는 과정을 나타낸 것이다. ㉓와 ㉔는 모두 선형 DNA이며, 과정 (가)와 (나) 중 하나에서는 제한 효소가, 다른 하나에서는 DNA 연결 효소가 사용되었다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

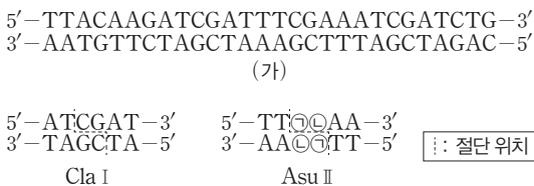
- ㄱ. x에는 Pst I 이 인식하는 서열이 1군데 있다.
- ㄴ. (나)에서 DNA 연결 효소가 사용되었다.
- ㄷ. (나)에서 당과 인산의 결합이 일어났다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

02

▶ 23072-0211

그림은 이중 가닥 선형 DNA (가)의 염기 서열과 제한 효소 Cla I, Asu II의 인식 서열과 절단 위치를 나타낸 것이다. (가)에는 Asu II의 인식 서열이 1군데 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

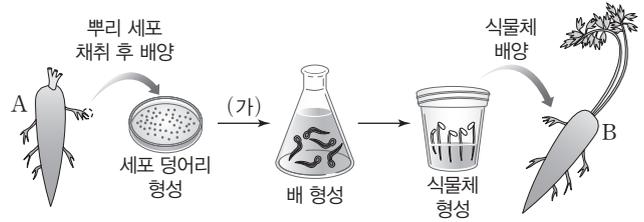
- ㄱ. (가)에 Cla I 을 처리하면 (가)는 3조각으로 분리된다.
- ㄴ. ①은 사이토신(C)이다.
- ㄷ. Cla I 로 절단된 조각과 Asu II 로 절단된 조각은 DNA 연결 효소로 연결할 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23072-0212

그림은 당근 A에서 추출한 세포로 생명 공학 기술 ㉑을 사용해 당근 B를 만드는 과정을 나타낸 것이다.



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

보기

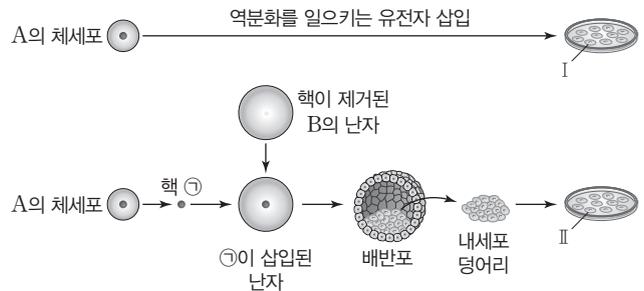
- ㄱ. 세포 융합은 ㉑에 해당한다.
- ㄴ. 과정 (가)에서 체세포 분열이 일어났다.
- ㄷ. A와 B는 유전적으로 동일하다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 23072-0213

그림은 남자 A의 체세포와 여자 B의 난자를 사용하여 줄기세포 I과 II를 만드는 과정을 나타낸 것이다. I과 II는 각각 배아 줄기세포와 유도 만능 줄기세포(역분화 줄기세포) 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

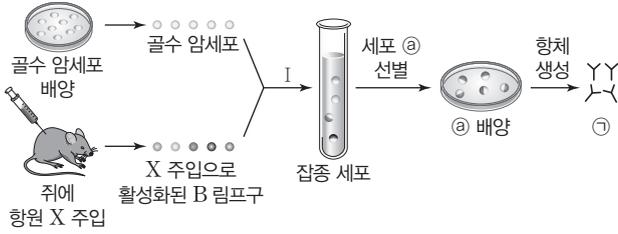
- ㄱ. I 은 유도 만능 줄기세포이다.
- ㄴ. II의 핵의 유전 정보는 B의 체세포 핵의 유전 정보와 같다.
- ㄷ. II를 만드는 과정에서 핵치환 기술이 사용되었다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

05

▶23072-0214

그림은 단일 클론 항체 ㉠을 만드는 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

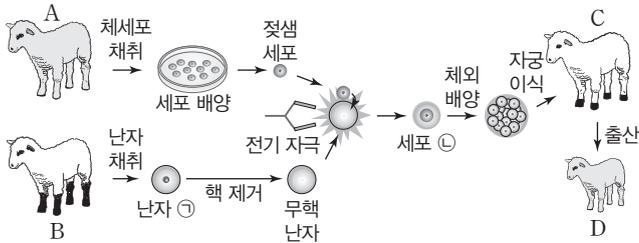
- ㄱ. ㉠의 수명은 B 림프구보다 길다.
- ㄴ. 과정 I에서 세포 융합 기술이 사용되었다.
- ㄷ. ㉠은 X에 특이적으로 결합한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶23072-0215

그림은 양 A~C를 사용하여 복제 양 D를 만드는 과정을 나타낸 것이다. A는 수컷이다.



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

보기

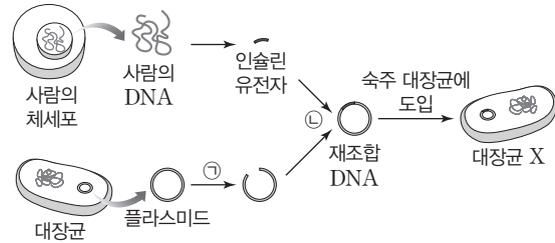
- ㄱ. ㉠에 ㉡에서 유래한 미토콘드리아가 있다.
- ㄴ. A의 체세포와 D의 체세포는 핵의 유전 정보가 같다.
- ㄷ. C와 D는 성이 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

07

▶23072-0216

그림은 사람의 인슐린 유전자와 대장균의 플라스미드를 재조합하여 숙주 대장균에 도입하는 과정을 나타낸 것이다. 과정 ㉠과 ㉡ 중 하나에는 DNA 연결 효소가, 다른 하나에는 제한 효소가 사용되었다.



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

보기

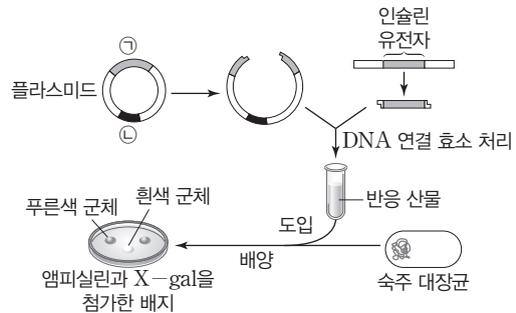
- ㄱ. ㉠에서 제한 효소가 사용되었다.
- ㄴ. ㉡에서 세포 융합 기술이 사용되었다.
- ㄷ. X가 분열하여 생성된 새로운 대장균에도 인슐린 유전자가 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶23072-0217

그림은 유전자 ㉠과 ㉡이 포함된 플라스미드에 인슐린 유전자를 재조합하여 숙주 대장균에 도입하는 과정을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 암피실린 저항성 유전자와 젓당 분해 효소 유전자 중 하나이다. 암피실린은 항생제이며, 젓당 분해 효소는 X-gal을 분해하여 대장균의 균체색을 흰색에서 푸른색으로 변화시킨다. 숙주 대장균에는 ㉠과 ㉡이 없다.



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

보기

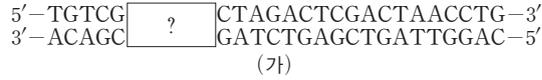
- ㄱ. ㉠은 젓당 분해 효소 유전자이다.
- ㄴ. 푸른색 균체에서 인슐린이 합성된다.
- ㄷ. 흰색 균체에는 플라스미드가 없다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

01

▶ 23072-0218

그림은 30개의 염기쌍으로 이루어진 이중 가닥 DNA (가)의 염기 서열과 제한 효소 Taq I, Xba I의 인식 서열 및 절단 위치를, 표는 (가)가 포함된 시험관 I~Ⅲ에 처리한 제한 효소와 그 결과 생성된 DNA 조각 수와 염기 수를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 Taq I과 Xba I 중 하나이다.



시험관	I	II	III
처리한 제한 효소	㉠	㉡	㉠, ㉡
생성된 DNA 조각 수	?	③	4
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	28, 32	?	8, 12, 20

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

보기

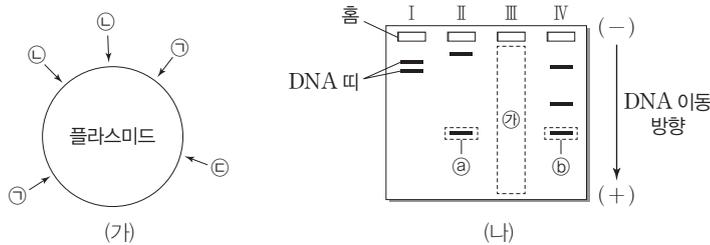
- ㄱ. ㉠은 Taq I이다.
- ㄴ. ③은 3이다.
- ㄷ. Ⅲ에서 가장 적은 수의 염기를 갖는 DNA 조각에서 염기 간 수소 결합의 수는 7이다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 23072-0219

그림 (가)는 어떤 플라스미드에서 제한 효소 ㉠~㉡의 절단 위치를, (나)는 이 플라스미드가 포함된 시험관 I~Ⅳ에 서로 다른 제한 효소를 처리하여 자른 DNA 조각을 홈에 넣고 전기 장치를 사용해 DNA를 이동시킨 결과를 나타낸 것이다. 길이가 같은 여러 개의 DNA 조각이 모여 DNA 띠를 형성하며, DNA 조각이 짧을수록 더 많이 이동한다. I~Ⅲ에는 ㉠~㉡ 중 서로 다른 하나의 제한 효소를, Ⅳ에는 ㉠~㉡ 중 2개의 제한 효소를 첨가했으며, ㉠에 있는 DNA 조각의 길이와 ㉡에 있는 DNA 조각의 길이는 같고, 나머지 띠에 있는 조각의 길이는 모두 서로 다르다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않으며, 제한 효소에 의해 시험관 내 모든 DNA가 잘렸다.)

보기

- ㄱ. I에 넣은 제한 효소는 ㉠이다.
- ㄴ. ㉡에는 길이가 서로 다른 2종류의 DNA 띠가 있다.
- ㄷ. IV에 넣은 제한 효소는 ㉠과 ㉡이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 23072-0220

다음은 이중 가닥 DNA x 를 사용한 실험이다.

- 30개의 염기쌍으로 이루어진 x 중 한 가닥의 염기 서열은 다음과 같다. ㉠~㉢은 A, C, G, T을 순서 없이 나타낸 것이다.



- 그림은 제한 효소 Ava I 과 Xma I 이 인식하는 염기 서열과 절단 위치를 나타낸 것이다. Ava I 은 서로 다른 4가지 서열을 인식하여 절단한다.



∴ 절단 위치

[실험 과정 및 결과]

- (가) 제한 효소 반응에 필요한 물질과 x 가 들어 있는 시험관 I 과 II 를 준비한다.
- (나) (가)의 I 과 II 에 제한 효소 ㉢와 ㉤ 중 하나를 첨가하여 반응시킨다. ㉢와 ㉤는 각각 Ava I 과 Xma I 중 하나이다.
- (다) (나)의 결과 생성된 DNA 조각 수와 각 DNA 조각의 염기 수는 표와 같다.

시험관	첨가한 제한 효소	생성된 DNA 조각 수	생성된 각 DNA 조각의 염기 수
I	㉢	2	26, 34
II	㉤	4	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉢는 Ava I 이다.
- ㄴ. ㉠은 타이민(T)이다.
- ㄷ. II 에서 생성된 DNA 조각 중 가장 적은 수의 염기를 갖는 DNA 조각의 염기 수는 10이다.

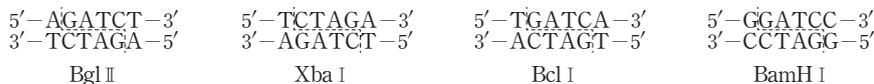
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 23072-0221

다음은 유전자 x 가 재조합된 플라스미드를 갖는 대장균을 선별하는 실험이다.

- 그림은 4가지 제한 효소의 인식 서열과 절단 위치를 나타낸 것이다.



↓ : 절단 위치

- 제한 효소에 의해 형성된 DNA 조각 말단의 단일 가닥이 서로 상보적이면, DNA 조각은 DNA 연결 효소에 의해 연결된다.
- 젓당 분해 효소는 X-gal을 분해하여 대장균 군체를 흰색에서 푸른색으로 변화시킨다.

[실험 과정 및 결과]

- (가) 젓당 분해 효소 유전자와 앰피실린 저항성 유전자를 갖는 플라스미드 P에 Bgl II를 처리한다. P에는 Bgl II의 인식 서열이 1군데 있다.
- (나) 제한 효소 ㉠을 처리하여 유전자 x 를 분리한다. ㉠은 4가지 제한 효소 중 하나이다.
- (다) (가)의 플라스미드와 (나)의 유전자 x 를 DNA 연결 효소로 재조합한다.
- (라) (다)의 재조합 플라스미드를 숙주 대장균에 도입한다.
- (마) 앰피실린과 X-gal이 첨가된 배지에서 대장균을 배양한다.
- (바) (마)의 결과 ㉡흰색 군체와 ㉢푸른색 군체가 모두 배양되었다.

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

보기

- ㄱ. P의 Bgl II 인식 서열은 앰피실린 저항성 유전자 내에 있다.
- ㄴ. Xba I은 ㉠에 해당한다.
- ㄷ. ㉡와 ㉢ 중 x 를 갖는 대장균은 ㉡이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

05

▶ 23072-0222

표는 이중 가닥 DNA x 가 담긴 시험관 I~IV에 첨가한 제한 효소와 각 시험관에서 생성된 DNA 조각 수를 나타낸 것이다. 제한 효소 (가)~(다)의 인식 서열은 서로 다르며, x 에서 (가)~(다) 중 한 제한 효소의 인식 서열과 다른 제한 효소의 인식 서열이 공통으로 포함하는 염기쌍은 없다. ㉠은 ㉢의 2배이다.

시험관	I	II	III	IV
첨가한 제한 효소	(가)	(나)	(다)	(가), (나)
생성된 DNA 조각 수	㉠	㉢	2	5

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. x 는 선형 DNA이다.
- ㄴ. ㉢는 2이다.
- ㄷ. x 에 (다)의 인식 서열이 2개 있다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

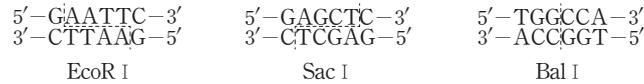
▶ 23072-0223

다음은 이중 가닥 DNA *x*와 제한 효소에 대한 자료이다.

- *x*를 이루는 두 가닥 중 한 가닥의 염기 서열은 다음과 같으며, ㉠에는 11개의 염기가 있다. ㉡와 ㉢는 각각 5'과 3' 중 하나이다.



- 그림은 제한 효소 EcoR I, Sac I, Bal I 이 인식하는 염기 서열과 절단 위치를 나타낸 것이다.



∴ 절단 위치

- *x*를 시험관 I ~ IV에 넣고 제한 효소를 첨가하여 완전히 자른 결과 생성된 DNA 조각 수와 각 DNA 조각의 염기 수는 표와 같다. IV에는 EcoR I, Sac I, Bal I 중 2가지를 첨가하였다. ㉣는 3과 4 중 하나이다.

시험관	I	II	III	IV
첨가한 제한 효소	EcoR I	Sac I	Bal I	?
생성된 DNA 조각 수	3	2	2	㉣
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	?	12, 48	24, 36	12, 24

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

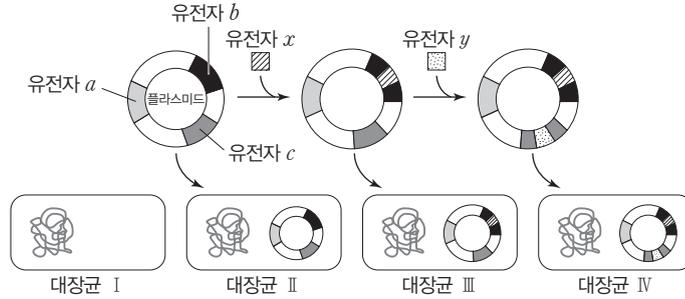
- ㄱ. ㉡는 5'이다.
- ㄴ. IV에 첨가한 제한 효소는 Sac I 과 Bal I 이다.
- ㄷ. ㉠에서 퓨린 계열 염기의 수는 7이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 23072-0224

그림은 유전자 재조합 기술을 사용하여 대장균 I로부터 유전자 x 의 단백질과 유전자 y 의 단백질을 모두 생산하는 대장균 IV를 얻는 과정을, 표는 대장균 I~IV를 섞어 서로 다른 배지에서 배양하였을 때 군체 형성 여부와 군체색을 나타낸 것이다. 젓당 분해 효소는 X-gal을 분해하여 대장균 군체색을 흰색에서 푸른색으로 변화시킨다. 암피실린과 카나마이신은 항생제이고, 유전자 $a\sim c$ 는 각각 암피실린 저항성 유전자, 카나마이신 저항성 유전자, 젓당 분해 효소 유전자 중 하나이며, ㉠~㉣은 I~IV를 순서 없이 나타낸 것이다.



구분		㉠	㉡	㉢	㉣
X-gal과 암피실린 첨가 배지	군체 형성 여부	형성함	형성 못함	형성함	형성함
	군체색	㉠	?	흰색	푸른색
X-gal과 카나마이신 첨가 배지	군체 형성 여부	형성 못함	?	형성 못함	?
	군체색	?	?	?	?

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

보기

- ㄱ. b 는 카나마이신 저항성 유전자이다.
- ㄴ. ㉠은 흰색이다.
- ㄷ. ㉢은 x 와 y 를 모두 갖는다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

과학탐구영역

생명과학 II



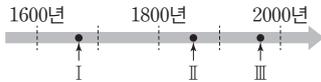
실전 모의고사

문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고 하시오. 3점 문항에만 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없 는 문항은 모두 2점입니다.

01

▶23072-0225

그림은 생명 과학자들의 주요 성과 I~Ⅲ을 시간 순서에 따라 나 타낸 것이다. I~Ⅲ은 최초의 미생물 발견, 자연 선택설 주장, DNA 증폭 기술 개발을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. I은 다윈에 의한 성과이다.
- ㄴ. ‘사람 유전체 사업 완료’는 II보다 이전에 이룬 성과이다.
- ㄷ. Ⅲ은 DNA 증폭 기술 개발이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶23072-0226

다음은 동물과 식물의 구성 단계에 대한 자료이다. ㉠~㉣은 기 관, 세포, 조직, 조직계를 순서 없이 나타낸 것이다.

- 동물과 식물의 구성 단계에는 모두 ㉠이 있고, ㉠은 여러 중 류의 ㉡으로 구성된다.
- 동물의 결합 조직은 ㉢의 예이다.
- 생물 ㉣의 구성 단계에는 ㉣이 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉣은 조직계이다.
- ㄴ. ㉢는 동물이다.
- ㄷ. 뿌리는 ㉠의 예이다.

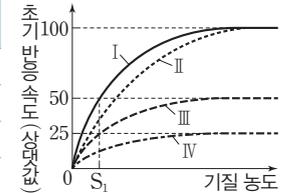
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶23072-0227

표는 효소 E에 의한 반응에서 실험 I~Ⅳ의 조건을, 그림은 I~Ⅳ에서 기질 농도에 따른 초기 반응 속도를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 경쟁적 저해제와 비경쟁적 저해제 중 하나이고, ㉠~㉣은 0, 1, 2를 순서 없이 나타낸 것이다.

실험	E의 농도 (상댓값)	A의 농도 (상댓값)	B의 농도 (상댓값)
I	㉠	㉡	㉡
II	㉠	㉣	㉡
III	㉠	㉡	㉣
IV	㉣	㉡	㉣



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.) [3점]

보기

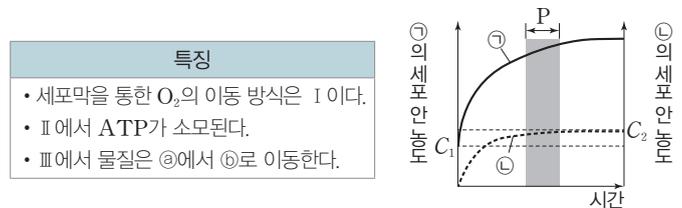
- ㄱ. ㉣은 1이다.
- ㄴ. B는 E의 활성 부위에 결합한다.
- ㄷ. S₁일 때 E에 의한 반응의 활성화 에너지는 I에서가 III에 서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23072-0228

표는 세포막을 통한 물질의 이동 방식 I~Ⅲ에 대한 특징을, 그 림은 물질 ㉠과 ㉡이 각각 들어 있는 배양액에 세포를 넣은 후 시 간에 따른 각 물질의 세포 안 농도를 나타낸 것이다. I~Ⅲ은 능 동 수송, 단순 확산, 촉진 확산을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡의 이동 방식은 각각 II와 III 중 서로 다른 하나이며, ㉢와 ㉣ 는 고농도와 저농도를 순서 없이 나타낸 것이다. C₁은 ㉠의 세포 안과 밖의 농도가 같아졌을 때, C₂는 ㉡의 세포 안과 밖의 농도가 같아졌을 때 각 물질의 세포 밖 농도이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

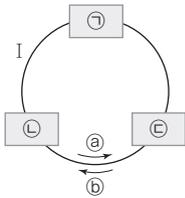
- ㄱ. 구간 P에서 ㉠은 ㉡에서 ㉢로 이동하고 있다.
- ㄴ. I과 III에 모두 막단백질이 이용된다.
- ㄷ. 뉴런에서 Na⁺ 통로를 통한 Na⁺의 이동 방식과 ㉡의 이동 방식은 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 23072-0229

그림은 캘빈 회로에서 물질 전환 과정의 일부를, 표는 광합성이 활발하게 일어나고 있는 어떤 식물에 ¹⁴CO₂를 공급했을 때 시점 t₁~t₃에서 ㉠~㉣ 중 ¹⁴C를 포함하는 물질을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 3PG, PGAL, RuBP를 순서 없이 나타낸 것이고, 시간은 t₁ → t₂ → t₃ 순으로 흐른다.



시점	¹⁴ C를 포함하는 물질
t ₁	㉢
t ₂	㉠, ㉢
t ₃	㉠, ㉡, ㉢

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

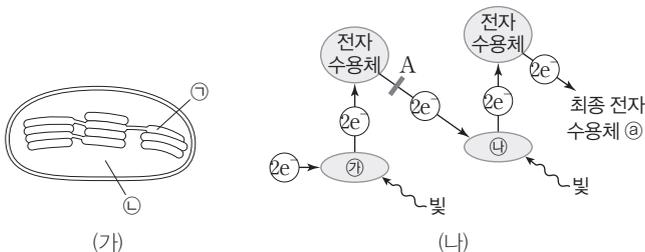
- ㄱ. 회로의 진행 방향은 ㉠이다.
- ㄴ. 1분자당 $\frac{\text{㉠의 인산기 수}}{\text{㉡의 탄소 수}} = \frac{1}{3}$ 이다.
- ㄷ. 과정 I에서 NADPH의 산화가 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

▶ 23072-0230

그림 (가)는 광합성이 활발하게 일어나고 있는 어떤 식물의 엽록체 구조를, (나)는 이 식물의 명반응에서 전자가 이동하는 경로를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 틸라코이드 내부와 스트로마 중 하나이고, ㉢과 ㉣은 각각 광계 I과 광계 II 중 하나이며, 물질 X는 A에서 전자 전달을 차단하여 광합성을 저해한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉡는 NAD⁺이다.
- ㄴ. ㉢의 반응 중심 색소는 P₇₀₀이다.
- ㄷ. $\frac{\text{㉠의 pH}}{\text{㉡의 pH}}$ 는 X를 처리한 후가 처리하기 전보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

07

▶ 23072-0231

그림은 1분자의 피루브산이 피루브산의 산화와 TCA 회로를 거칠 때 일어나는 과정 I~IV를, 표는 I~IV에서 생성되는 CO₂ 분자 수를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 시트르산, 피루브산, 옥살아세트산, 5탄소 화합물을 순서 없이 나타낸 것이다.

과정	생성되는 CO ₂ 분자 수
㉠ → I → ㉡	I
㉢ → II → ㉣	II
㉠ → III → ㉢	III
㉣ → IV → ㉢	IV

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[3점]

보기

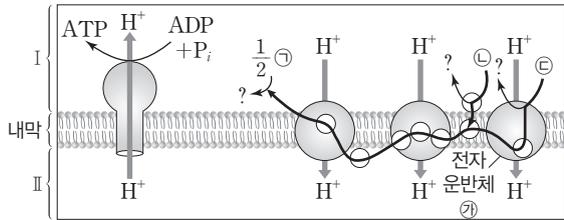
- ㄱ. ㉢는 2이다.
- ㄴ. 1분자당 탄소 수는 ㉡이 ㉢보다 작다.
- ㄷ. I에서 생성되는 $\frac{\text{ATP의 분자 수} + \text{FADH}_2\text{의 분자 수}}{\text{NADH의 분자 수}} = \frac{1}{2}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶23072-0232

그림은 ATP 합성이 활발히 일어나고 있는 어떤 미토콘드리아에서 전자 전달계와 산화적 인산화 과정의 일부를, 표는 이 미토콘드리아에 작용하여 ATP 합성을 억제하는 물질 ㉑와 ㉒의 특징을 나타낸 것이다. I 과 II는 각각 미토콘드리아 기질과 막 사이 공간 중 하나이고, ㉑~㉔은 각각 O₂, NADH, FADH₂ 중 하나이다.



물질	특징
㉑	㉔에서 ㉒로의 전자 전달을 억제한다.
㉒	미토콘드리아 내막의 인지질을 통해 H ⁺ 이 막 사이 공간에서 미토콘드리아 기질로 새어 나가게 한다.

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

보기

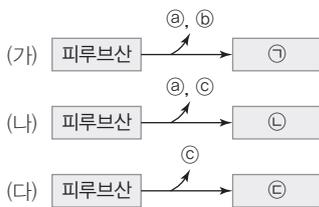
- ㄱ. 해당 과정에서 ㉑이 생성된다.
- ㄴ. $\frac{I \text{의 } pH}{II \text{의 } pH}$ 는 ㉑를 처리하기 전이 처리한 후보다 크다.
- ㄷ. 미토콘드리아의 단위 시간당 ㉑의 소비량은 ㉒를 처리하기 전이 처리한 후보다 적다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

▶23072-0233

그림은 세포 호흡과 발효에서 피루브산으로부터 물질 ㉑~㉔이 생성되는 과정 (가)~(다)의 일부를 나타낸 것이다. ㉑~㉔은 각각 젖산, 에탄올, 아세트 CoA 중 하나이고, ㉑~㉔은 CO₂, NAD⁺, NADH를 순서 없이 나타낸 것이다.



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

보기

- ㄱ. ㉑는 NAD⁺이다.
- ㄴ. 1분자당 $\frac{\text{수소수}}{\text{탄소수}}$ 는 ㉑이 ㉒보다 크다.
- ㄷ. 사람의 근육 세포에서는 (가)와 (다)가 모두 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

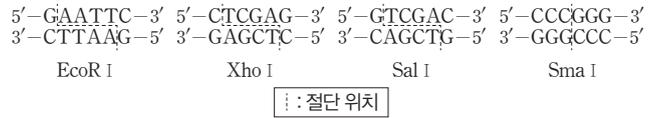
▶23072-0234

다음은 이중 가닥 DNA *x*를 이용한 실험이다.

- *x*는 33개의 염기쌍으로 이루어져 있고, *x* 중 한 가닥의 염기 서열은 다음과 같다.



- 그림은 제한 효소 EcoR I, Xho I, Sal I, Sma I 이 인식하는 염기 서열과 절단 위치를 나타낸 것이다.



[실험 과정 및 결과]

- (가) 제한 효소 반응에 필요한 물질과 *x*가 들어 있는 시험관 I ~ IV를 준비한다.
- (나) (가)의 I ~ IV에 표와 같이 제한 효소를 첨가하여 완전히 자른 결과 생성된 DNA 조각 수는 표와 같다.

시험관	I	II	III	IV
처리한 제한 효소	EcoR I	Sma I	EcoR I + Sma I	Xho I + Sal I
생성된 DNA 조각 수	2	2	㉑	㉒

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

보기

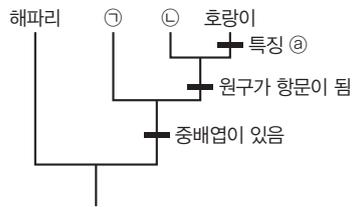
- ㄱ. ㉑은 타이민(T)이다.
- ㄴ. ㉑+㉒=5이다.
- ㄷ. I에서 염기 개수가 56개인 DNA 조각이 생성된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

▶ 23072-0235

그림은 동물 4종의 계통수를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 해삼과 달팽이 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

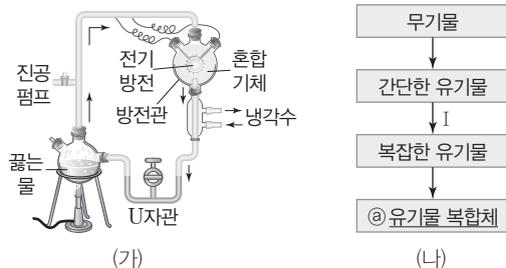
- ㄱ. ㉠은 달팽이이다.
- ㄴ. ㉡은 편형동물에 속한다.
- ㄷ. '척추가 있음'은 ㉢에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

12

▶ 23072-0236

그림 (가)는 밀러와 유리의 실험을, (나)는 오파린의 화학적 진화설의 일부를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)의 혼합 기체에는 암모니아(NH₃)가 있다.
- ㄴ. 코아세르베이트는 ㉠의 예이다.
- ㄷ. (가)를 통해 과정 I이 증명되었다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13

▶ 23072-0237

표는 4종의 식물 (가)~(라)의 학명과 과명을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 소나무과와 측백나무과를 순서 없이 나타낸 것이다.

종	학명	과명
(가)	<i>Abies koreana</i> E.H.Wilson	소나무과
(나)	<i>Abies holophylla</i>	㉠
(다)	<i>Platycladus orientalis</i>	㉡
(라)	<i>Picea jezoensis</i>	㉠

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

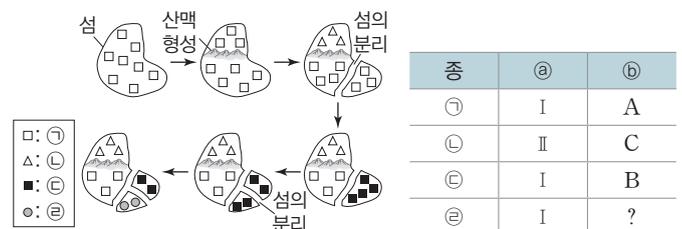
- ㄱ. ㉡은 소나무과이다.
- ㄴ. (가)와 (라)는 같은 목에 속한다.
- ㄷ. (가)와 (다)의 학명은 모두 이명법을 사용하였다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14

▶ 23072-0238

그림은 종 ㉠~㉡의 증분화 과정을, 표는 그림을 토대로 ㉠~㉡의 속과 과를 나타낸 것이다. ㉠~㉡은 서로 다른 생물학적 종이요, ㉢와 ㉣는 각각 속과 과 중 하나이다. 각 지리적 격리 이후에 증분화가 1회씩 일어났다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 지리적 격리는 산맥 형성과 섬의 분리에 의해서만 일어났고, 이입과 이출은 없다.) [3점]

보기

- ㄱ. ㉢는 과이다.
- ㄴ. ㉡은 섬의 분리 이후에 출현하였다.
- ㄷ. ㉠과 ㉡의 유연관계는 ㉠과 ㉢의 유연관계보다 가깝다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15

▶23072-0239

다음은 하디·바인베르크 평형이 유지되는 동물 P의 집단 I에 대한 자료이다.

- P의 몸 색과 날개 길이를 결정하는 유전자는 서로 다른 상염색체에 있다.
- 몸 색은 검은색 몸 대립유전자 A와 회색 몸 대립유전자 A*에 의해 결정되고, 날개 길이는 긴 날개 대립유전자 B와 짧은 날개 대립유전자 B*에 의해 결정된다. A와 A* 사이, B와 B* 사이의 우열 관계는 분명하다.
- I에서 $\frac{\text{유전자형이 AA*인 개체 수}}{\text{검은색 몸 개체 수}} = \frac{1}{3}$ 이고, A의 빈도는 A*의 빈도의 4배이다.
- I에서 $\frac{\text{B*를 가진 개체들을 합쳐서 구한 B*의 빈도}}{\text{B를 가진 개체들을 합쳐서 구한 B의 빈도}} = \frac{5}{7}$ 이고, 유전자형이 BB인 개체와 BB*인 개체의 날개 길이는 다르다.

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

보기

- ㄱ. 유전자형이 AA*인 개체는 검은색 몸을 갖는다.
- ㄴ. A의 빈도는 B의 빈도보다 크다.
- ㄷ. I에서 $\frac{\text{유전자형이 BB*인 개체 수}}{\text{짧은 날개 개체 수}} = \frac{6}{7}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16

▶23072-0240

그림은 허시와 체이스가 수행한 실험의 일부를 나타낸 것이다. ㉠은 ³²P과 ³⁵S 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

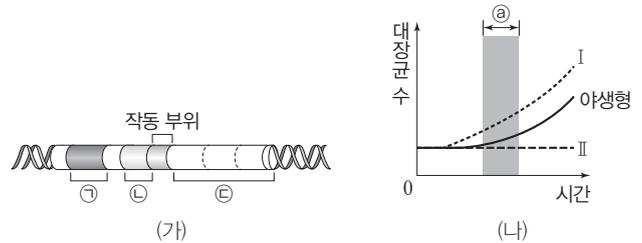
- ㄱ. ㉠은 ³⁵S이다.
- ㄴ. ③에 파지의 DNA가 있다.
- ㄷ. 원심 분리는 파지의 단백질을 침전시키기 위함이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17

▶23072-0241

그림 (가)는 야생형 대장균의 젓당 오페론과 젓당 오페론을 조절하는 조절 유전자를, (나)는 야생형 대장균과 돌연변이 대장균 I, II를 각각 포도당은 없고 젓당이 있는 배지에서 배양했을 때 시간에 따른 대장균 수를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 젓당 오페론의 구조 유전자, 젓당 오페론의 프로모터, 젓당 오페론을 조절하는 조절 유전자를 순서 없이 나타낸 것이고, I과 II는 각각 ㉠과 ㉣ 중 하나가 결실된 돌연변이이다.



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

보기

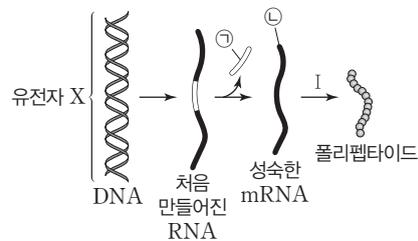
- ㄱ. ㉣에는 젓당 분해 효소의 아미노산 서열이 암호화되어 있다.
- ㄴ. II는 ㉣이 결실된 돌연변이이다.
- ㄷ. 구간 ㉠에서 I은 젓당 오페론의 프로모터와 RNA 중합 효소의 결합이 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18

▶23072-0242

그림은 진핵세포에서 유전자 X가 발현되는 과정 일부를 나타낸 것이다.



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

보기

- ㄱ. ㉠은 엑손이다.
- ㄴ. ㉣에 타이민(T)이 있다.
- ㄷ. 과정 I에 리보솜이 관여한다.

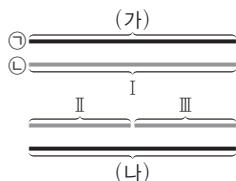
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19

▶ 23072-0243

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

- (가)와 (나)는 복제 주형 가닥이고, 서로 상보적이다. ㉠과 ㉡은 각각 5' 말단과 3' 말단 중 하나이다.
- I, II, III은 새로 합성된 가닥이고, II는 III보다 먼저 합성되었다.
- (가), (나), I의 염기 개수는 각각 40개이고, II와 III의 염기 개수는 각각 20개이다.
- I은 프라이머 X를, II는 프라이머 Y를, III은 프라이머 Z를 가진다. X~Z는 각각 4개의 염기로 구성된다.
- Y는 3종류의 염기로 구성되고, X와 Z 중 하나와 서로 상보적이며, Y와 주형 가닥 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수는 10개이다.
- II에서 $\frac{A+T}{G+C} = \frac{2}{7}$ 이고, III에서 $\frac{G+C}{A+T} = 7$ 이다.
- (가)에서 $\frac{T}{C} = \frac{4}{7}$, $\frac{G}{A} = \frac{7}{2}$ 이다.



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

보기

- ㄱ. ㉠은 3' 말단이다.
- ㄴ. X에서 아데닌(A)의 개수는 2개이다.
- ㄷ. (나)에서 $\frac{\text{퓨린 계열 염기의 개수}}{\text{피리미딘 계열 염기의 개수}} = \frac{11}{9}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20

▶ 23072-0244

다음은 어떤 진핵생물의 유전자 x와 x에서 돌연변이가 일어난 유전자 y, z의 발현에 대한 자료이다.

- x, y, z로부터 각각 폴리펩타이드 X, Y, Z가 합성된다.
- x의 DNA 이중 가닥 중 전사 주형 가닥의 염기 서열은 다음과 같다.

5'-CCTACAAACTATTTAAAGCCGACTGAGACATGAC-3'

- y는 x의 전사 주형 가닥에서 ㉠개의 염기가 결실된 것이다. Y의 아미노산 서열은 다음과 같다.

메싸이오닌 - 세린 - 글루타민 - 세린 - 알라닌

- z는 x의 전사 주형 가닥에서 연속된 ㉢개의 염기가 결실된 것이다. Z의 아미노산 서열은 다음과 같다.

메싸이오닌 - 세린 - 글루타민 - 세린 - 알라닌 - 류신 - 라이신

- X, Y, Z의 합성은 개시 코돈 AUG에서 시작하여 종결 코돈에서 끝나며, 표는 유전부호를 나타낸 것이다.

UUU	페닐알라닌	UCU	세린	UAU	타이로신	UGU	시스테인
UUC		UCC		UAC		UGC	
UUA	류신	UCA	프롤린	UAA	종결 코돈	UGA	종결 코돈
UUG		UCG		UAG	종결 코돈	UGG	트립토판
CUU	류신	CCU	프롤린	CAU	히스티딘	CGU	아르지닌
CUC		CCC		CAC	CGC		
CUA		CCA		CAA	글루타민	CGA	
CUG		CCG		CAG	CGG		
AUU	아이스류신	ACU	트레오닌	AAU	아스파라진	AGU	세린
AUC		ACC		AAC	AGC		
AUA		ACA		AAA	라이신	AGA	아르지닌
AUG	메싸이오닌	ACG		AAG		AGG	
GUU	발린	GCU	알라닌	GAU	아스파트산	GGU	글리신
GUC		GCC		GAC		GGC	
GUA		GCA		GAA	글루탐산	GGA	
GUG		GCG		GAG		GGG	

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 핵산 염기 서열 변화는 고려하지 않는다.) [3점]

보기

- ㄱ. X에서 세린의 개수는 3개이다.
- ㄴ. ㉢ 중 ㉠의 개수는 4개이다.
- ㄷ. Y와 Z가 합성될 때 사용된 종결 코돈의 염기 서열은 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고 하시오. 3점 문항에만 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없 는 문항은 모두 2점입니다.

01

▶23072-0245

다음은 생명 과학자들의 주요 성과 (가)~(다)의 내용이다. ㉠과 ㉡은 코흐와 힐을 순서 없이 나타낸 것이다.

- (가) ㉠은 식물의 광합성 과정에서 발생하는 산소는 물에서 유 래한다는 것을 발견하였다.
- (나) 윌멧 연구팀은 복제 양 돌리를 탄생시킴으로써 세계 최초로 체세포를 이용하여 포유 동물을 복제하는 데 성공하였다.
- (다) ㉡은 동물을 이용한 감염 실험을 하여 탄저병의 원인이 탄 저균임을 알아내었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉡은 코흐이다.
- ㄴ. (나)에서 핵치환 기술이 사용되었다.
- ㄷ. (가)는 (나)보다 먼저 이룬 성과이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶23072-0246

표는 생명체의 구성 단계 중 일부의 특징을 나타낸 것이다. A~C 는 조직계, 세포, 조직을 순서 없이 나타낸 것이다.

구성 단계	특징
A	㉠
B	형태와 기능이 비슷한 세포들의 모임
C	생명체를 이루는 기본 단위

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

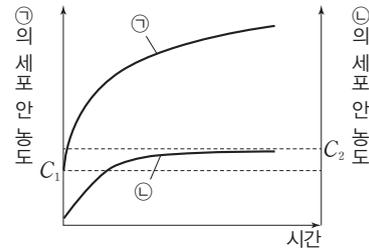
- ㄱ. '식물의 구성 단계에는 있고, 동물의 구성 단계에는 없다.' 는 ㉠에 해당한다.
- ㄴ. 무궁화에서는 B가 모여 조직계를 이룬다.
- ㄷ. 혈액은 C의 예이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶23072-0247

그림은 물질 ㉠과 ㉡이 각각 들어 있는 용액에 세포를 넣은 후 시 간에 따른 각 물질의 세포 안 농도를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡의 이 동 방식은 각각 능동 수송과 촉진 확산 중 하나이다. C₁은 ㉠의 세포 안과 밖의 농도가 같아졌을 때, C₂는 ㉡의 세포 안과 밖의 농도가 같아졌을 때 각 물질의 세포 밖 농도이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

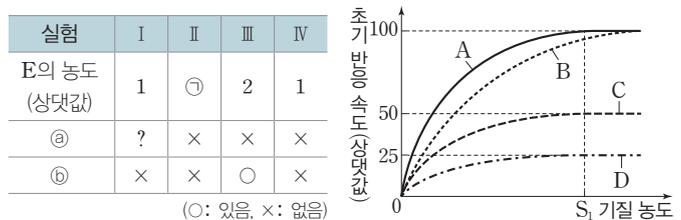
- ㄱ. ㉠의 이동 방식은 촉진 확산이다.
- ㄴ. ㉡의 이동에는 ATP가 사용된다.
- ㄷ. H⁺이 염록체의 틸라코이드 내부에서 스트로마로 ATP 합 성 효소를 통해 이동하는 방식은 ㉡의 이동 방식과 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23072-0248

표는 효소 E에 의한 반응에서 실험 I~IV의 조건을, 그림은 이 실험에서 기질 농도에 따른 초기 반응 속도를 나타낸 것이다. ㉠ 은 1과 2 중 하나이고, 저해제 ㉡와 ㉢는 각각 경쟁적 저해제와 비경쟁적 저해제 중 하나이며, A~D는 I~IV의 결과를 순서 없 이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.) [3점]

보기

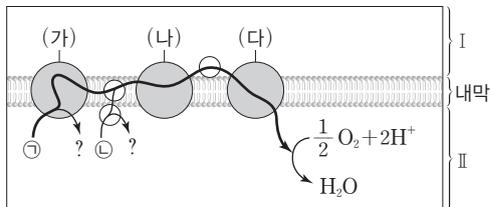
- ㄱ. ㉠은 2이다.
- ㄴ. 저해제 ㉡는 E의 활성 부위에 결합한다.
- ㄷ. S₁일 때 $\frac{\text{기질과 결합한 E의 수}}{\text{E의 총 수}}$ 는 C에서가 III에서보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 23072-0249

그림은 전자 전달이 활발하게 일어나고 있는 미토콘드리아 내막의 전자 전달계를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 전자 전달 효소 복합체이고, ㉠과 ㉡은 각각 NADH와 FADH₂ 중 하나이며, I과 II는 각각 미토콘드리아 기질과 막 사이 공간 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

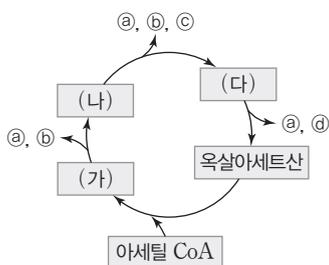
- ㄱ. ㉠은 NADH이다.
- ㄴ. (나)를 통해 H⁺은 I에서 II로 이동한다.
- ㄷ. ㉠ 1분자와 ㉡ 1분자로부터 각각 전자 전달계로 전달되는 전자의 개수는 같다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 23072-0250

그림은 세포 호흡이 일어나고 있는 진핵세포에서 아세틸 CoA가 TCA 회로를 거쳐 분해되는 과정을 나타낸 것이다. (가)~(다)는 4탄소 화합물, 5탄소 화합물, 시트르산을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠~㉣는 ATP, CO₂, FADH₂, NADH를 순서 없이 나타낸 것이다.



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

보기

- ㄱ. (가)가 (나)로 되는 과정에서 탈수소 반응과 탈탄산 반응이 모두 일어난다.
- ㄴ. 1분자의 (나)가 1분자의 옥살아세트산으로 전환되는 과정에서 생성되는 NADH와 ATP 분자 수의 합은 3이다.
- ㄷ. (다)가 옥살아세트산으로 전환되는 과정에서 기질 수준 인산화 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 23072-0251

그림은 진핵세포에서 일어나는 산소 호흡과 발효 과정의 일부를, 표는 (가)~(다)에서 NADH와 CO₂의 생성 여부를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 각각 젖산, 에탄올, 아세틸 CoA 중 하나이고, ㉠과 ㉡는 NADH와 CO₂를 순서 없이 나타낸 것이다.

		물질	㉠	㉡
과정	(가)		×	○
	(나)		×	×
	(다)		○	○

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

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

보기

- ㄱ. ㉠은 에탄올이다.
- ㄴ. (가)와 (나)는 모두 세포질에서 일어난다.
- ㄷ. (가)와 (다)에서 모두 탈탄산 반응이 일어난다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 23072-0252

다음은 R형과 S형의 폐렴 쌍구균을 이용한 형질 전환 실험이다. ㉠과 ㉡은 R형 균과 S형 균을 순서 없이 나타낸 것이다.

[실험 과정 및 결과]

- (가) 살아 있는 ㉠을 열처리하여 얻은 세포 추출물을 시험관 I~III에 나누어 담은 후, II에는 ㉡를, III에는 ㉢를 첨가한다. ㉡와 ㉢는 단백질 분해 효소와 DNA 분해 효소를 순서 없이 나타낸 것이다.
- (나) (가)의 II와 III에 살아 있는 ㉣를 첨가한 후, 배양된 폐렴 쌍구균의 종류를 조사한다.
- (다) (나)에서 배양된 폐렴 쌍구균을 쥐에 주사한 후, 쥐의 생존 여부를 조사한 결과는 표와 같다.

시험관	첨가 효소	첨가 세균	배양된 폐렴 쌍구균 종류	쥐의 생존 여부
I	없음	없음	?	산다
II	㉡	㉣	?	산다
III	㉢	㉣	?	죽는다

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, I~III에서 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하고, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

보기

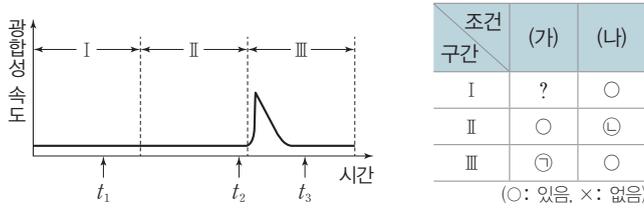
- ㄱ. ㉡는 DNA 분해 효소이다.
- ㄴ. ㉣은 병원성이 있다.
- ㄷ. III에서 ㉠이 ㉣으로 형질 전환되었다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

▶23072-0253

그림은 어떤 식물에서 (가)와 (나)의 조건을 달리했을 때의 시간에 따른 광합성 속도를, 표는 구간 I~III에서 (가)와 (나)의 유무를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 CO₂와 빛을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 빛과 CO₂ 이외의 조건은 동일하다.) [3점]

보기

- ㄱ. ㉠과 Ⓛ은 모두 '×'이다.
- ㄴ. 틸라코이드 내부의 H⁺ 농도는 t₁일 때가 t₂일 때보다 낮다.
- ㄷ. 스트로마에서 $\frac{\text{NADPH의 양}}{\text{NADP}^+\text{의 양}}$ 은 t₂일 때가 t₃일 때보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

▶23072-0254

다음은 DNA X, DNA Y, mRNA Z에 대한 자료이다.

- 이중 가닥 DNA X와 Y는 각각 200개의 염기쌍으로 이루어져 있다.
- X와 Y 중 하나로부터 Z가 전사되었고, Z는 200개의 염기로 이루어져 있다.
- X는 단일 가닥 X₁과 X₂로, Y는 단일 가닥 Y₁과 Y₂로 이루어져 있다.
- X에서 $\frac{G+C}{A+T} = \frac{7}{3}$ 이고, Y에서 $\frac{G+C}{A+T} = \frac{2}{3}$ 이다.
- X₁에서 타이민(T)의 비율은 12%이고, 퓨린 계열 염기의 비율은 41%이다.
- Y₁에서 구아닌(G)의 비율은 30%이고, 피리미딘 계열 염기의 비율은 36%이다.
- Z에서 사이토신(C)의 개수는 20개이다.

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

보기

- ㄱ. Z가 만들어질 때 X₂를 주형 가닥으로 사용하였다.
- ㄴ. X에서 아데닌(A)의 개수와 Y에서 사이토신(C)의 개수를 합하면 70개이다.
- ㄷ. 염기 간 수소 결합의 총개수는 X가 Y보다 60개 많다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

▶23072-0255

다음은 캘빈 회로에 대한 자료이다. ㉠~㉣은 PGAL, 3PG, RuBP를 순서 없이 나타낸 것이다.

- 5분자의 ㉠이 3분자의 ㉡으로 전환되는 과정에서 사용되는 ATP 분자 수는 3이다.
- 6분자의 ㉢이 6분자의 ㉠으로 전환되는 과정에서 사용되는 NADH 분자 수는 6, ATP 분자 수는 ㉣이다.

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

보기

- ㄱ. ㉠은 PGAL이다.
- ㄴ. ㉠이 ㉡으로 전환되는 과정에서 루비스코가 작용한다.
- ㄷ. 3분자의 ㉡이 6분자의 ㉢으로 전환될 때 고정되는 CO₂ 분자 수는 ㉣이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

▶ 23072-0256

다음은 DNA 복제에 대한 실험이다.

- ①과 ②은 ^{14}N 가 들어 있는 배양액과 ^{15}N 가 들어 있는 배양액을 순서 없이 나타낸 것이다.

[실험 과정 및 결과]

- (가) 대장균을 ①이 들어 있는 배지에서 배양하여 모든 DNA가 ①으로 표지되게 한다.
- (나) (가)에서 배양한 대장균(G_0)의 일부를 ②이 들어 있는 배지로 옮겨 배양하여 1세대 대장균(G_1)과 2세대 대장균(G_2)을 얻는다.
- (다) (나)의 G_2 를 다시 ①이 들어 있는 배지로 옮겨 배양하여 3세대 대장균(G_3)과 4세대 대장균(G_4)을 얻는다.
- (라) $G_0 \sim G_4$ 에서 각각 DNA를 추출하고 원심 분리하였을 때, 상층($^{14}\text{N} - ^{14}\text{N}$), 중층($^{14}\text{N} - ^{15}\text{N}$), 하층($^{15}\text{N} - ^{15}\text{N}$)에 있는 이중 가닥 DNA의 상대량은 표와 같다. A와 B는 상층($^{14}\text{N} - ^{14}\text{N}$)과 중층($^{14}\text{N} - ^{15}\text{N}$)을 순서 없이 나타낸 것이다.

세대 구분	G_0	G_1	G_2	G_3	G_4
하층	?	0	②	0	?
A	0	2	2	?	6
B	?	?	?	?	①

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

보기

- ㄱ. ②는 ①의 5배이다.
 ㄴ. ①은 ^{14}N 가 들어 있는 배양액이다.
 ㄷ. G_3 의 DNA에서 $\frac{^{15}\text{N}}$ 로 표지된 단일 가닥의 수 $< \frac{2}{3}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13

▶ 23072-0257

다음은 어떤 진핵생물의 유전자 x 와 돌연변이 유전자 y, z 의 발현에 대한 자료이다.

- x, y, z 로부터 각각 폴리펩타이드 X, Y, Z가 합성된다.
- x 의 DNA 이중 가닥 중 한 가닥의 염기 서열은 다음과 같다.
 $5' - \text{CGTCAATCAGCCGTCTTTCGCCACAATGACATCA} - 3'$
- y 는 x 의 전사 주형 가닥에서 ① 연속된 5개의 뉴클레오타이드가 결실된 것이다.
- z 는 y 의 전사 주형 가닥에서 연속된 2개의 동일한 피리미딘 계열 염기가 삽입된 것이다.
- x 에서 ①의 염기는 상보적인 염기와 11개의 수소 결합을 형성한다.
- Y는 6종류의 아미노산으로 구성되고, 아르지닌을 가진다.
- Y와 Z가 합성될 때 사용된 종결 코돈은 서로 다르며, Z의 아미노산 개수는 X보다 6개 적다.
- X, Y, Z의 합성은 개시 코돈 AUG에서 시작하여 종결 코돈에서 끝나며, 표는 유전부호를 나타낸 것이다.

UUU	페닐알라닌	UCU	세린	UAU	타이로신	UGU	시스테인
UUC		UCC		UAC		UGC	
UUA	류신	UCA	프롤린	UAA	종결 코돈	UGA	종결 코돈
UUG		UCG		UAG		UGG	
CUU	류신	CCU	프롤린	CAU	히스티딘	CGU	아르지닌
CUC		CCC		CAC		CGC	
CUA		CCA		CAA	글루타민	CGA	
CUG		CCG		CAG		CGG	
AUU	아이소류신	ACU	트레오닌	AAU	아스파라진	AGU	세린
AUC		ACC		AAC		AGC	
AUA		ACA		AAA	라이신	AGA	
AUG	ACG	AAG	AGG	아르지닌			
GUU	발린	GCU	알라닌	GAU	아스파르트산	GGU	글리신
GUC		GCC		GAC		GGC	
GUA		GCA		글루탐산	GGA		
GUG		GCG			GAG	GGG	

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 제시된 돌연변이 이외의 핵산 염기 서열 변화는 고려하지 않는다.) [3점]

보기

- ㄱ. Y는 발린을 가진다.
 ㄴ. Y에서 아르지닌을 암호화하는 코돈의 3' 말단 염기는 사이토신(C)이다.
 ㄷ. Z가 합성될 때 사용된 종결 코돈의 염기 서열은 $5' - \text{UAA} - 3'$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14

▶23072-0258

진화의 요인 중 돌연변이와 창시자 효과에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 창시자 효과는 유전자풀의 변화 요인 중 하나이다.
- ㄴ. 돌연변이는 개체군에 존재하지 않던 새로운 대립유전자를 제공하여 개체군의 유전자풀을 변화시킨다.
- ㄷ. 창시자 효과는 원래의 집단에서 적은 수의 개체가 다른 지역으로 이주하여 새로운 집단을 형성할 때 나타나는 현상이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15

▶23072-0259

표 (가)는 돌연변이 대장균 I~Ⅲ을 포도당은 없고 젓당이 있는 배지에서 배양할 때 I~Ⅲ에서 특징 ㉠과 ㉡의 유무를 나타낸 것이고, (나)는 ㉠과 ㉡을 순서 없이 나타낸 것이다. I~Ⅲ은 젓당 오페론의 프로모터가 결실된 대장균, 젓당 오페론의 작동 부위가 결실된 대장균, 젓당 오페론의 구조 유전자가 결실된 대장균을 순서 없이 나타낸 것이다.

특징	㉠	㉡
대장균 I	○	?
대장균 II	×	○
대장균 III	×	㉢

(가)
(○: 있음, ×: 없음)

특징(㉠, ㉡)
<ul style="list-style-type: none"> • 젓당 분해 효소를 생성한다. • 프로모터와 RNA 중합 효소가 결합한다.

(나)

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

보기

- ㄱ. ㉢은 '×'이다.
- ㄴ. ㉡은 '프로모터와 RNA 중합 효소가 결합한다.'이다.
- ㄷ. 포도당과 젓당이 모두 없는 배지에서 배양할 때, I에서 젓당 분해 효소가 생성되지 않는다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16

▶23072-0260

다음은 사람의 줄기세포를 이용한 질병의 치료 방안에 관한 실험이다.

- ㉠과 ㉡는 성체 줄기세포와 배아 줄기세포를 순서 없이 나타낸 것이다.

[실험 A의 과정]

- (가) 수정란에서 유래한 배아의 내세포 덩어리에서 ㉠을 추출하여 배양한다.
- (나) (가)의 ㉠에 어떤 물질을 첨가하여 배양한 결과 ㉢인 줄기 분비 세포로 분화하였다.
- (다) 당뇨병이 걸린 쥐에 ㉢을 이식한 후 혈당 측정을 통해 그 효용성을 확인한다.

[실험 B의 과정]

- (가) 엉덩이뼈 골수에서 ㉡를 추출하여 배양한다.
- (나) (가)의 ㉡에 어떤 물질을 첨가하여 증식 및 배양한다.
- (다) (나)에서 배양된 세포들을 급성 심근경색 환자의 관상동맥 내에 직접 투여하고, 환자의 심장 근육 세포의 재생 및 심장 박동 기능 개선 효과를 검증한다.

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

보기

- ㄱ. ㉠은 배아 줄기세포이다.
- ㄴ. ㉢은 역분화를 통해 얻은 세포이다.
- ㄷ. ㉡는 몸을 구성하는 모든 종류의 세포로 분화할 수 있다.

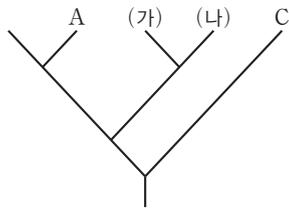
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17

▶ 23072-0261

표는 6종의 식물 A~F의 학명과 분류 단계를, 그림은 A~F 중 5종의 유연관계를 계통수로 나타낸 것이다. A~F는 2개 목, 3개 과로 분류된다.

종	학명	목명	과명
A	<i>Pyrus calleryana</i>	?	장미과
B	<i>Lespedeza bicolor</i>	장미목	?
C	<i>Corylus heterophylla</i>	?	자작나무과
D	<i>Sorbus alnifolia</i>	?	?
E	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	?	콩과
F	<i>Alnus japonica</i>	참나무목	?



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

보기

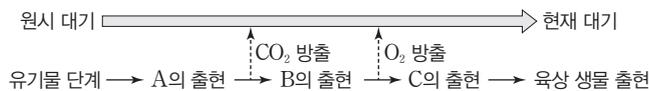
- ㄱ. D는 장미과에 속한다.
- ㄴ. (가)와 (나)는 서로 다른 속에 속한다.
- ㄷ. A와 B의 유연관계는 A와 F의 유연관계보다 멀다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18

▶ 23072-0262

그림은 지구의 대기 변화와 생물의 출현 과정을 나타낸 것이다. A~C는 광합성 세균, 무산소 호흡 종속 영양 생물, 산소 호흡 세균을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 무산소 호흡 종속 영양 생물이다.
- ㄴ. B에는 엽록체가 있다.
- ㄷ. C는 산소를 이용하여 유기물을 분해한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19

▶ 23072-0263

표 (가)는 생물 A~C에서 특징 ㉠~㉢의 유무를, (나)는 ㉠~㉢을 순서 없이 나타낸 것이다. A~C는 거미, 촌충, 회충을 순서 없이 나타낸 것이다.

특징	㉠	㉡	㉢
생물 A	○	○	?
B	?	×	×
C	○	?	×

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

특징(㉠~㉢)
• 체절이 있다.
• 탈피를 한다.
• 원구가 입이 된다.

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 외골격을 갖는다.
- ㄴ. B는 3배엽성 동물이다.
- ㄷ. C는 선형동물에 속한다.

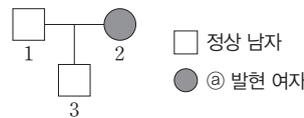
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20

▶ 23072-0264

그림은 하디·바인베르크 평형이 유지되는 사람 집단 I에서 유전 형질 ①에 대한 자료이다.

- ①은 상염색체에 존재하는 대립유전자 A와 A*에 의해 결정되며, A와 A* 사이의 우열 관계는 분명하다.
- 가계도는 구성원 1~3에서 ①의 발현 여부를, 표는 1과 2에서 체세포 1개당 A와 A*의 DNA 상대량을 나타낸 것이다.



구성원	A*의 DNA 상대량
1	1
2	0

- 임의의 정상인 남자와 임의의 여자 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 ①이 발현될 확률은 $\frac{1}{12}$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, I에서 남자와 여자의 수는 같으며, A와 A* 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다.) [3점]

보기

- ㄱ. A의 빈도는 0.7이다.
- ㄴ. 3의 유전자형은 A*A*이다.
- ㄷ. I에서 임의의 정상인 여자와 임의의 정상인 남자 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 ①이 발현될 확률은 $\frac{1}{16}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고 하시오. 3점 문항에만 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없 는 문항은 모두 2점입니다.

01

▶23072-0265

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

- (가) ㉠은 탄저병 백신을 개발하였다.
- (나) ㉡은 푸른곰팡이에서 ㉢ 페니실린을 발견하였다.
- (다) ㉣은 병원균을 순수 배양하는 방법을 고안하여 결핵균을 발견하였다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

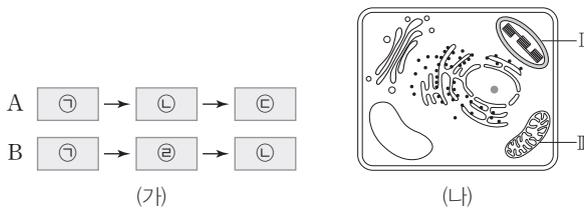
- ㄱ. ㉠은 코흐이다.
- ㄴ. ㉢는 세균의 증식을 억제하는 기능이 있다.
- ㄷ. ㉣은 생물 속생설을 입증하였다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶23072-0266

그림 (가)는 생물 A와 B의 구성 단계 중 일부를, (나)는 A와 B 중 한 생물의 세포를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 사람과 장미 중 하나이고, ㉠~㉣은 기관, 기관계, 조직, 조직계를 순서 없이 나타낸 것이며, I과 II는 각각 미토콘드리아와 엽록체 중 하나 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 심장은 ㉣의 예이다.
- ㄴ. (나)는 B의 세포이다.
- ㄷ. I은 A와 B에 모두 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶23072-0267

그림은 사람의 세포에서 세포막을 통한 물질 이동 방식 A와 B를, 표는 이동 방식 I과 II의 예를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 능 동 수송과 촉진 확산 중 하나이고, I과 II는 A와 B를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉠은 단백질과 인지질 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

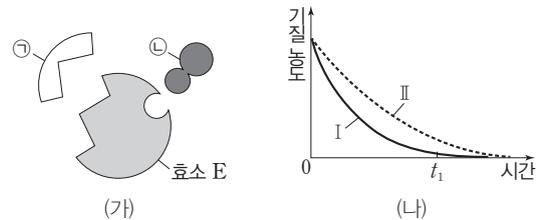
- ㄱ. B는 촉진 확산이다.
- ㄴ. ㉠은 부신피질 호르몬의 구성 성분이다.
- ㄷ. '백혈구의 식세포 작용에서 세포 안으로의 세균 이동'은 II의 예에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶23072-0268

그림 (가)는 효소 E에 결합하는 물질 ㉠과 ㉡을, (나)는 조건 I과 II에서 E에 의한 반응이 일어날 때 시간에 따른 기질 농도를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 기질과 저해제를 순서 없이 나타낸 것이 고, I과 II는 각각 ㉠과 ㉡이 모두 있을 때와 ㉠만 있을 때 중 하나 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.)

보기

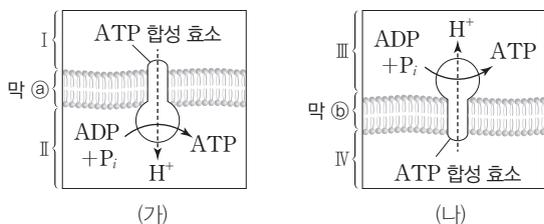
- ㄱ. ㉡은 경쟁적 저해제이다.
- ㄴ. I은 ㉠과 ㉡이 모두 있을 때이다.
- ㄷ. t₁일 때 E에 의한 반응 속도는 II에서가 I에서보다 빠르다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 23072-0269

그림 (가)와 (나)는 광합성이 일어나는 엽록체와 세포 호흡이 일어나는 미토콘드리아의 일부 구조를 순서 없이 나타낸 것이다. 막 ㉓와 ㉔는 각각 미토콘드리아 내막과 틸라코이드 막 중 하나이고, Ⅱ에서 CO₂ 고정이 일어난다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

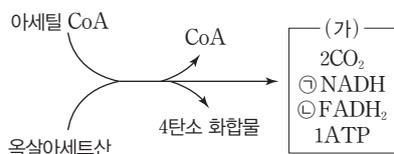
- ㄱ. Ⅰ과 Ⅳ에 모두 DNA가 있다.
- ㄴ. Ⅲ에서 NAD⁺의 환원이 일어난다.
- ㄷ. Ⅰ의 H⁺ 농도는 Ⅲ의 H⁺ 농도보다 크다.
- ㄹ. Ⅱ의 H⁺ 농도는 Ⅳ의 H⁺ 농도보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 23072-0270

그림은 어떤 세포의 미토콘드리아에서 1분자의 아세틸 CoA가 TCA 회로를 통해 분해되는 반응의 일부를 나타낸 것이다. ㉑과 ㉒은 분자 수이고, (가)의 모든 NADH와 FADH₂가 미토콘드리아의 전자 전달계에서 산화되었을 때 3분자의 H₂O이 생성된다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 산화적 인산화를 통해 1분자의 NADH로부터 2.5분자의 ATP가, 1분자의 FADH₂로부터 1.5분자의 ATP가 생성된다.)

[3점]

보기

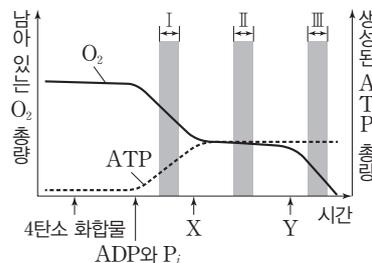
- ㄱ. (가)의 CO₂는 미토콘드리아 기질에서 생성되었다.
- ㄴ. ㉑+㉒=4이다.
- ㄷ. 산화적 인산화를 통해 (가)의 모든 NADH와 FADH₂로부터 6.5 분자의 ATP가 생성되었다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 23072-0271

그림은 미토콘드리아가 들어 있는 시험관에 4탄소 화합물, ADP와 P_i, 물질 X, Y를 순차적으로 첨가하면서 남아 있는 O₂ 총량과 생성된 ATP 총량을 시간에 따라 측정한 결과를 나타낸 것이다. 물질 ㉓는 미토콘드리아 내막에 있는 인지질을 통해 H⁺을 새어나가게 하고, 물질 ㉔는 ATP 합성 효소를 통한 H⁺의 이동을 차단한다. X와 Y는 ㉓와 ㉔를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 4탄소 화합물, ADP, P_i는 충분히 첨가되었다.) [3점]

보기

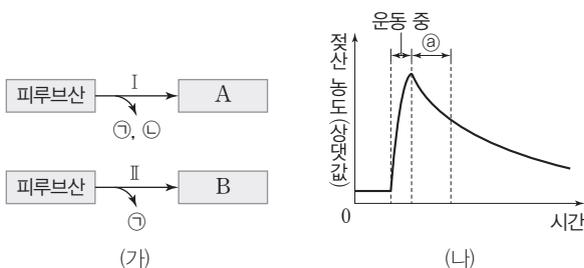
- ㄱ. 구간 Ⅰ에서 산화적 인산화가 일어났다.
- ㄴ. Y는 ㉓이다.
- ㄷ. 미토콘드리아의 기질의 pH는 구간 Ⅱ에서 구간 Ⅲ에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 23072-0272

그림 (가)는 발효에서 피루브산이 물질 A와 B로 전환되는 과정 Ⅰ과 Ⅱ를, (나)는 어떤 사람이 운동 전, 중, 후일 때 시간에 따른 근육 세포의 젖산 농도를 나타낸 것이다. ㉑과 ㉒은 NAD⁺와 CO₂를 순서 없이 나타낸 것이고, A와 B는 에탄올과 젖산을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

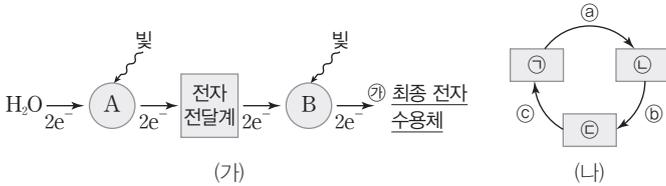
- ㄱ. ㉒은 NAD⁺이다.
- ㄴ. 운동 중일 때 근육 세포에서 과정 Ⅱ가 일어났다.
- ㄷ. 구간 ㉓에서 근육 세포의 젖산이 간으로 이동하였다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

▶23072-0273

그림 (가)는 광합성이 일어나는 어떤 식물의 명반응에서 전자가 이동하는 경로를, (나)는 캘빈 회로에서 물질 전환 과정의 일부를 나타낸 것이다. A와 B는 광계 I과 광계 II를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠~㉣은 3PG, PGAL, RuBP를 순서 없이 나타낸 것이며, 과정 ㉠에서 ㉣가 생성된다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A의 반응 중심 색소는 P₆₈₀이다.
- ㄴ. ㉣는 NADPH이다.
- ㄷ. 과정 ㉡와 ㉢에서 모두 ATP가 사용된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

▶23072-0274

다음은 DNA 복제에 대한 실험이다.

- ㉠과 ㉡은 ¹⁴N가 들어 있는 배양액과 ¹⁵N가 들어 있는 배양액을 순서 없이 나타낸 것이다.

[실험 과정 및 결과]

- (가) 모든 DNA가 ¹⁴N와 ¹⁵N 중 하나로 표지된 대장균(G₀)을 ㉠에서 배양하여 1세대 대장균(G₁)을 얻었다.
- (나) G₁을 ㉡으로 옮겨 배양하여 2세대 대장균(G₂)과 3세대 대장균(G₃)을 얻었다.
- (다) G₃을 ㉠으로 옮겨 배양하여 4세대 대장균(G₄)을 얻었다.
- (라) G₄의 DNA를 추출하고 원심 분리하여 상층(¹⁴N-¹⁴N), 중층(¹⁴N-¹⁵N), 하층(¹⁵N-¹⁵N)에 존재하는 이중 나선 DNA의 상대량을 확인한 결과, ㉠상층과 ㉡중층의 DNA 상대량의 비가 1 : 3으로 나타났다.

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

보기

- ㄱ. G₀은 DNA가 ¹⁵N로 표지된 대장균이다.
- ㄴ. G₂에서 전체 DNA 중 ¹⁴N가 존재하는 DNA 가닥을 갖는 이중 나선 DNA의 비율은 1/2이다.
- ㄷ. T(타이민)의 개수 / 염기의 총개수 는 ㉠의 DNA와 ㉡의 DNA가 같다.

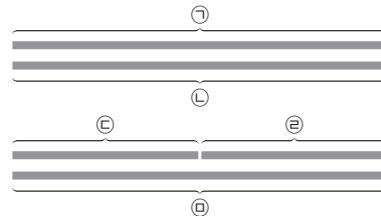
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

11

▶23072-0275

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

- ㉠과 ㉡은 각각 124개의 염기로 구성된 복제 주형 가닥이며, 서로 상보적이다.
- ㉢, ㉣, ㉤은 새로 합성된 가닥이며, ㉢은 124개, ㉣은 64개, ㉤은 60개의 염기로 각각 구성된다.
- 프라이머 X는 ㉢에, 프라이머 Y는 ㉣에, 프라이머 Z는 ㉤에 존재한다. X는 한 종류의 염기로 구성되고, X의 염기 개수는 10개보다 작다. X와 Y의 염기 서열은 같고, X와 Z는 서로 상보적이다.
- ㉢에서 $\frac{G+C}{A+T} = \frac{4}{5}$ 이다.
- ㉤은 4종류의 염기로 구성되고, 각 염기의 개수는 같으며, ㉤에는 연속된 9개의 아데닌(A)으로 구성된 염기 서열이 있다.
- ㉠과 ㉡ 사이의 염기 간 수소 결합의 개수는 ㉢과 ㉣ 사이의 염기 간 수소 결합 개수와 같다.



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

보기

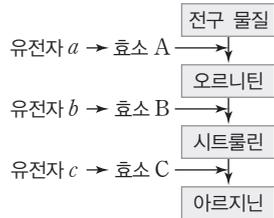
- ㄱ. X는 7개의 염기로 구성된다.
- ㄴ. ㉤에서 A(아데닌)의 개수 + T(타이민)의 개수 = 35개이다.
- ㄷ. ㉤이 ㉢보다 먼저 합성되었다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

▶ 23072-0276

그림은 붉은빵곰팡이에서 아르지닌이 합성되는 과정을, 표는 최소 배지에 물질 ㉠~㉣의 첨가에 따른 붉은빵곰팡이의 야생형과 돌연변이주 I~Ⅲ의 생장 여부와 ㉠~㉣의 합성 여부를 나타낸 것이다. I은 유전자 a~c 중 어느 하나만, II는 나머지 두 유전자 중 어느 하나만, III은 그 나머지 하나가 결실되는 돌연변이가 일어난 것이다. ㉠~㉣은 오르니틴, 시트룰린, 아르지닌을 순서 없이 나타낸 것이다.



구분	최소 배지, ㉠		최소 배지, ㉡		최소 배지, ㉢	
	생장	㉠ 합성	생장	㉡ 합성	생장	㉢ 합성
야생형	+	○	+	○	+	○
I	?	×	+	?	-	?
II	+	?	-	㉢	?	○
III	?	×	?	×	?	×

(+: 생장함, -: 생장 못함, ○: 합성됨, ×: 합성 안 됨)

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

보기

- ㄱ. III은 a가 결실된 돌연변이이다.
- ㄴ. ㉢은 시트룰린이다.
- ㄷ. ㉢은 '○'이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13

▶ 23072-0277

다음은 어떤 진핵생물의 유전자 x와, x에서 돌연변이가 일어난 유전자 y의 발현에 대한 자료이다.

- x와 y로부터 각각 폴리펩타이드 X와 Y가 합성되고, X와 Y의 합성은 개시 코돈 AUG에서 시작하여 종결 코돈에서 끝난다. X가 합성될 때 사용된 종결 코돈은 UAA이다.
- x의 DNA 이중 가닥 중 한 가닥의 염기 서열은 다음과 같다. ㉠, ㉡, ㉢, ㉣은 A, G, C, T을 순서 없이 나타낸 것이다.
5' - ㉠㉡㉢㉣㉠㉡㉢㉣㉠㉡㉢㉣㉠㉡㉢㉣㉠㉡㉢㉣㉠㉡㉢㉣ - 3'
- y는 x의 전사 주형 가닥에서 ㉠퓨린 계열에 속하는 연속된 2개의 동일한 염기가 1회 삽입되고, 다른 위치에 퓨린 계열에 속하는 1개의 염기가 1회 삽입된 것이다.
- X의 아미노산 개수와 Y의 아미노산 개수는 각각 5개이고, Y는 2종류의 아미노산으로 구성된다.
- 표는 유전부호를 나타낸 것이다.

UUU	페닐알라닌	UCU	세린	UAU	타이로신	UGU	시스테인
UUC		UCC		UAC		UGC	
UUA	류신	UCA	프롤린	UAA	종결 코돈	UGA	종결 코돈
UUG		UCG		UAG		UGG	
CUU	류신	CCU	프롤린	CAU	히스티딘	CGU	아르지닌
CUC		CCC		CAC		CGC	
CUA		CCA		CAA	CGA		
CUG		CCG		CAG	CGG		
AUU	아이스류신	ACU	트레오닌	AAU	아스파라진	AGU	세린
AUC		ACC		AAC		AGC	
AUA		ACA		AAA	라이신	AGA	아르지닌
AUG	ACG	AAG					
GUU	발린	GCU	알라닌	GAU	아스파르트산	GGU	글리신
GUC		GCC		GAC		GGC	
GUA		GCA		GAA	글루탐산	GGA	
GUG		GCG		GAG		GGG	

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 핵산 염기 서열 변화는 고려하지 않는다.) [3점]

보기

- ㄱ. ㉢은 사이토신(C)이다.
- ㄴ. Y를 구성하는 두 번째 아미노산은 류신이다.
- ㄷ. X와 Y가 합성될 때 사용된 종결 코돈의 염기 서열은 같다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14

▶23072-0278

표 (가)는 생물의 3가지 특징을, (나)는 (가)의 특징 중 생물 A~C가 갖는 특징의 개수를 나타낸 것이다. A~C는 최초의 광합성 세균, 최초의 생명체, 최초의 척삭동물을 순서 없이 나타낸 것이다.

특징	생물	특징의 개수
• 핵산을 갖는다. • 진핵생물이다. • 종속 영양을 한다.	A	3
	B	2
	C	1

(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 단세포 생물이다.
- ㄴ. B가 C보다 먼저 출현하였다.
- ㄷ. C는 빛에너지를 화학 에너지로 전환한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15

▶23072-0279

다음은 어떤 동물의 세포 I~III에서 유전자 x와 y의 전사 조절에 대한 자료이다.

- x와 y의 프로모터와 전사 인자 결합 부위 A~C는 그림과 같다.
- x와 y의 전사를 촉진하는 전사 인자는 ㉠, ㉡, ㉢이고, ㉠~㉢은 각각 A~C 중 서로 다른 한 부위에만 결합한다.
- I에서는 ㉠~㉢ 중 ㉠과 ㉡만, II에서는 ㉡과 ㉢만, III에서는 ㉠과 ㉢만 발현된다.
- 표는 A~C의 제거 여부를 달리했을 때 I~III에서 x와 y 중 전사되는 유전자를 나타낸 것이다.

A	B	C	프로모터	유전자 x
A	B	C	프로모터	유전자 y

제거된 부위	전사되는 유전자		
	I	II	III
없음	x, y	y	x
A	x, y	없음	없음
B	없음	y	없음
C	없음	없음	x

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

보기

- ㄱ. x가 전사되려면 ㉠이 발현되고 동시에 ㉡과 ㉢ 중 적어도 하나가 발현되어야 한다.
- ㄴ. ㉠의 결합 부위는 A이다.
- ㄷ. ㉡이 C에 결합하면 항상 y가 전사된다.

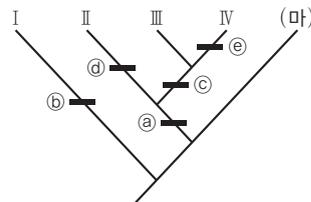
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16

▶23072-0280

표는 생물종 (가)~(마)의 유연관계를 파악할 수 있는 어떤 유전자의 뉴클레오타이드 자리 ㉠~㉤의 염기 정보를, 그림은 ㉠~㉤에서 일어난 염기 치환 ㉠~㉤을 기준으로 작성한 계통수를 나타낸 것이다. I~IV는 (가)~(라)를 순서 없이 나타낸 것이다.

종	뉴클레오타이드 자리				
	㉠	㉡	㉢	㉣	㉤
(가)	T	C	C	T	A
(나)	T	C	G	A	A
(다)	A	G	G	T	A
(라)	T	C	G	A	T
(마)	T	G	G	T	A



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 염기 치환은 각 자리에서 1회만 일어났다.) [3점]

보기

- ㄱ. (다)는 I이다.
- ㄴ. ㉢은 G(구아닌)에서 C(사이토신)으로의 치환이다.
- ㄷ. (가)와 (나)의 유연관계는 (나)와 (라)의 유연관계보다 멀다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17

▶23072-0281

표 (가)는 생물 A~D에서 특징 ㉠~㉤의 유무를 나타낸 것이고, (나)는 ㉠~㉤을 순서 없이 나타낸 것이다. A~D는 말미잘, 예쁜꼬마선충, 우렁쉥이(멍게), 해삼을 순서 없이 나타낸 것이다.

생물	A	B	C	D
특징 ㉠	×	○	×	×
특징 ㉡	○	○	○	○
특징 ㉢	×	×	○	×
특징 ㉣	×	○	×	○

(○: 있음, ×: 없음)

특징(㉠~㉣)
• 내배엽을 가진다.
• 탈피를 한다.
• 척삭을 가지는 시기가 있다.
• 원구가 항문이 된다.

(가)

(나)

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

보기

- ㄱ. A와 C는 모두 선구동물에 속한다.
- ㄴ. B는 좌우 대칭 동물에 속한다.
- ㄷ. D는 해삼이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18

▶ 23072-0282

다음은 동물 종 P의 두 집단 I 과 II에 대한 자료이다.

- I 을 구성하는 개체 수는 II 를 구성하는 개체 수의 2배이고, I 과 II 중 한 집단만 하디·바인베르크 평형이 유지되는 집단이다.
- P의 날개 길이는 상염색체에 있는 긴 날개 대립유전자 A와 짧은 날개 대립유전자 A*에 의해 결정되며, A*는 A에 대해 완전 우성이다.
- A*를 가진 개체들을 합쳐서 구한 A*의 빈도는 I 에서와 II 에서가 $\frac{5}{8}$ 로 같다.
- 짧은 날개 개체 수는 II 에서가 I 에서의 2배이다.

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

보기

- ㄱ. 하디·바인베르크 평형이 유지되는 집단은 I 이다.
- ㄴ. I 에서 A의 빈도는 0.8이다.
- ㄷ. $\frac{I \text{에서 짧은 날개 개체 수}}{II \text{에서 긴 날개 개체 수}} = \frac{8}{9}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19

▶ 23072-0283

다음은 동물 종 P의 집단 I~IV에서 유전자풀의 변화 요인 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 병목 효과, 자연 선택, 유전자 흐름을 순서 없이 나타낸 것이다.

- (가) I 에서 특정 대립유전자를 가진 개체가 그 대립유전자를 갖지 않은 개체보다 생존과 번식에 유리하여 더 많은 자손을 남겼다.
- (나) 자연재해로 인해 II 의 개체 수가 급격히 감소할 때 II 에서 특정 대립유전자의 빈도가 증가하였다.
- (다) III 과 IV 사이에서 개체의 이주가 일어나 III 과 IV 사이의 유전자풀 차이가 감소하였다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

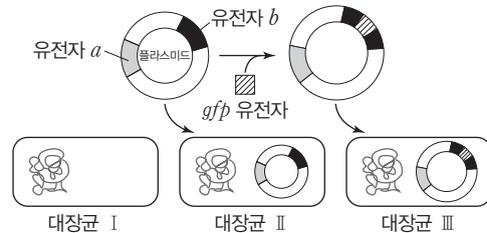
- ㄱ. (가)는 집단 내에 존재하지 않던 새로운 대립유전자를 제공한다.
- ㄴ. (나)는 병목 효과이다.
- ㄷ. 창시자 효과는 (다)의 한 현상이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20

▶ 23072-0284

그림은 유전자 재조합 기술을 이용하여 대장균 I로부터 *gfp* 유전자의 발현 산물을 생산하는 대장균 III을 얻는 과정을, 표는 대장균 I~III을 섞어 서로 다른 배지에서 배양한 결과를 나타낸 것이다. *gfp* 유전자의 발현 산물을 가진 대장균 군체에 자외선을 비추면 녹색 형광을 띤다. 앰피실린과 테트라사이클린은 항생제이고, 유전자 a와 b는 각각 앰피실린 저항성 유전자와 테트라사이클린 저항성 유전자 중 하나이며, (가)~(다)는 I~III을 순서 없이 나타낸 것이다.



구분		(가)	(나)	(다)
앰피실린 첨가 배지	군체 형성 여부	⊖	형성 안 함	형성함
	형광 여부	×	×	?
테트라사이클린 첨가 배지	군체 형성 여부	?	형성 안 함	?
	형광 여부	○	?	×

(○: 형광됨, ×: 형광 안 됨)

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

보기

- ㄱ. (다)는 II 이다.
- ㄴ. ⊖은 '형성함'이다.
- ㄷ. b는 테트라사이클린 저항성 유전자이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고 하시오. 3점 문항에만 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없 는 문항은 모두 2점입니다.

01 ▶23072-0285

다음은 생명 과학자들의 주요 성과 (가)~(다)의 내용이다. ㉠과 ㉡은 린네와 파스퇴르를 순서 없이 나타낸 것이다.

- (가) 하비는 인체에서 혈액이 순환한다는 사실을 알아내었다.
- (나) ㉠은 자신이 개발한 ㉡탄저병 백신의 효능을 실험으로 증 명하였다.
- (다) ㉡는 생물을 체계적으로 분류하는 방법을 제안하였다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기**
- ㄱ. ㉠은 ㉡를 통해 생물 속생설을 입증하였다.
 - ㄴ. ㉡은 이명법을 고안하였다.
 - ㄷ. (가)~(다) 중 가장 나중에 이루어진 성과는 (다)이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

02 ▶23072-0286

표 (가)는 식물 세포에 들어 있는 세포 소기관 A~C에서 특징 ㉠~㉣의 유무를, (나)는 ㉠~㉣을 순서 없이 나타낸 것이다. A~C는 리보솜, 미토콘드리아, 엽록체를 순서 없이 나타낸 것 이다.

구분	㉠	㉡	㉢
A	㉠	○	×
B	?	○	?
C	×	㉡	×

(○: 있음, ×: 없음)

특징(㉠~㉣)
• RNA를 갖는다.
• 2중막을 갖는다.
• 크리스타 구조를 갖는다.

(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[3점]

- 보기**
- ㄱ. ㉠과 ㉡는 모두 '○'이다.
 - ㄴ. B에서 화학 삼투에 의한 인산화가 일어난다.
 - ㄷ. 대장균에는 C가 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 ▶23072-0287

그림은 식물의 구성 단계를, 표는 식물의 구성 단계 일부와 예를 나타낸 것이다. A~C는 기관, 조직, 조직계를 순서 없이 나타낸 것이고, (가)~(다)는 A~C를 순서 없이 나타낸 것이다.

구성 단계	예
(가)	㉠육조직
(나)	㉡열매
(다)	?

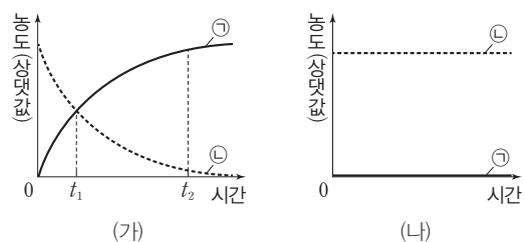
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기**
- ㄱ. ㉠은 분열 조직에 해당한다.
 - ㄴ. ㉡은 영양 기관에 해당한다.
 - ㄷ. (다)는 B이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 ▶23072-0288

그림 (가)와 (나)는 각각 효소 X에 의한 반응에서 시간에 따른 물 질 ㉠과 ㉡의 농도를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 기질과 생성 물 중 하나이며, (가)는 A와 열처리한 B를 함께 첨가했을 때이고, (나)는 B와 열처리한 A를 함께 첨가했을 때이다. A와 B는 각각 주효소와 보조 인자 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.)

- 보기**
- ㄱ. A는 보조 인자이다.
 - ㄴ. X에 의한 활성화 에너지는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 크다.
 - ㄷ. (가)에서 ㉡과 결합하지 않은 X의 수는 t_2 일 때가 t_1 일 때 보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

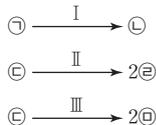
05

▶23072-0289

그림은 세포 호흡과 발효 과정에서의 물질 전환 과정 I~Ⅲ을, 표는 I~Ⅲ에서 생성되는 물질 ㉠~㉣의 분자 수의 비를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 과당 2인산, 아세틸 CoA, 에탄올, 젖산, 피루브산을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠~㉣은 ATP, CO₂, NAD⁺, NADH를 순서 없이 나타낸 것이다. 1분자당 ㉠의 탄소 수+㉡의 탄소 수

= $\frac{5}{6}$ 이다.

과정	분자 수의 비
I	㉠ : ㉡ = 1 : 1
II	㉠ : ㉢ : ㉣ = 1 : 1 : 2
III	㉡ : ㉢ : ㉣ = 1 : 2 : 2



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

보기

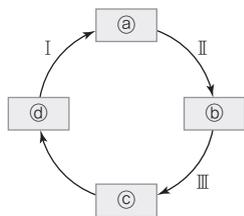
- ㄱ. ㉠은 에탄올이다.
- ㄴ. ㉡는 NAD⁺이다.
- ㄷ. ㉢이 ㉠으로 전환되는 과정에서 기질 수준 인산화가 일어난다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

▶23072-0290

그림은 TCA 회로에서 물질 전환 과정 일부를, 표는 과정 (가)~(다)에서 물질 ㉠~㉣의 생성 여부를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 각각 4탄소 화합물, 5탄소 화합물, 시트르산, 옥살아세트산 중 하나이고, ㉠~㉣은 CO₂, FADH₂, NADH를 순서 없이 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 I~Ⅲ 중 하나이다.



과정 \ 물질	㉠	㉡	㉢
(가)	○	×	×
(나)	?	×	○
(다)	?	○	?

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

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

보기

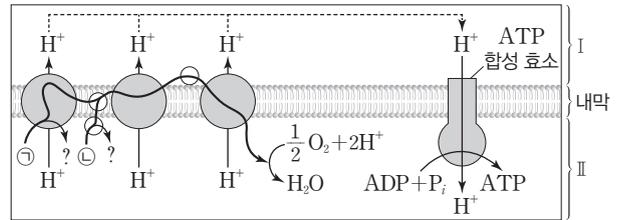
- ㄱ. (나)는 I이다.
- ㄴ. II에서 ATP가 생성된다.
- ㄷ. 1분자의 ㉡가 1분자의 ㉢로 전환되는 과정에서 생성되는 ㉠의 분자 수는 1이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

07

▶23072-0291

그림은 전자 전달이 활발하게 일어나고 있는 미토콘드리아 내막의 전자 전달계를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 FADH₂와 NADH 중 하나이고, I과 II는 각각 미토콘드리아 기질과 막 사이 공간 중 하나이다. 물질 X는 ATP 합성 효소를 통한 H⁺의 이동을 차단하여 ATP 합성을 저해한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

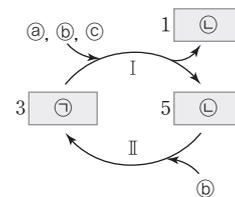
- ㄱ. II의 pH는 X를 처리한 후가 처리하기 전보다 작다.
- ㄴ. ATP 합성 효소를 통해 H⁺이 I에서 II로 이동하는 방식은 단순 확산이다.
- ㄷ. ㉠ 1분자와 ㉡ 1분자로부터 나온 전자가 각각 전자 전달계를 거쳐 $\frac{1}{2}$ O₂로 전달될 때 생성되는 H₂O 분자 수는 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

08

▶23072-0292

그림은 캘빈 회로에서 물질의 전환 과정을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 3PG, PGAL, RuBP 중 하나이며, I은 ㉠이 ㉡으로, II는 ㉡이 ㉠으로 전환되는 과정이다. ㉢~㉣은 ATP, CO₂, NADPH를 순서 없이 나타낸 것이다. I에서 소모되는 ㉢의 분자 수 / II에서 소모되는 ㉣의 분자 수 = 20이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉢는 NADPH이다.
- ㄴ. 1분자당 $\frac{\text{인산기 수}}{\text{탄소 수}}$ 는 ㉠이 ㉡보다 크다.
- ㄷ. I에서 반응에 참여하는 ㉢의 분자 수와 소모되는 ㉣의 분자 수를 더한 값은 6이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

▶23072-0293

표 (가)는 광합성이 일어나는 어떤 식물의 광인산화에 대한 특징을, (나)는 (가)의 특징 중 A와 B가 가지는 특징의 개수를 나타낸 것이다. A와 B는 순환적 전자 흐름(순환적 광인산화)과 비순환적 전자 흐름(비순환적 광인산화)을 순서 없이 나타낸 것이다.

특징
• ATP가 합성된다.
• NADPH가 생성된다.
• O ₂ 가 생성되지 않는다.
• H ₂ O의 광분해가 일어난다.

(가)

구분	특징의 개수
A	㉓
B	2

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉓는 3이다.
- ㄴ. A에는 광계 I과 광계 II가 모두 관여한다.
- ㄷ. A와 B에서 틸라코이드 막을 경계로 모두 H⁺ 농도 기울기가 형성된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

▶23072-0294

표 (가)는 생물의 3가지 특징을, (나)는 (가)의 특징 중 생물 A~C가 가지는 특징의 개수를 나타낸 것이다. A~C는 거미, 창고기, 갯지렁이를 순서 없이 나타낸 것이다.

특징
• 탈피를 한다.
• 원구가 입이 된다.
• 3배엽성이다.

(가)

구분	생물이 가지는 특징의 개수
A	1
B	2
C	?

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 척삭동물이다.
- ㄴ. B는 촉수담류동물에 속한다.
- ㄷ. C는 체절을 갖지 않는다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

▶23072-0295

다음은 DNA 복제에 대한 실험이다.

- ㉑과 ㉒은 ¹⁴N가 들어 있는 배양액과 ¹⁵N가 들어 있는 배양액을 순서 없이 나타낸 것이다.

[실험 과정]

(가) 모든 DNA가 ¹⁴N로 표지된 대장균 A(G₀)와 모든 DNA가 ¹⁵N로 표지된 대장균 B(G₀)를 같은 수로 준비한다. A와 B의 DNA는 염기 서열이 동일하고, A의 DNA에서 타이민(T)의 비율은 20%이다.

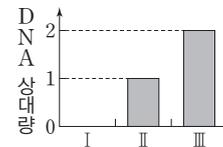
(나) A(G₀)를 ㉑에서 배양하여 1세대 대장균(G₁)과 2세대 대장균(G₂)을 얻고, B(G₀)를 ㉒에서 배양하여 1세대 대장균(G₁)과 2세대 대장균(G₂)을 얻는다.

(다) A(G₂)를 ㉒으로 옮겨 배양하여 3세대 대장균(G₃)과 4세대 대장균(G₄)을 얻고, B(G₂)를 ㉑으로 옮겨 배양하여 3세대 대장균(G₃)을 얻는다.

(라) A(G₄)와 B(G₃)를 모두 섞은 후 DNA를 추출하고 원심 분리하여 상층(¹⁴N-¹⁴N), 중층(¹⁴N-¹⁵N), 하층(¹⁵N-¹⁵N)에 존재하는 이중 나선 DNA의 상대량을 확인한다.

[실험 결과]

그림은 (라) 과정을 통해 얻은 결과를 나타낸 것이다. I~III은 각각 상층, 중층, 하층 중 하나이다.



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

보기

- ㄱ. B의 DNA에서 구아닌(G)의 비율은 30%이다.
- ㄴ. ㉑은 ¹⁵N가 들어 있는 배양액이다.
- ㄷ. II는 중층이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

12

▶ 23072-0296

다음은 어떤 동물의 세포 I~IV에서 유전자 w, x, y, z 의 전사 조절에 대한 자료이다.

- 유전자 a, b, c, d 는 각각 전사 인자 A, B, C, D를 암호화 하며, A, B, C, D는 w, x, y, z 의 전사 촉진에 관여한다.
- w 의 전사는 a 와 b 가 모두 발현되어야 촉진된다.
- x 의 전사는 c 가 발현되고 동시에 b 와 d 중 적어도 하나가 발 현되어야 촉진된다.
- y 의 전사는 d 가 발현되고 동시에 a 와 b 중 적어도 하나가 발 현되어야 촉진된다.
- z 의 전사는 a 와 c 중 적어도 하나가 발현되어야 촉진된다.
- 표는 I~IV에서 $w\sim y$ 의 전사 여부를 나타낸 것이다. I 과 II에서는 b 가, III과 IV에서는 c 가 발현되었다. III에서 발현 되는 전사 인자 종류의 개수와 IV에서 발현되는 전사 인자 종류의 개수를 더한 값은 4이다.

구분	I	II	III	IV
w	×	○	?	×
x	○	×	×	○
y	×	○	㉠	○

(○: 전사됨, ×: 전사 안 됨)

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

보기

- ㄱ. ㉠은 '×'이다.
- ㄴ. III에서는 a 가 발현되지 않는다.
- ㄷ. z 의 전사는 I~IV에서 모두 촉진된다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13

▶ 23072-0297

다음은 어떤 진핵생물의 유전자 x 와 돌연변이 유전자 y 와 z 의 발 현에 대한 자료이다.

- x, y, z 로부터 각각 폴리펩타이드 X, Y, Z가 합성된다.
- x 의 DNA 이중 가닥 중 전사 주형 가닥의 염기 서열은 다음 과 같다.
5'-CTCACGCTAGTCTA ㉠ TCGT ㉡ ATCAA-3'
- 표의 I 과 II는 ㉠과 ㉡을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉢와 ㉣는 각각 5' 말단과 3' 말단 중 하나이다.

구분	염기 서열
I	CTTCA-㉢
II	TTACT-㉣

- X는 7개의 아미노산으로 구성되고, 1개의 메싸이오닌을 가 진다.
- y 는 x 의 전사 주형 가닥에서 연속된 2개의 동일한 염기가 1 회 결실된 것이다. Y는 1개의 아르지닌과 1개의 아스파라진 을 가진다.
- z 는 y 의 전사 주형 가닥에서 염기 ㉤가 1회 삽입된 것이다. Z는 2개의 라이신을 가진다.
- X, Y, Z의 합성은 개시 코돈 AUG에서 시작하여 종결 코 돈에서 끝나며, 표는 유전부호를 나타낸 것이다.

UUU	페닐알라닌	UCU	세린	UAU	타이로신	UGU	시스테인
UUC		UCC		UAC		UGC	
UUA	류신	UCA	프롤린	UAA	종결 코돈	UGA	종결 코돈
UUG		UCG		UAG	종결 코돈	UGG	트립토판
CUU	류신	CCU	프롤린	CAU	히스티딘	CGU	아르지닌
CUC		CCC		CAC		CGC	
CUA		CCA		CAA	글루타민	CGA	
CUG		CCG		CAG		CGG	
AUU	아이소류신	ACU	트레오닌	AAU	아스파라진	AGU	세린
AUC		ACC		AAC		AGC	
AUA		ACA		AAA	라이신	AGA	아르지닌
AUG	메싸이오닌	ACG	AAG		AGG		
GUU	발린	GCU	알라닌	GAU	아스파르트산	GGU	글리신
GUC		GCC		GAC			
GUA		GCA		GAA	글루탐산	GGA	
GUG		GCG		GAG			

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 핵산 염기 서열 변화는 고려하지 않는다.) [3점]

보기

- ㄱ. ㉢는 5' 말단이다.
- ㄴ. ㉤는 퓨린 계열 염기이다.
- ㄷ. X와 Z가 합성될 때 사용된 종결 코돈의 염기 서열은 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

14

▶23072-0298

다음은 유기물 복합체에 대한 학생 A~C의 발표 내용이다.

코아세르베이트는 오파린 이 원시 생명체의 기원이라고 주장한 유기물 복합체입니다.

마이크로스피어는 단백질로 구성된 막을 가지고 있습니다.

리포솜의 구성 물질에 탄소가 있습니다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

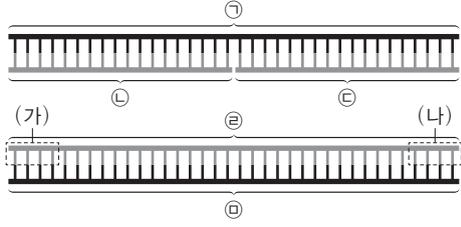
- ① A ② C ③ A, B ④ B, C ⑤ A, B, C

15

▶23072-0299

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

- ⓐ와 ⓑ은 서로 상보적인 복제 주형 가닥이고, ⓒ, ⓓ, ⓔ은 새로 합성된 가닥이다.
- ⓐ, ⓑ, ⓒ은 각각 36개의 염기로 구성되고, ⓒ과 ⓔ은 각각 18개의 염기로 구성된다.
- ⓒ은 프라이머 X를, ⓓ은 프라이머 Y를, ⓔ은 프라이머 Z를 가진다. 프라이머 X, Y, Z의 염기 서열은 모두 같으며, 각각 4개의 염기로 구성된다. Z는 (가)와 (나) 중 하나이다.
- ⓐ에서 $\frac{\text{퓨린 계열 염기의 개수}}{\text{피리미딘 계열 염기의 개수}} = \frac{1}{2}$ 이고, ⓒ은 4종류의 염기로 구성된다.
- ⓒ에서 $\frac{T}{C} = 1$ 이고, ⓓ에서 $\frac{T}{C} = 1$, $\frac{A}{G} = \frac{1}{3}$ 이며, ⓔ에서 $\frac{G+A}{C+T} = \frac{3}{5}$ 이다.



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

보기

- ㄱ. Z는 (나)이다.
- ㄴ. ⓒ의 3' 말단 염기는 아데닌(A)이다.
- ㄷ. ⓔ에서 타이민(T)의 개수는 15개이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

16

▶23072-0300

그림은 원시 생명체의 진화 과정에서 나타난 생물 A~C에 대한 자료이다. A~C는 광합성 세균, 산소 호흡 세균, 단세포 진핵생물을 순서 없이 나타낸 것이다.

- A는 빛에너지를 화학 에너지로 전환한다.
- B는 핵막을 가진다.
- B와 C는 모두 종속 영양을 한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

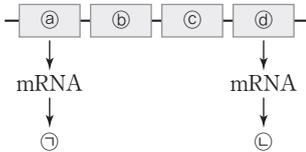
- ㄱ. A는 막으로 둘러싸인 세포 소기관을 갖는다.
- ㄴ. 효모는 B에 속한다.
- ㄷ. C는 산소 호흡 세균이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

17

▶23072-0301

그림은 대장균의 DNA에서 4가지 부위 ㉠~㉤의 배열 순서와 ㉠과 ㉤로부터 합성된 단백질 ㉦과 ㉧을, 표는 대장균 I~III을 배지 (가)와 (나)에서 각각 배양할 때 ㉦과 ㉧의 합성 여부를 나타낸 것이다. ㉠~㉤는 젓당 오페론을 조절하는 조절 유전자, 젓당 오페론의 구조 유전자, 젓당 오페론의 작동 부위, 젓당 오페론의 프로모터를 순서 없이 나타낸 것이고, (가)와 (나)는 각각 포도당은 없고 젓당이 있는 배지와 포도당과 젓당이 없는 배지 중 하나이다. I~III은 각각 야생형 대장균, ㉠~㉤ 중 한 부위가 결실된 대장균 중 하나이고, ㉦과 ㉧은 각각 억제 단백질과 젓당 분해 효소 중 하나이다.



구분	(가)		(나)	
	㉦	㉧	㉦	㉧
I	○	×	○	×
II	×	○	○	○
III	○	○	○	○

(○: 합성됨, ×: 합성 안 됨)

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

보기

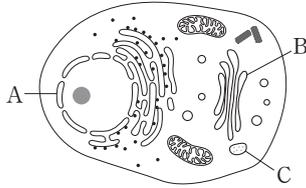
- ㄱ. (가)는 포도당과 젓당이 없는 배지이다.
- ㄴ. I은 ㉠이 결실된 대장균이다.
- ㄷ. III에서 RNA 중합 효소가 ㉡에 결합한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

문항에 따라 배점이 다르니, 각 물음의 끝에 표시된 배점을 참고 하시오. 3점 문항에만 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없 는 문항은 모두 2점입니다.

01 ▶23072-0305

그림은 동물 세포의 구조를 나타낸 것이다. A~C는 각각 핵, 골 지체, 리소좀 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

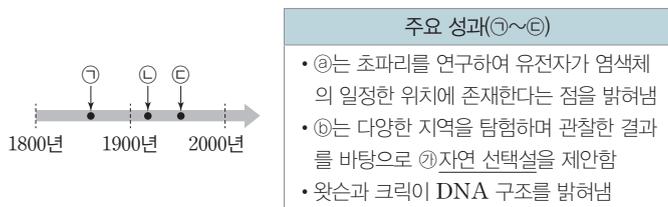
보기

- ㄱ. A에서 리보솜을 구성하는 물질의 일부가 만들어진다.
- ㄴ. B는 2중막을 갖는다.
- ㄷ. B에 있는 단백질의 일부는 C로 전달된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 ▶23072-0306

그림은 생명 과학자의 주요 성과 ㉠~㉣을 이룬 시기를 나타낸 것 이고, 표는 ㉠~㉣을 순서 없이 나타낸 것이다. ㉡와 ㉢은 각각 다 원과 모건 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

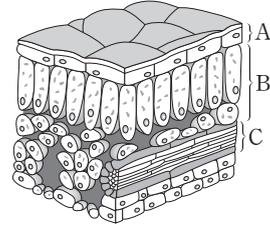
보기

- ㄱ. ㉡는 다윈이다.
- ㄴ. 파스퇴르는 실험을 통해 ㉠를 증명하였다.
- ㄷ. ㉢은 '왓슨과 크릭이 DNA 구조를 밝혀냄'이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

03 ▶23072-0307

그림은 식물 잎의 단면 구조 일부를 나타낸 것이다. A~C는 각각 기본 조직계, 표피 조직계, 관다발 조직계 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

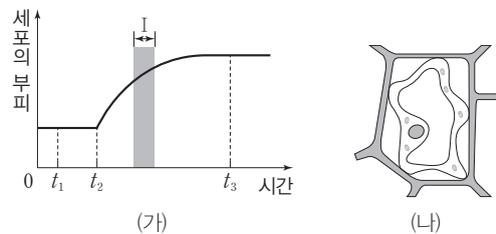
보기

- ㄱ. A는 표피 조직계이다.
- ㄴ. B에 유조직이 있다.
- ㄷ. C를 통해 물질이 이동한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 ▶23072-0308

그림 (가)는 용액 ㉠에 담겨 있던 식물 세포를 시점 t_2 일 때 ㉡로 옮겼을 때 세포의 부피 변화를, (나)는 시점 t_1 과 t_3 중 한 시점 일 때 이 식물 세포를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 증류수와 3% 소금물 중 하나이다.



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

보기

- ㄱ. ㉠은 증류수이다.
- ㄴ. (나)는 t_1 일 때 식물 세포를 나타낸 것이다.
- ㄷ. 구간 I에서 세포막을 통해 유입되는 물의 양은 유출되는 물의 양보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

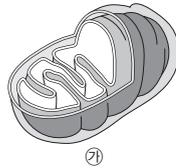
05

▶23072-0309

표는 세포 A~C에서 ㉠~㉣의 유무를, 그림은 세포 소기관 ㉦를 나타낸 것이다. 서로 다른 A~C는 각각 대장균, 토끼의 간을 구성하는 세포, 고사리 앞에서 광합성이 일어나는 세포 중 하나이고, 서로 다른 ㉠~㉣은 각각 엽록체, 미토콘드리아, 히스톤 단백질 중 하나이다. ㉦는 ㉠과 ㉣ 중 하나이고, ㉦에서 기질 수준 인산화가 일어난다.

구분	㉠	㉣	㉡
A	○	?	○
B	?	?	㉢
C	×	○	?

(○: 있음, ×: 없음)



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

보기

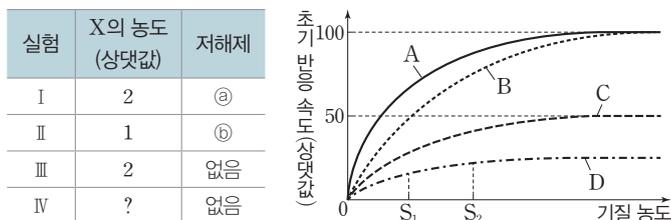
- ㄱ. ㉢는 '×'이다.
- ㄴ. ㉣은 크리스타 구조를 갖는다.
- ㄷ. B는 rRNA가 만들어지는 장소와 번역이 일어나는 장소가 2중막으로 분리되어 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

▶23072-0310

표는 효소 X에 의한 반응 실험 I~IV의 조건을, 그림은 실험 A~D에서 기질 농도에 따른 초기 반응 속도를 나타낸 것이다. A~D는 각각 I~IV 중 하나이며, 서로 다른 ㉠와 ㉡는 각각 경쟁적 저해제와 비경쟁적 저해제 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.) [3점]

보기

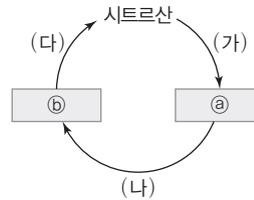
- ㄱ. ㉠는 경쟁적 저해제이다.
- ㄴ. C는 IV이다.
- ㄷ. D에서 $\frac{X의\ 총\ 수}{기질과\ 결합한\ X의\ 수}$ 는 S₁일 때가 S₂일 때보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶23072-0311

그림은 미토콘드리아의 TCA 회로에서 물질 전환 과정 (가)~(다)를, 표는 I~III이 1회 일어날 때 생성되는 물질 ㉠과 ㉣의 분자 수를 더한 값(㉠+㉣), ㉡과 ㉢의 분자 수를 더한 값(㉡+㉢)을 나타낸 것이다. ㉠와 ㉢는 각각 5탄소 화합물, 4탄소 화합물, 옥살아세트산 중 하나이고, 서로 다른 ㉠~㉢는 각각 ATP, CO₂, FADH₂, NADH 중 하나이며, I~III은 각각 (가)~(다) 중 하나이다.



과정	㉠+㉣	㉡+㉢
I	2	1
II	0	㉦
III	1	1

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

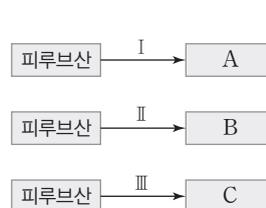
- ㄱ. ㉢는 4탄소 화합물이다.
- ㄴ. II는 (다)이다.
- ㄷ. 포도당 1분자가 해당 과정을 거쳐 피루브산으로 분해될 때, 생성되는 ㉡과 ㉢의 분자 수를 더한 값은 ㉦와 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶23072-0312

그림은 산소 호흡과 발효에서 물질의 전환 과정 I~III을, 표는 I~III에서 물질 ㉠~㉣의 생성 여부를 나타낸 것이다. A~C는 각각 젖산, 에탄올, 아세틸 CoA 중 하나이며, ㉠~㉣은 각각 CO₂, NAD⁺, NADH 중 하나이다.



과정 \ 물질	㉠	㉣	㉡
I	×	○	×
II	○	×	○
III	○	○	×

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

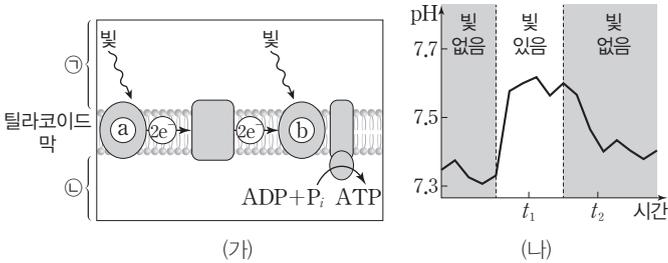
- ㄱ. ㉠은 CO₂이다.
- ㄴ. 사람의 근육 세포에서 II와 III이 모두 일어난다.
- ㄷ. 1분자당 $\frac{수소\ 수}{탄소\ 수}$ 는 A가 C보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

09

▶23072-0313

그림 (가)는 엽록체의 틸라코이드 막에서 일어나는 전자 이동과 ATP 합성을, (나)는 이 엽록체의 ㉠과 ㉡ 중 하나에서 빛 환경의 변화에 의해 일어나는 pH 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 스트로마와 틸라코이드 내부 중 하나이고, ㉢와 ㉣는 각각 광계 I과 광계 II 중 하나이다.



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

보기

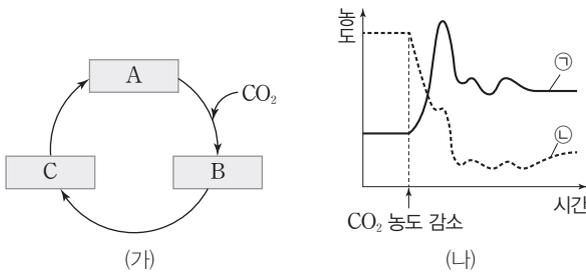
- ㄱ. (나)는 ㉠에서 일어나는 pH 변화를 나타낸 것이다.
- ㄴ. ㉡에서 물의 광분해가 일어난다.
- ㄷ. 단위 시간당 ㉢로 전달되는 전자의 수는 t₁일 때가 t₂일 때보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

10

▶23072-0314

그림 (가)는 캘빈 회로의 일부를, (나)는 활발히 광합성이 일어나는 엽록체에 CO₂ 농도를 감소시켰을 때 물질 ㉠과 ㉡의 농도 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 A와 B 중 하나이고, A~C는 각각 3PG, PGAL, RuBP 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 1분자당 인산기 수는 A가 C보다 많다.
- ㄴ. ㉠은 A이다.
- ㄷ. 1분자의 B가 C로 전환될 때 사용되는 ATP의 분자 수는 NADPH의 분자 수보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

11

▶23072-0315

다음은 이중 가닥 DNA X와 Y, 단일 가닥 RNA Z에 대한 자료이다.

- X는 상보적인 단일 가닥 X₁과 X₂로, Y는 상보적인 단일 가닥 Y₁과 Y₂로 구성되어 있으며, X와 Y의 염기 개수는 각각 240개이다.
- X와 Y 중 하나로부터 Z가 전사되었고, Z의 염기 개수는 120개이다.
- X₂에서 퓨린 계열 염기의 개수와 피리미딘 계열 염기의 개수는 같다.
- X₁에서 $\frac{A}{G} = \frac{1}{2}$ 이다.
- X₁에서 사이토신(C)의 개수는 Y₁에서 사이토신(C)의 개수보다 30개 많다.
- Y₁에서 구아닌(G)의 개수는 X₁에서 타이민(T)의 개수의 2배이다.
- 타이민(T)의 개수는 X₂에서와 Y₁에서가 같다.
- Y₁에서 구아닌(G)의 개수와 사이토신(C)의 개수는 같다.
- Z에서 유라실(U)의 개수는 60개이다.

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

보기

- ㄱ. Z가 만들어질 때 주형으로 사용된 가닥은 Y₁이다.
- ㄴ. X₁에서 아데닌(A)의 개수는 Y₂에서 사이토신(C)의 개수와 같다.
- ㄷ. 염기 간 수소 결합의 총개수는 X에서 Y에서보다 50개 많다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12

▶23072-0316

표 (가)는 생물의 4가지 특징을, (나)는 (가)의 특징 중 대장균과 생물 A~C가 갖는 특징의 개수를 나타낸 것이다. A~C는 각각 거미, 장미, 오징어 중 하나이며, ⑥는 ③보다 크다.

특징	생물	특징의 개수
• 핵막이 있다. • 세포벽이 있다. • 탈피를 한다. • 엽록소가 있다.	대장균	③
	A	④
	B	⑥
	C	⑤

(가)

(나)

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

보기

- ㄱ. ③은 1이다.
- ㄴ. A는 척수동물동물에 속한다.
- ㄷ. C는 빛에너지를 화학 에너지로 전환한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

13

▶23072-0317

다음은 유전자들의 변화 요인에 대한 학생 A~C의 발표 내용이다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

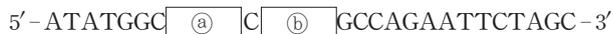
- ① A ② B ③ C ④ A, B ⑤ A, C

14

▶23072-0318

다음은 이중 가닥 DNA x 와 제한 효소에 대한 자료이다.

• x 는 36개의 염기쌍으로 이루어져 있고, x 중 한 가닥인 x_1 의 염기 서열은 다음과 같다. ①과 ②에는 각각 7개의 염기가 있다.



• 그림은 제한 효소 EcoR I, Cla I, Bal I이 인식하는 염기서열과 절단 위치를 나타낸 것이다.



∴ 절단 위치

• x 를 넣은 시험관 I~Ⅲ에 제한 효소를 첨가하여 완전히 자른 결과 생성된 DNA 조각 수는 표와 같다.

시험관	I	II	III
첨가한 제한 효소	EcoR I	Cla I	Bal I
생성된 DNA 조각 수	3	2	3

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

보기

- ㄱ. 생성된 DNA 조각 중 염기 수가 가장 큰 DNA 조각의 염기 수는 I과 Ⅲ이 같다.
- ㄴ. Ⅱ에서는 염기 수가 다른 2가지 DNA 조각이 생성된다.
- ㄷ. 퓨린 계열 염기의 수는 ①에서가 ②에서보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15

▶23072-0319

다음은 어떤 세포에서 복제 중인 이중 가닥 DNA x 에 대한 자료이다.

- x 중 한 가닥인 x_1 은 30개의 염기로 구성되며, 염기 서열은 다음과 같다. ㉠과 ㉡은 사이토신(C)과 타이민(T)을 순서 없이 나타낸 것이다.

5' - A㉠GAGA㉡AGA㉠GAGA㉠GAG㉠㉠AG㉠AG㉡AG㉠ - 3'

- x_1 을 주형으로 하여 지연 가닥이 합성되는 과정에서 가닥 I과 II가 합성된다. I과 II의 염기 개수를 더한 값은 30이다.
- I은 프라이머 X를, II는 프라이머 Y를 가지며, X와 Y는 각각 6개의 염기로 구성된다.
- X에서 구아닌(G)의 개수는 아데닌(A)의 개수와 사이토신(C)의 개수를 더한 값과 같다.
- I에서 X를 제외한 나머지 부분과 주형 가닥 사이에 염기 간 수소 결합의 수는 23이다.

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

보기

- ㄱ. ㉡은 사이토신(C)이다.
- ㄴ. I은 II보다 먼저 합성되었다.
- ㄷ. Y에서 유라실(U)의 개수와 사이토신(C)의 개수는 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16

▶23072-0320

다음은 어떤 진핵생물의 유전자 x 와 돌연변이 유전자 y, z 의 발현에 대한 자료이다.

- $x \sim z$ 로부터 폴리펩타이드 X~Z가 각각 합성된다.
- x 의 DNA 이중 가닥 중 한 가닥의 염기 서열은 다음과 같으며, ㉠과 ㉡는 각각 5'과 3' 중 하나이다.

㉠ - CAGATGACTATACAGAGCGATAGACAGCTGTACTAGC - ㉡

- y 와 z 는 각각 x 의 주형 가닥에서 연속된 2개의 염기가 결실된 것과 연속된 2개의 퓨린 계열 염기가 삽입된 것 중 하나이다.
- 표는 X~Z에서 아미노산 ㉠~㉣과 세린의 수를 나타낸 것이다. X~Z는 각각 표에 제시된 아미노산 이외의 아미노산도 갖는다.

폴리펩타이드	㉠	㉡	㉢	세린
X	2	1	1	2
Y	2	0	1	2
Z	1	0	2	2

- X~Z의 합성은 개시 코돈 AUG에서 시작하여 종결 코돈에서 끝나며, 표는 유전부호를 나타낸 것이다.

UUU	페닐알라닌	UCU	세린	UAU	타이로신	UGU	시스테인
UUC		UCC		UAC		UGC	
UUA	류신	UCA	프롤린	UAA	종결 코돈	UGA	종결 코돈
UUG		UCG		UAG	종결 코돈	UGG	트립토판
CUU	류신	CCU	프롤린	CAU	히스티딘	CGU	아르지닌
CUC		CCC		CAC		CGC	
CUA		CCA		CAA	글루타민	CGA	
CUG		CCG		CAG		CGG	
AUU	아이스류신	ACU	트레오닌	AAU	아스파라진	AGU	세린
AUC		ACC		AAC		AGC	
AUA		ACA		AAA	라이신	AGA	아르지닌
AUG	ACG	AAG	AGG				
GUU	발린	GCU	알라닌	GAU	아스파르트산	GGU	글리신
GUC		GCC		GAC		GGC	
GUA		GCA		GAA	글루탐산	GGA	
GUG		GCG		GAG		GGG	

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 핵산 염기 서열 변화는 고려하지 않는다.) [3점]

보기

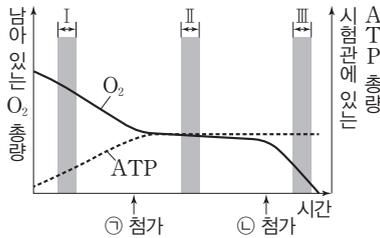
- ㄱ. y 는 x 의 주형 가닥에서 연속된 2개의 염기가 결실된 것이다.
- ㄴ. ㉢은 아스파르트산이다.
- ㄷ. $\frac{Z \text{의 아미노산 수}}{X \text{의 아미노산 수} + Y \text{의 아미노산 수}} = \frac{3}{8}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17

▶ 23072-0321

그림은 미토콘드리아와 세포 호흡에 필요한 물질을 넣은 시험관에서 ㉠과 ㉡을 첨가하였을 때 남아 있는 O₂의 총량 변화와 시험관에 있는 ATP 총량 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 미토콘드리아 내막에 있는 인지질을 통해 H⁺을 새어 나가게 하는 물질과 ATP 합성 효소를 통한 H⁺의 이동을 차단하는 물질 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 ATP 합성 효소를 통한 H⁺의 이동을 차단한다.
- ㄴ. 미토콘드리아 기질과 막 사이 공간의 pH 차이는 구간 II에서가 구간 III에서보다 크다.
- ㄷ. 단위 시간당 전자 전달계를 통해 이동하는 전자의 수는 구간 I에서가 구간 II에서보다 많다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18

▶ 23072-0322

다음은 원시 생명체 A~C에 대한 자료이다. A~C는 각각 최초의 광합성 세균, 최초의 산소 호흡 세균, 최초의 다세포 진핵생물 중 하나이다.

- A~C 중 A가 가장 나중에 출현하였다.
- B는 빛에너지를 화학 에너지로 전환시킨다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

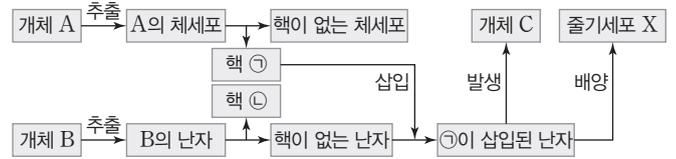
- ㄱ. A는 핵막을 갖는다.
- ㄴ. C는 최초의 산소 호흡 세균이다.
- ㄷ. A가 출현한 후 미토콘드리아가 최초로 출현하였다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19

▶ 23072-0323

그림은 동물 종 P의 개체 A와 B를 이용해 복제 동물 C와 줄기세포 X를 만드는 과정을 나타낸 것이다. A와 B는 유전적으로 서로 다른 개체이다.



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

보기

- ㄱ. X는 유도 만능 줄기세포(역분화 줄기세포)이다.
- ㄴ. ㉠이 삽입된 난자를 만드는 과정에서 핵치환 기술이 사용되었다.
- ㄷ. C의 핵의 유전 정보는 ㉠의 유전 정보와 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

20

▶ 23072-0324

다음은 동물 종 P의 집단 I~III에 대한 자료이다.

- I~III 각각을 구성하는 개체 수는 같고, I~III 중 두 집단만 하디·바인베르크 평형이 유지되는 집단이다.
- P의 털 색은 상염색체에 있는 검은색 털 대립유전자 A와 흰색 털 대립유전자 A*에 의해 결정되고, A와 A* 사이의 우열 관계는 분명하다.
- II에서 A*의 빈도는 III에서 A의 빈도와 같다.
- $\frac{\text{검은색 털 개체 수}}{\text{A의 수}}$ 는 II에서 $\frac{4}{5}$ 이고, III에서 $\frac{3}{4}$ 이다.
- $\frac{\text{A*만 갖는 개체 수}}{\text{A만 갖는 개체 수}}$ 는 I에서 9이고, III에서 $\frac{1}{3}$ 이다.

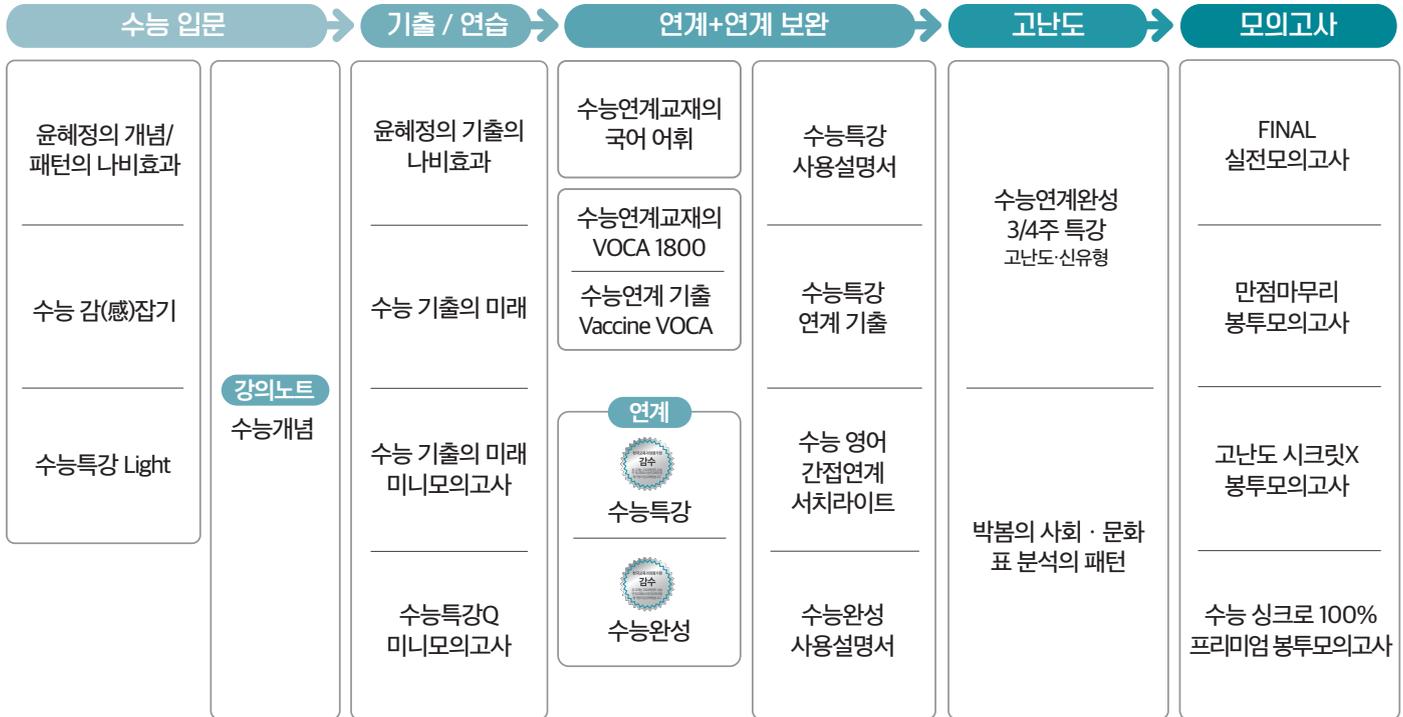
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

보기

- ㄱ. A는 A*에 대해 완전 우성이다.
- ㄴ. I~III 중 유전자형이 AA*인 개체의 빈도가 가장 높은 집단은 II이다.
- ㄷ. II와 III을 합쳐서 구한 흰색 털 개체의 빈도는 $\frac{1}{4}$ 보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

고2~N수 수능 집중 로드맵



구분	시리즈명	특징	수준	영역
수능 입문	윤혜정의 개념/패턴의 나비효과	윤혜정 선생님과 함께하는 수능 국어 개념/패턴 학습	●	국어
	수능 감(感)잡기	동일 소재·유형의 내신과 수능 문항 비교로 수능 입문	●	국/수/영
	수능특강 Light	수능 연계교재 학습 전 연계교재 입문서	●	국/영
기출/연습	수능개념	EBSi 대표 강사들과 함께하는 수능 개념 다지기	●	전 영역
	윤혜정의 기출의 나비효과	윤혜정 선생님과 함께하는 까다로운 국어 기출 완전 정복	●	국어
	수능 기출의 미래	올해 수능에 딱 필요한 문제만 선별한 기출문제집	●	전 영역
	수능 기출의 미래 미니모의고사	부담없는 실전 훈련, 고품질 기출 미니모의고사	●	국/수/영
연계 + 연계 보완	수능특강Q 미니모의고사	매일 15분으로 연습하는 고품격 미니모의고사	●	전 영역
	수능특강	최신 수능 경향과 기출 유형을 분석한 종합 개념서	●	전 영역
	수능특강 사용설명서	수능 연계교재 수능특강의 지문·자료·문항 분석	●	국/영
	수능특강 연계 기출	수능특강 수록 작품·지문과 연결된 기출문제 학습	●	국/영
	수능완성	유형 분석과 실전모의고사로 단련하는 문항 연습	●	전 영역
	수능완성 사용설명서	수능 연계교재 수능완성의 국어·영어 지문 분석	●	국/영
	수능 영어 간접연계 서치라이트	출제 가능성이 높은 핵심만 모아 구성한 간접연계 대비 교재	●	영어
	수능연계교재의 국어 어휘	수능 지문과 문항 이해에 필요한 어휘 학습서	●	국어
고난도	수능연계교재의 VOCA 1800	수능특강과 수능완성의 필수 중요 어휘 1800개 수록	●	영어
	수능연계 기출 Vaccine VOCA	수능-EBS 연계 및 평가원 최다 빈출 어휘 선별 수록	●	영어
	수능연계완성 3/4주 특강	단기간에 끝내는 수능 킬러 문항 대비서	●	국/수/영/과
모의고사	박봄의 사회·문화 표 분석의 패턴	박봄 선생님과 사회·문화 표 분석 문항의 패턴 연습	●	사회탐구
	FINAL 실전모의고사	수능 동일 난도의 최다 분량, 최다 과목 모의고사	●	전 영역
	만점마무리 봉투모의고사	실제 시험지 형태와 OMR 카드로 실전 훈련 모의고사	●	전 영역
	고난도 시크릿X 봉투모의고사	제대로 어려운 최고난도 모의고사	●	국/수/영
	수능 싱크로 100% 프리미엄 봉투모의고사	수능 직전에 만나는, 수능과 가장 가까운 고품격 프리미엄 모의고사	●	국/수/영