

2024학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 생명과학Ⅱ 정답 및 해설

01. ④ 02. ⑤ 03. ① 04. ② 05. ③ 06. ① 07. ⑤ 08. ③ 09. ③ 10. ②
11. ② 12. ⑤ 13. ④ 14. ④ 15. ① 16. ③ 17. ② 18. ④ 19. ③ 20. ⑤

1. 동물 세포

A는 미토콘드리아, B는 핵, C는 리보솜이다.

[정답맞히기] ㄱ. 2중막 구조로 되어 있고 내막이 크리스탈을 형성한 A는 미토콘드리아이다.

ㄴ. 핵(B)은 DNA 같은 유전 물질을 갖는다.

정답④

[오답피하기] ㄷ. 리보솜(C)은 rRNA와 단백질로 이루어져 있으며, 막으로 싸여 있지 않으므로 2중막을 갖지 않는다.

2. 식물의 구성 단계

A는 표피 조직계, B는 관다발 조직계이다.

[정답맞히기] ㄱ. 표면을 덮어 식물체를 보호하는 것은 표피 조직계(A)의 특징이다.

ㄴ. 관다발 조직계(B)의 물관부와 체관부를 통해 물질이 이동한다.

ㄷ. 잎은 식물의 구성 단계에서 기관에 해당하며, 조직계가 모여 기관을 형성하므로 장미의 잎에는 3가지 조직계(표피 조직계, 관다발 조직계, 기본 조직계)가 모두 있다.

정답⑤

3. 효소

효소 E의 활성 부위에 결합하여 E의 작용을 저해하는 물질 ㉠은 경쟁적 저해제이다.

그림에서 Ⅱ는 I과 동일한 조건에서 경쟁적 저해제를 처리하였을 때이므로 Ⅱ는 (다)이고, I과 Ⅱ는 E의 농도가 동일하므로 I은 (나)이며, 따라서 Ⅲ은 (가)이다.

[정답맞히기] ㄱ. S₁일 때 초기 반응 속도는 (나)인 I에서가 50이고, (다)인 Ⅱ에서는 50보다 작은 값이므로 (나)에서가 (다)에서보다 빠르다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. 효소는 효소·기질 복합체를 형성하여 반응을 촉진하며, 기질 농도가 S₂일 때 반응 속도는 (나)인 I에서가 100이고, (가)인 Ⅲ에서가 50이다. 따라서 S₂일 때 효소·기질 복합체의 농도는 (나)에서가 (가)에서보다 높다.

ㄷ. E에 의한 반응에서 기질 농도와 상관없이 활성화 에너지는 일정하므로 (가)에서 E에 의한 반응의 활성화 에너지는 S₁일 때와 S₂일 때가 같다.

4. 세포막을 통한 이동

[정답맞히기] ㄴ. 구간 I에서 ㉠은 세포 밖 농도에 비해 세포 안 농도가 점점 더 커지고 있으므로 세포 밖에서 안으로 이동한다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. 시간에 따른 물질 ㉠의 세포 안팎의 농도 차이가 증가하였으므로 ㉠

의 이동 방식은 능동 수송이다.

- ㄷ. 폐포에서 모세 혈관으로 O_2 의 이동 방식은 단순 확산이므로 ㉠의 이동 방식과 다르다.

5. 광합성

[정답맞히기] ㄱ. 1분자당 $\frac{\text{탄소 수}}{\text{인산기수}}$ 는 3PG가 $\frac{3}{1}$ 이고, RuBP가 $\frac{5}{2}$ 이므로 ㉡은 3PG이고, ㉠은 RuBP이다.

- ㄷ. 캠빈 회로에서 3PG(㉡)가 RuBP(㉠)로 전환되는 과정인 3PG의 환원과 RuBP의 재생 단계에서 ATP가 사용된다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. (가)의 조건을 주었을 때 시간에 따른 RuBP(㉠)의 농도는 증가하고 3PG(㉡)의 농도는 감소하였으며, 이는 CO_2 농도 감소로 인해 RuBP의 소비량과 3PG의 생성량이 감소하였을 때 나타나는 현상이다. 빛을 차단하였을 때는 일시적으로 RuBP(㉠)의 농도가 감소하고 3PG(㉡)의 농도가 증가한다. 따라서 (가)는 ‘ CO_2 농도 감소’이다.

6. 원시 생명체의 진화

원시 생명체의 진화 과정에서 최초의 원핵생물 \rightarrow 최초의 광합성 세균 \rightarrow 최초의 산호 호흡 세균 \rightarrow 최초의 단세포 진핵생물 순으로 출현했다. A ~ C 중 A가 가장 나중에 출현하였으므로 A는 최초의 단세포 진핵생물이다. C는 빛에너지를 화학 에너지로 전환하므로 최초의 광합성 세균이고, B는 최초의 산소 호흡 세균이다.

[정답맞히기] ㄱ. A는 최초의 단세포 진핵생물이다.

정답 ①

[오답피하기] ㄴ. 최초의 산소 호흡 세균(B)는 원핵생물로 핵막을 갖지 않는다.

- ㄷ. 코아세르베이트는 오파린이 만든 탄수화물, 단백질, 핵산의 혼합물로부터 막에 둘러싸인 작은 액체 방울 형태의 유기물 복합체이므로 최초의 광합성 세균(C)에 해당하지 않는다.

7. 발효

과정 Ⅱ에서 1분자의 B가 1분자의 C로 전환되고, 과정 Ⅲ에서 1분자의 C가 2분자의 D로 전환되므로 B는 포도당, C는 과당 2인산이고, A와 D는 각각 아세트알데하이드와 에탄올 중 하나이다. 1분자의 피루브산이 1분자의 아세트알데하이드로 전환되는 과정에서 1분자의 CO_2 가 생성되고, 1분자의 피루브산이 1분자의 에탄올로 전환되는 과정에서 1분자의 CO_2 와 1분자의 NAD^+ 가 생성된다. 과정 I에서 생성되는 ㉠과 ㉡의 분자 수를 더한 값이 2이므로 A는 에탄올, D는 아세트알데하이드이다. 1분자의 과당 2인산(C)이 2분자의 아세트알데하이드(D)로 전환되는 과정 Ⅲ에서 4분자의 ATP, 2분자의 CO_2 가 생성되므로 ㉠은 CO_2 , ㉡은 ATP이다. 1분자의 피루브산이 1분자의 에탄올(A)로 전환되는 과정 I에서 1분자의 CO_2 와 1분자의 NAD^+ 가 생성되므로

⑦은 NAD⁺이다. 따라서 ⑧은 ADP이다.

[정답맞히기] ㄱ. ⑦은 NAD⁺이다.

- ㄴ. 1분자당 포도당(B)의 탄소 수는 6, 과당 2인산(C)의 탄소 수는 6, 아세트알데하이드의 탄소 수는 3이다. 따라서 1분자당 $\frac{C\text{의 탄소 수}}{B\text{의 탄소 수}+D\text{의 탄소 수}} = \frac{6}{6+2} = \frac{3}{4}$ 이다.
- ㄷ. 과정 Ⅲ에서 NADH가 생성되므로 탈수소 반응이 일어난다.

정답 ⑤

8. 벤슨의 실험

광합성은 빛이 필요한 단계(명반응)와 CO₂가 필요한 단계(탄소 고정 반응)로 구분되며, 명반응 산물인 ATP와 NADPH가 있어야 탄소 고정 반응이 일어나 포도당이 합성된다. 따라서 광합성 속도가 일시적으로 증가했다 감소하는 구간 Ⅲ에 ‘없음’으로 표기된 ⑦이 빛, ‘있음’으로 표기된 ⑧이 CO₂이다.

[정답맞히기] ㄱ. ⑦은 CO₂이다.

- ㄷ. 구간 Ⅱ에서 빛(⑦)이 있으므로 명반응이 일어난다. 따라서 구간 Ⅱ에서 (가)와 (나)가 모두 일어난다.

정답 ③

[오답피하기] ㄴ. 구간 Ⅱ에서 빛(⑦)이 있으므로 명반응이 일어난다. 따라서 H⁺이 스트로마에서 틸라코이드 내부로 능동 수송되어 틸라코이드 내부의 pH가 낮아진다. 구간 Ⅲ에서 빛(⑦)이 없으므로 H⁺이 스트로마에서 틸라코이드 내부로 능동 수송되지 않고 틸라코이드 내부에서 스트로마로 확산하고, 이로 인해 틸라코이드 내부의 pH가 높아진다. 따라서 틸라코이드 내부의 pH는 t₁일 때가 t₂일 때보다 낮다.

9. 줄기세포

[정답맞히기] ㄱ. 골수에서 세포를 추출하고 배양하여 (가)를 만들었으므로 (가)는 성체 줄기세포이고, 체세포에 역분화를 일으키는 유전자를 삽입하여 (나)를 만들었으므로 (나)는 유도 만능 줄기세포이다.

- ㄴ. 유도 만능 줄기세포(나)가 만들어지는 과정에서 역분화를 일으키는 유전자를 삽입했으므로 체세포의 역분화가 일어났다.

정답 ③

[오답피하기] ㄷ. (가)와 (나)는 모두 줄기세포이므로 분화가 완료된 세포가 아니다.

10. 산화적 인산화

물질 X는 미토콘드리아 내막에 있는 인지질을 통해 H⁺을 새어 나가게 하므로 전자 전달계가 멈추지 않고 O₂가 소모된다. 물질 Y는 ATP 합성 효소를 통한 H⁺의 이동을 차단하므로 전자 전달계가 멈추고, O₂가 소모되지 않는다. ⑦을 첨가한 후 남아 있는 O₂의 총량이 거의 변하지 않으므로 ⑦은 Y이고, ⑧을 첨가한 후 남아 있는 O₂의 총량이 빠르게 감소하므로 ⑧은 X이다.

[정답맞히기] ㄴ. 구간 Ⅱ에서보다 구간 Ⅰ에서 전자 전달계가 활발하게 일어나므로

단위 시간당 미토콘드리아의 전자 전달계를 통해 이동하는 전자의 수는 I에서가 II에 서보다 많다.

정답 ②

[오답피하기] ㄱ. ㉠은 Y, ㉡은 X이다.

ㄷ. 물질 Y(㉠)에 의해 미토콘드리아 내부에서 기질로 H⁺이 이동하지 못하지만 물질 X(㉡)에 의해 미토콘드리아 내막에 있는 인지질을 통해 미토콘드리아 내부에서 기질로 H⁺이 새어 나간다. 따라서 X(㉡)을 첨가하면 미토콘드리아 내막의 H⁺ 농도가 감소하고 기질의 H⁺ 농도가 증가한다. 따라서 미토콘드리아의

$\frac{\text{기질의 } \text{H}^+ \text{ 농도}}{\text{막 사이 공간의 } \text{H}^+ \text{ 농도}}$ II에서가 III에서 보다 작다.

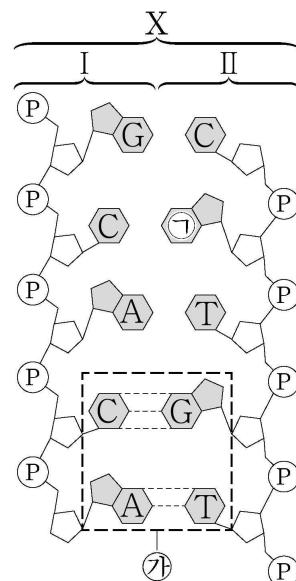
11. 이중 가닥 DNA의 구조와 전사

폴리뉴클레오타이드에서 인산기가 있는 한쪽 끝이 5' 말단이고, 5탄당의 수산기(-OH)가 노출된 다른 쪽 끝이 3' 말단이다. Y의 3' 말단 염기가 C이므로 Y는 I로부터 전사되었으며, II의 3' 말단 염기가 C이다. I에서 $\frac{A}{G}=2$ 이고, X에서 염기 간 수소 결합의 총개수는 13개이므로 I의 5' 말단에서 두 번째 염기는 C이고, X의 염기 구성은 그림과 같다.

[정답맞히기] ㄴ. Y는 I로부터 전사되었다. 정답 ②

[오답피하기] ㄱ. ㉠은 구아닌(G)이다.

ㄷ. Y는 I로부터 전사되었으므로 Y에서 유라실(U)의 개수는 2개이다.



12. 생명과학의 주요 성과

[정답맞히기] ㄱ. 파스퇴르는 백조목 플라스크를 이용한 실험을 통해 생물 속생설을 입증하였다.

ㄴ. 왓슨과 크릭은 DNA의 X선 회절 사진과 샤가프 법칙 등을 분석하여 DNA의 이중 나선 구조를 알아내었다.

ㄷ. 하비는 관찰과 실험을 통해 인체에서 혈액이 순환한다는 사실을 알아내었다.

정답 ⑤

13. 진화의 요인

[정답맞히기] ㄱ. 자연 선택(㉠)과 창시자 효과(㉡)은 모두 유전자풀의 변화 요인이다.

ㄷ. 창시자 효과(㉡)는 유전적 부동의 한 현상이다. 정답 ④

[오답피하기] ㄴ. 자연 선택(㉠)은 생존율과 번식률을 높이는데 유리한 형질을 가진 개체가 다른 개체보다 이 형질에 대한 대립유전자를 더 많이 남겨 집단의 유전자풀이 변하게 되는 현상이다. 따라서 자연 선택(㉠)은 환경 변화에 대한 개체의 적응 능력과

관계가 있다.

14. DNA 복제

Ⓐ와 Ⓛ를 구성하는 염기를 모두 합쳐서 구한 $\frac{C}{G}$ 의 값은 $\frac{1}{2}$ 이므로 Ⓡ에서 구한 $\frac{C}{G}$ 의 값은 2이다. Ⓡ의 염기 서열에서 C의 개수는 6개, G의 개수는 3개, Ⓢ의 개수는 6개, Ⓣ의 개수는 3개이다. 따라서 Ⓡ은 C이고, Ⓣ은 G이다. X와 Z는 서로 상보적이므로 X의 염기 서열은 5'-CGCC-3'이고, Z의 염기 서열은 3'-GCGG-5'이다. Ⓡ, Ⓢ, Ⓣ의 염기 서열은 다음과 같다.



[정답맞히기] ㄴ. X와 Y의 염기 서열은 5'-GCC-3'로 같다.

ㄷ. I 을 주형으로 Ⓡ가 합성되었으므로 I 의 염기 서열은 다음과 같다.



따라서 I 에서 $\frac{C}{A+T} = \frac{6}{4+4} = \frac{3}{4}$ 이다.

정답 ④

[오답피하기] ㄱ. Ⓢ가 Ⓡ보다 먼저 합성되었다.

15. 생물의 분류

[정답맞히기] ㄱ. 불가사리는 동물계에 속하므로 Ⓡ은 동물계이다. 정답 ①

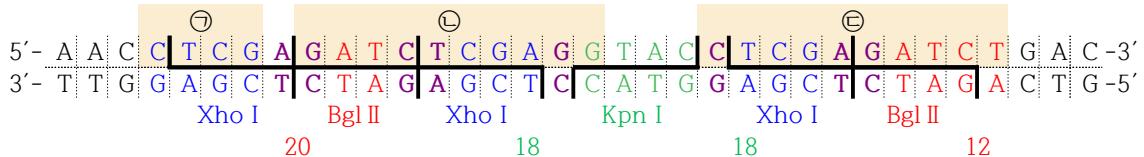
[오답피하기] ㄴ. 대장균에는 rRNA와 세포벽이 있으므로 Ⓢ는 2이고, 소나무에는 rRNA, 세포벽, 엽록소 a가 모두 있으므로 Ⓣ는 3이다. 따라서 Ⓢ + Ⓣ = 5이다.

ㄷ. 메테인 생성균은 고세균역에, 대장균은 세균역에 속한다.

16. DNA와 제한 효소

I 에서 생성된 DNA 조각 수가 3이므로 x에는 Bgl II 가 인식하는 염기 서열이 2군데 있고, II 에서 생성된 DNA 조각 수가 2이므로 x에는 Kpn I 이 인식하는 염기 서열이 1군데 있으며, III에서 생성된 DNA 조각 수가 4이므로 x에는 Xho I 이 인식하는 염기 서열이 3군데 있다. 제한 효소가 인식하는 염기 서열이 Ⓡ, Ⓢ, Ⓣ에 의해 가려져 있으므로 제시된 서열 중 각 제한 효소가 인식하는 서열 일부와 제한 효소를 처리했을 때 생성된 각 DNA 조각의 염기 수를 비교하여 x에 Bgl II , Kpn I , Xho I 의 절단 위치 및 IV에서 Bgl II 와 Kpn I 에 의해 절단되어 생성된 각 DNA 조각의 염기 수를

나타내면 그림과 같다.



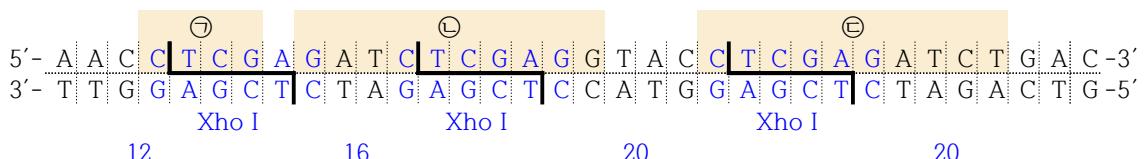
Bgl II 가 첨가된 I 에서는 염기 수가 20, 36, 12인 DNA 조각이 생성되므로 ④는 20이고, ⑤는 36이다.

[정답맞히기] ㄱ. ⑦의 5' 말단 염기는 사이토신(C)이다.

㉡. Bgl II를 첨가한 I에서 생성된 DNA 조각 중 염기 개수가 20(@)개인 조각을 나타내면 그림과 같으며, 이 조각에서 아데닌(A)의 개수는 5개이다.



[오답피하기] ⓒ. Ⅲ에서 Xho I에 의해 절단되어 생성된 각 DNA 조각의 염기 수를 나타내면 그림과 같으므로 염기 개수가 18개인 DNA 조각은 생성되지 않는다.



17. 진핵생물의 유전자 발현과 돌연변이

개시 코돈 5'-AUG-3'와 종결 코돈 5'-UAA-3', 5'-UAG-3', 5'-UGA-3'에 대해 전사 주형 가닥의 상보적 염기 서열은 각각 3'-TAC-5'와 3'-ATT-5', 3'-ATC-5', 3'-ACT-5'이다. 36개의 염기로 구성된 x 의 전사 주형 가닥에서 아미노산 8개로 구성된 X가 합성될 수 있는 개시 코돈과 종결 코돈의 위치를 찾아보면 I (가), II (나), ③(④)가 3' 말단인 경우만 가능하다. 이때 x 의 전사 주형 가닥에서 개시 코돈의 위치는 II (나)의 원쪽에서부터 3, 4, 5번째 염기인 3'(@)-TAC-5'이고, 종결 코돈의 위치는 I (가)의 왼쪽에서부터 8, 9, 10번째 염기인 5'-TCA-3'이다.

*x*에서 전사된 mRNA의 코돈 순서와 X의 아미노산 순서를 나타내면 표와 같다.

구분	순서												
x의 mRNA 코돈	AUG	CUG	AUC	⑦			U	ACG	CAU	GCG	UGA	CGU	AGC
				O	O	O							
X의 아미노산	메싸이오닌	류신	아이소류신	⑨	⑩	트레오닌	히스티딘	알라닌	종결코돈	-	-	-	-

*x*의 전사 주형 가닥에서 ⑦에 3개의 피리미딘 계열 염기와 2개의 퓨린 계열 염기가 있으므로 ⑦에서 전사된 mRNA에는 3개의 퓨린 계열 염기와 2개의 피리미딘 계열 염기가 있어야 한다. *X*의 ⑦와 ⑧는 각각 세린과 아스파트산 중 하나인데, 만약 ⑦가 아스파트산(GAU, GAC), ⑧가 세린(UCU, AGU)이라면 모순이다. ⑦가 세린(UCU, UCC, UCA, UCG, AGU, AGC), ⑧가 아스파트산(GAU)일 때 조건을 만족하는 것은 세린의 코

돈이 5'-UCG-3', 아스파트산의 코돈이 5'-GAU-3'인 경우이므로 표와 같이 확정할 수 있다.

구분	순서											
	⑦			ACG	CAU	GCG	UGA	CGU	AGC			
x의 mRNA 코돈	AUG	CUG	AUC	UCG	GA	U						
X의 아미노산	메싸이오닌	류신	아이소류신	세린	아스파트산	트레오닌	히스티딘	알라닌	종결코돈	-	-	-

x의 전사 주형 가닥에서 연속된 2개의 동일한 염기가 결실된 y에서 9개의 아미노산으로 구성된 Y가 합성되는 경우를 나타내면 표와 같다.

구분	순서									
	⑦			UAC	GCA	UGC	GUG	ACG	UAG	
y의 mRNA 코돈	AUG	CUG	AUC	UC(GG)A 결실						
Y의 아미노산	메싸이오닌	류신	아이소류신	세린	타이로신	알라닌	시스테인	발린	트레오닌	종결코돈

[정답맞히기] ㄴ. X의 세린을 암호화하는 코돈인 5'-UCG-3'의 3' 말단 염기는 구아닌(G)이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. ⑦는 3' 말단이다.

ㄷ. Y의 5번째 아미노산은 타이로신이다.

18. 동물의 분류

촉수담륜동물에 속하는 것은 편형동물, 연체동물, 환형동물이므로 A는 환형동물인 갯지렁이이다. 제시된 4가지 동물 중 척삭을 형성하는 것은 척삭동물인 창고기뿐이므로 C는 창고기이다. 자포동물에 속하는 해파리는 원구를 형성하지 않고, 환형동물에 속하는 갯지렁이는 원구가 입이 되는 선구동물이며, 극피동물에 속하는 해삼과 척삭동물에 속하는 창고기는 원구가 항문이 되는 후구동물이므로 B는 해삼이다. 따라서 D는 해파리이다.

[정답맞히기] ㄴ. 자포동물인 해파리(D)의 몸의 대칭성은 방사 대칭성이다.

ㄷ. 좌우 대칭 동물인 갯지렁이(A)와 창고기(C)는 모두 3배엽성이고 중배엽을 형성한다. 정답 ④

[오답피하기] ㄱ. B는 해삼이다.

19. 진핵생물에서의 전사 조절

전사 인자가 B와 C에만 결합하고 A에는 결합하지 않을 때 I ~ III이 모두 형성되지 않으므로 ⑦~⑨이 모두 'X'인 경우가 있어야 하며, 발현된 전사 인자가 X, Y인 경우가 이에 해당한다. 그러므로 ⑦는 'X'이고, Y는 C에 결합하며, 따라서 Z는 A에 결합한다. 발현된 전사 인자가 X, Z인 경우 (가)와 (나) 중 (가)만 발현되어 I ~ III 중 I만 형성되므로 ⑨은 I이다. 발현된 전사 인자가 Y, Z인 경우 (가)와 (나) 중 (나)만 발현되어 I ~ III 중 II만 형성되므로 ⑨은 II이다. 따라서 ⑨은 III이고, 발현된 전사 인자가 2가지일 때 (가)와 (나)가 모두 발현될 수는 없으므로 III이 형성되는 경우는 없다.

[정답맞히기] ㄱ. ②는 ‘×’이다.

ㄴ. Y는 C에 결합하고, Z는 A에 결합한다.

정답 ③

[오답피하기] ㄴ. ④은 I이다.

20. 하디·바인베르크 법칙

[정답맞히기] ⑤ 하디·바인베르크 평형이 유지되는 집단에서 A의 빈도를 p , a의 빈도를 q 라고 할 때, A를 가진 개체들(AA, Aa)을 합쳐서 구한 a의 빈도는

$$\frac{pq}{p^2 + 2pq} = \frac{q}{1+q}$$
 이다. 이때 I에서 $\frac{q_1}{1+q_1} = \frac{3}{8}$ 이므로 $p_1 = \frac{2}{5}$, $q_1 = \frac{3}{5}$ 이고, II에서

$$\frac{q_2}{1+q_2} = \frac{4}{9}$$
 이므로 $p_2 = \frac{1}{5}$, $q_2 = \frac{4}{5}$ 이다. 하디·바인베르크 평형이 유지되는 집단에서

B의 빈도를 x , b의 빈도를 y 라고 할 때, I에서 A의 빈도와 II에서 B의 빈도가 같으므로 $x_1 = \frac{2}{5}$, $y_2 = \frac{3}{5}$ 이다. 여기까지 알아낸 내용을 정리하여 나타내면 표와 같다.

구분	I			II		
대립유전자의 비율	$p_1 = \frac{2}{5}$, $q_1 = \frac{3}{5}$			$p_2 = \frac{1}{5}$, $q_2 = \frac{4}{5}$		
유전자형의 비율	AA $\frac{4}{25}$	Aa $\frac{12}{25}$	aa $\frac{9}{25}$	AA $\frac{1}{25}$	Aa $\frac{8}{25}$	aa $\frac{16}{25}$
대립유전자의 비율	$x_1 = ?$, $y_1 = ?$			$x_2 = \frac{2}{5}$, $y_2 = \frac{3}{5}$		
유전자형의 비율	BB x_1^2	Bb $2x_1 y_1$	bb y_1^2	BB $\frac{4}{25}$	Bb $\frac{12}{25}$	bb $\frac{9}{25}$

(가)와 (나)가 모두 우성 형질일 경우에는 I에서 (가)가 발현된 개체 수가 $(\frac{16}{25} \times I \text{의 개체 수})$, II에서 (나)가 발현된 개체 수가 $(\frac{16}{25} \times II \text{의 개체 수})$ 이고, (가)와 (나)가 모두 열성 형질일 경우에는 I에서 (가)가 발현된 개체 수가 $(\frac{9}{25} \times I \text{의 개체 수})$, II에서

(나)가 발현된 개체 수가 $(\frac{9}{25} \times II \text{의 개체 수})$ 이다. 이 때 $\frac{I \text{에서 (가)가 발현된 개체 수}}{II \text{에서 (나)가 발현된 개체 수}}$ 는

집단의 개체 수가 I이 $2N$, II가 $3N$ 일 때 $\frac{2}{3}$, I이 $3N$, II가 $2N$ 일 때 $\frac{3}{2}$ 이 되어 어떤 경

우에도 $\frac{3}{8}$ 이 될 수 없다. 만약 (가)가 우성 형질, (나)가 열성 형질이라면 I에서 (가)가

발현된 개체 수가 $(\frac{16}{25} \times I \text{의 개체 수})$, II에서 (나)가 발현된 개체 수가 $(\frac{9}{25} \times II \text{의 개체 수})$

이므로 $\frac{I \text{에서 (가)가 발현된 개체 수}}{II \text{에서 (나)가 발현된 개체 수}}$ 는 집단의 개체 수가 I이 $2N$, II가 $3N$ 일 때 $\frac{32}{27}$, I

이 $3N$, II가 $2N$ 일 때 $\frac{8}{3}$ 이 되어 이 또한 $\frac{3}{8}$ 이 될 수 없다. 따라서 (가)는 열성 형질,

(나)는 우성 형질이고, I에서 (가)가 발현된 개체 수가 $(\frac{9}{25} \times I \text{의 개체 수})$, II에서 (나)가

발현된 개체 수가 ($\frac{16}{25} \times II$ 의 개체 수)이므로 $\frac{I \text{에서 (가)가 발현된 개체 수}}{II \text{에서 (나)가 발현된 개체 수}}$ 는 집단의 개체 수가 I 이 $2N$, II가 $3N$ 일 때 $\frac{3}{8}$, I 이 $3N$, II가 $2N$ 일 때 $\frac{27}{32}$ 이 된다. 따라서 집단의 개체 수는 I 이 $2N$, II가 $3N$ 이다.

하디·바인베르크 평형이 유지되는 집단에서 $\frac{b\text{를 가진 개체 수}}{B\text{를 가진 개체 수}}$ 는 $\frac{2xy+y^2}{x^2+2xy} = \frac{1-x^2}{1-y^2}$ 이다. 이 때 I에서는 $\frac{1-x_1^2}{1-y_1^2} = \frac{7}{15}$ 이고 $y_1 = 1 - x_1$ 을 대입하면 $8x_1^2 + 14x_1 - 15 = 0$ $\rightarrow (4x_1 - 3)(2x_1 + 5) = 0$ 이다. 따라서 $x_1 = \frac{3}{4}$, $y_1 = \frac{1}{4}$ 이다. I에서 유전자형의 비율은 BB가 $\frac{9}{16}$, Bb가 $\frac{6}{16}$, bb가 $\frac{1}{16}$ 이고, (나)는 우성 형질이므로 I에서 (나)가 발현된 개체 수는 $(\frac{9}{16} + \frac{6}{16}) \times 2N = \frac{15}{8}N$ 이다. 정답⑤