

2022학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가
과학탐구영역 생명과학Ⅱ 정답 및 해설

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

1. 생명과학의 연구 성과

[정답맞히기] ㄱ. 생물 속생설 입증(가)(19세기)은 DNA 이중 나선 구조 규명(나)(1953년)보다 먼저 이룬 성과이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. DNA 이중 나선 구조 규명은 왓슨과 크릭이 이룬 성과이다.

ㄷ. DNA 증폭 기술인 중합 효소 연쇄 반응(PCR)의 발명(1983년)은 DNA 이중 나선 구조 규명(1953년)보다 나중에 이룬 성과이다.

2. 생물의 구성 체계

㉠은 조직, ㉡은 기관, ㉢은 조직계이다.

[정답맞히기] ㄱ. ㉠은 모양과 기능이 비슷한 세포들이 모인 조직이다.

ㄴ. 생쥐(동물)에서는 기관(㉡)이 모여 기관계를 이룬다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. 식물의 구성 단계에서 꽃은 기관에 해당한다.

3. 세포막을 통한 물질의 이동

A(Ⅱ)는 단순 확산, B(Ⅰ)는 능동 수송이다.

[정답맞히기] ㄱ. 능동 수송(B)으로 물질이 세포막을 통해 이동할 때 에너지가 사용된다.

ㄷ. 폐포에서 모세 혈관으로의 O_2 의 이동은 단순 확산(A, Ⅱ)의 예이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. Na^+-K^+ 펌프를 통한 Na^+ 의 이동은 능동 수송의 예이므로 Ⅰ은 B이다.

4. 식물 세포의 구조

A는 리보솜, B는 엽록체이다.

[정답맞히기] ㄱ. A는 단백질을 합성하는 리보솜이다.

ㄷ. 리보솜(A)은 rRNA와 단백질로 구성되며, 엽록체(B)에는 자체 DNA, RNA, 리보솜 등이 있으므로 A와 B에는 모두 RNA가 있다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. 대장균(원핵생물)에는 엽록체와 같이 막 구조를 가지는 세포 소기관이 없다.

5. 효소에 의한 반응

기질인 A의 농도가 높을수록 생성물인 B의 농도가 높으므로 ㉠은 Ⅲ, ㉡은 Ⅱ, ㉢은 Ⅰ의 결과이다.

[정답맞히기] ㄴ. X에 의한 반응에서 B의 농도가 높을수록 A의 농도는 낮으므로 ㉡에

서 B의 농도가 t_2 일 때보다 낮은 t_1 일 때 A의 농도가 더 높다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. ⑦은 B의 농도가 ⑥과 ⑧보다 높으므로 Ⅲ의 결과이다.

ㄷ. 활성화 에너지의 크기는 A와 B의 농도에 영향을 받지 않으므로 t_1 일 때와 t_2 일 때가 같다.

6. 캘빈 회로

[정답맞히기] ㄱ. B와 C의 1분자당 탄소 수의 비가 5:3이므로 B는 RuBP이다. B에서 C가 형성되므로 C는 3PG, A는 PGAL이다. PAGL 1분자에는 탄소가 3개 있으며, 인산기는 1개 있다. RuBP에는 2개의 인산기가 있다. 따라서 ⑦은 3, ⑥은 1, ⑧은 2이다.

ㄷ. C(3PG)가 A(PGAL)로 전환될 때 환원 반응이 일어나며 이때 NADPH가 수소를 제공하고 NADP⁺로 산화된다.

정답④

[오답피하기] ㄴ. B는 1분자당 탄소 수가 5인 RuBP이다.

7. 미토콘드리아와 엽록체

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 TCA 회로가 있는 미토콘드리아이다. 미토콘드리아는 넓은 내막이 여러 번 휘어져 있는 크리스탈을 갖는다.

ㄴ. 순환적 광인산화(순환적 전자 흐름)에는 광계 I이 관여한다.

ㄷ. (가)의 내막과 (나)의 틸라코이드 막에는 모두 전자 전달계가 있고, 이 전자 전달계에서 일어나는 전자 흐름으로 H⁺의 능동 수송이 일어난다. H⁺의 발생한 H⁺의 농도 차로 인해 화학 삼투가 일어나며 화학 삼투는 인산화를 통한 ATP 생성에 필요한 에너지를 제공한다. 따라서 (가)와 (나)에서 모두 화학 삼투에 의한 인산화가 일어난다.

정답⑤

8. DNA의 구조

[정답맞히기] ㄴ. X에는 AT쌍 18개와 GC쌍 12개가 있으므로 수소 결합 막대는 $18 \times 2 + 12 \times 3 = 72$ 개가 있다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. 아데닌(A)의 개수가 18개이므로 타이민(T)이 20개가 있더라도 18개만 사용할 수 있다. 마찬가지로 구아닌(G)의 개수가 12개이므로 사이토신(C)의 개수가 15개라도 12개만 사용할 수 있다. 따라서 X의 염기쌍 수는 30이고, X는 뉴클레오타이드 60개로 구성된다.

ㄷ. 뉴클레오타이드 1개당 1개의 인산이 포함되어 있으므로 X에는 60개의 인산 부품이 사용되었다.

9. 동물계

A~D 중 탈피를 하는 동물은 거미, 척삭을 갖는 동물은 창고기, 배엽을 형성하는 동물은 거미, 말미잘, 오징어, 창고기, 원구가 항문이 되는 동물은 창고기, 몸의 대칭성

이 좌우 대칭성인 동물은 거미, 오징어, 창고기이다. 따라서 거미가 갖는 특징 개수는 3, 말미잘이 갖는 특징 개수는 1, 오징어가 갖는 특징 개수는 2, 창고기가 갖는 특징 개수는 4이다. 따라서 A는 창고기, B는 거미, C는 오징어, D는 말미잘이다.

[정답맞히기] ㄴ. B는 외골격을 갖는 절지동물 거미이다

ㄷ. 편형 동물, 환형동물, 오징어가 속하는 연체동물은 모두 촉수담륜동물에 속한다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. ④는 창고기가 갖는 특징 개수로 4이다.

10. 알코올 발효

[정답맞히기] ㄴ. 알코올 발효에서는 NADH가 NAD^+ 로 전환되는 탈수소 반응이 일어나므로 Ⅱ의 구간 a에서 탈수소 반응이 일어난다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 알코올 발효의 결과 CO_2 가 많이 발생하려면 효모가 대사할 포도당의 양이 많아야 한다. I과 Ⅱ에는 20g의 포도당을 첨가하였고, Ⅲ에는 10g의 포도당을 첨가하였으므로 CO_2 생성량이 적은 ④이 Ⅲ이고, ⑦이 I이다.

ㄷ. 단위 시간당 생성되는 아세트알데하이드의 양은 단위 시간당 생성되는 CO_2 의 양에 비례한다. 그러므로 ④에서 단위 시간당 생성되는 아세트알데하이드의 양은 구간 a에서가 구간 b에서보다 많다.

11. 전사 인자

[정답맞히기] ㄱ. I에서 z가 전사되지 않았으므로 I에는 b와 c가 모두 발현되지 않았다. b와 c가 발현되지 않고도 전사되는 (가)는 a와 d가 발현되었을 때 전사되는 y이다. Ⅲ과 Ⅳ에서는 모두 y가 전사되었으므로 a가 각각 발현되었고, b와 d 중 하나는 적어도 발현되었다. a와 b만 발현되면 y와 z는 전사되고 w와 x는 전사되지 않으므로 Ⅲ에서는 a와 b만 발현되었다. Ⅳ에서 y와 z가 전사되고, w와 x 중 하나만 전사되려면 a, b, d가 발현되어야하며, 이때 전사되는 유전자는 w와 x 중 w이다. 따라서 (나)는 w이고, (다)는 x이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. Ⅱ에서 x가 전사되었으므로 a와 c가 발현되었다. y는 전사되지 않았으므로 b와 d는 발현되지 않았다. 따라서 w는 전사되지 않았으며 ④는 'x'이다.

ㄷ. Ⅲ에서는 a와 b가, Ⅳ에서는 a, b, d가 발현되었다.

12. 줄기세포

[정답맞히기] ㄷ. (가)에서는 난자의 핵을 제거하여 무핵 난자를 만들고, 이 무핵 난자에 체세포의 핵을 넣는 핵치환 기술이 사용되었다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 역분화를 일으키는 유전자를 삽입하여 만든 I이 유도 만능 줄기세포(역분화 줄기세포)이고, 배반포의 내세포 덩어리를 이용해 만든 Ⅱ가 배아 줄기세포이다.

ㄴ. Ⅱ에 있는 모든 유전자 중 핵에 있는 유전자는 A의 체세포에 있는 핵의 유전자와

염기 서열이 동일하고, Ⅱ에 있는 유전자 중 미토콘드리아에 있는 유전자는 B의 체세포의 미토콘드리아에 있는 유전자와 염기 서열이 동일하다.

13. 원시 생명체의 진화

[정답맞히기] ㄱ. B는 최초의 단세포 진핵생물이 출현한 이후에 출현한 최초의 다세포 진핵생물이다. A는 C보다 먼저 출현하였으므로 A는 최초의 광합성 세균, C는 최초의 산소 호흡 세균이다. 광합성 세균은 빛에너지를 화학 에너지로 전환한다.

ㄴ. C는 최초의 산소 호흡 세균이다.

정답④

[오답피하기] ㄷ. B는 핵막을 갖는 진핵생물이고, C는 핵막을 갖지 않는 원핵생물이다.

14. 종분화

[정답맞히기] ㄴ. A와 B는 서로 다른 생물학적 종이므로 생식적으로 격리되어 있다.

ㄷ. A로부터 새로운 종인 B가 분화하는 과정에서는 돌연변이를 비롯한 여러 가지 진화의 요인이 작용한다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. A와 B는 서로 다른 생물학적 종이므로 두 종의 유전자 풀은 서로 다르다.

15. 세포 호흡

[정답맞히기] ㄱ. X는 미토콘드리아 내막에 있는 인지질을 통해 H^+ 을 새어나가게 하므로 X를 처리한 미토콘드리아에서는 ATP 합성은 중단되지만 전자 전달계를 통한 전자 전달은 계속 이루어져 O_2 가 소비된다. Y는 ATP 합성 효소를 통한 H^+ 의 이동을 차단하므로 ATP의 합성도 중단되고 전자 전달계를 통한 전자 전달도 중단되어 O_2 소비도 중단된다. 따라서 ㉠은 Y, ㉡은 X이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. ㉠은 ATP 합성 효소를 통한 H^+ 의 이동을 차단하는 Y이므로 구간 I에서 H^+ 의 농도는 막 사이 공간에서가 미토콘드리아 기질에서보다 높다.

ㄷ. Y(㉠)를 처리하면 전자 전달계를 통한 전자 전달이 중단되고, X(㉡)를 처리하면 전자 전달계를 통한 전자 전달이 이루어지므로 단위 시간당 전자 전달계를 통해 이동하는 전자의 수는 구간 Ⅱ에서가 구간 I에서보다 많다.

16. 하디 · 바인베르크 법칙

I에서 A와 A^* 의 빈도를 각각 p_1 과 q_1 라고 하고, Ⅱ에서 B와 B^* 의 빈도를 각각 p_2 와 q_2 라고 하자. I과 Ⅱ는 모두 하디 · 바인베르크 평형이 유지되는 집단으로 $p_1 + q_1 = p_2 + q_2 = 1$ 이다. I에서 검은색 몸 개체 수는 유전자형이 AA^* 인 개체 수의 3 배이므로 A^* 이 A에 대해 완전 우성(①)이라면 I에서 $p_1^2 = 3 \times 2p_1q_1$ 이며, 이를 이용하여 p_1 과 q_1 을 구하면 $p_1 = \frac{6}{7}$, $q_1 = \frac{1}{7}$ 이다. A가 A^* 에 대해 완전 우성(②)이라면 I에

서 $p_1^2 + 2p_1q_1 = 3 \times 2p_1q_1$ 이고, 이를 이용하여 p_1 과 q_1 을 구하면 $p_1 = \frac{4}{5}$, $q_1 = \frac{1}{5}$ 이다.

①일 때, B가 B^* 에 대해 완전 우성이라면 $\frac{13}{49} \times 9 = p_2^2 + 2p_2q_2 = 1 - q_2^2$ 이고, $q_2^2 < 0$ 이므로 모순이다. B^* 가 B에 대해 완전 우성이라면 $\frac{13}{49} \times 9 = p_2^2$ 이고, $p_2 > 1$ 이므로 모순이다.

②일 때, B가 B^* 에 대해 완전 우성이라면 $\frac{1}{25} \times 9 = p_2^2 + 2p_2q_2 = 1 - q_2^2$ 이므로 II에서

서 $p_2 = \frac{1}{5}$, $q_2 = \frac{4}{5}$ 이며, B^* 이 B에 대해 완전 우성이라면 $\frac{1}{25} \times 9 = p_2^2$ 이므로 II에서 $p_2 = \frac{3}{5}$, $q_2 = \frac{2}{5}$ 이다. II에서 B의 빈도가 B^* 의 빈도보다 크므로 A는 A^* 에 대해, B^* 은 B에 대해 완전 우성이다.

[정답맞히기] ㄱ. 검은색 몸 대립유전자 A가 회색 몸 대립유전자 A^* 에 대해 완전 우성으로 유전자형이 AA^* 인 개체의 몸 색은 검은색이다.

ㄷ. II에서 $\frac{q_2^2}{q_2^2 + 2p_2q_2} = \frac{q_2}{1 + p_2} = \frac{2}{8} = \frac{1}{4}$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. I에서 A를 가진 개체들을 합쳐서 구한 A의 빈도와 A^* 을 가진 개체들을 합쳐서 구한 A^* 의 빈도는 각각 $\frac{2p_1^2 + 2p_1q_1}{(p_1^2 + 2p_1q_1) \times 2} = \frac{5}{6}$ 와 $\frac{2q_1^2 + 2p_1q_1}{(q_1^2 + 2p_1q_1) \times 2} = \frac{5}{9}$ 이므로 구하고자 하는 값은 $\frac{3}{2}$ 이다.

17. 유전자풀의 변화 요인

(가)는 자연 선택, (나)는 유전적 부동이다.

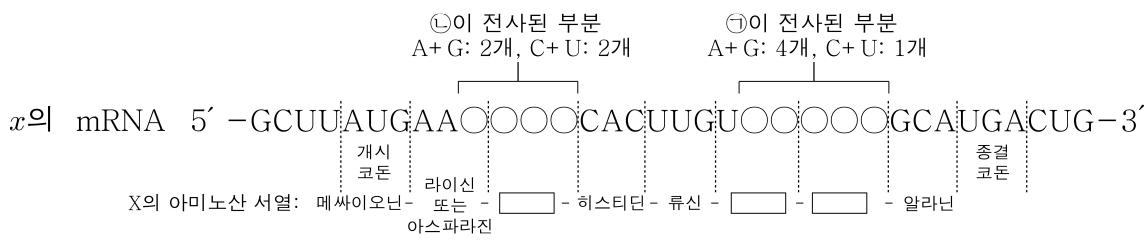
[정답맞히기] ㄱ. 특정 대립유전자를 가진 개체가 생존과 번식에 유리하여 집단의 유전자풀이 달라지는 현상은 자연 선택(가)이다.

ㄴ. 창시자 효과(④)는 원래의 집단에서 일부 개체들이 모여 새로운 집단을 형성할 때 나타나는 현상이다.

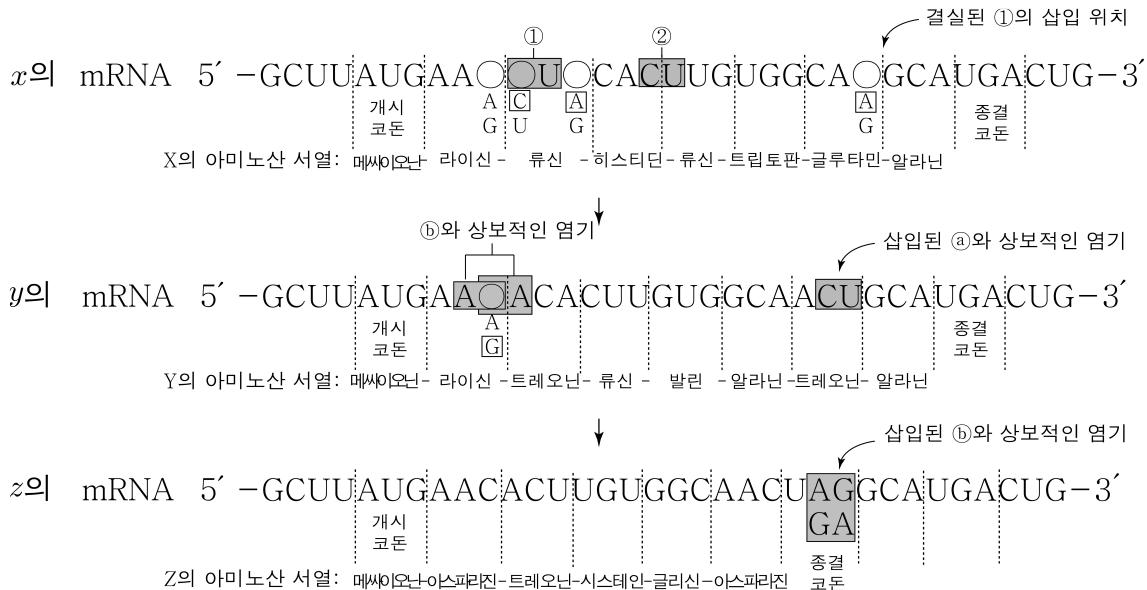
ㄷ. 자연 선택(가)과 유전적 부동(나)은 모두 유전자풀의 변화 요인이다. 정답⑤

18. 유전자의 발현

x 의 DNA 이중 가닥 중 전사 주형 가닥으로부터 합성된 x 의 mRNA 염기 서열과 X를 구성하는 아미노산 서열은 다음과 같다.



⑦이 전사된 부분에 류신을 암호화하는 코돈이 있다면 C 또는 U의 개수가 되어 모순이므로 ⑦이 전사된 부분에 류신, ⑦이 전사된 부분에 트립토판과 글루타민의 코돈이 있다. 따라서 x 의 mRNA에서 5' 말단으로부터 12번째 염기는 U, 21번째 염기와 22번째 염기는 G, 23번째 염기는 C, 24번째 염기는 A이다. Y는 2개의 트레오닌(ACU, ACC, ACA, ACG)을 가지므로 y 의 mRNA에 있는 코돈 중 5' 말단에 A가 있는 코돈이 최소 2개 있어야 한다. 따라서 결실된 ⑧와 상보적인 염기가 있는 부분은 아래 그림에서 x 의 mRNA의 ①과 ② 중 ①에 해당하며, ①은 x 의 mRNA 3' 말단으로부터 9번째 염기 G와 10번째 염기 A 사이에 삽입되어야 한다. Z가 6개의 아미노산으로 구성되므로 z 의 mRNA에서 7번째 코돈은 종결 코돈이다. 7번째 코돈이 종결 코돈이 되려면 ⑨와 상보적인 y 의 mRNA의 5' 말단으로부터 9번째와 10번째 염기(5'-AG-3') 또는 10번째 염기와 11번째 염기(5'-GA-3')가 결실되고, y 의 mRNA의 5' 말단으로부터 25번째 U와 26번째 G 사이에 5'-AG-3' 또는 5'-GA-3'가 삽입되어야 한다. 이 과정을 그림으로 나타내면 다음과 같다.



[정답맞히기] ㄴ. Z의 아미노산 서열은 메싸이오닌 - 아스파라진 - 트레오닌 - 시스테인 - 글리신 - 아스파라진이므로 Z에 2개 있는 ④는 아스파라진이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. ⑦를 암호화하는 코돈의 5' 말단 염기는 각각 C과 U이다.
ㄷ. ⑦의 염기 서열은 5'-TAGC-3'이므로 3' 말단 염기는 사이토신(C)이다.

19. 혹스(호미오) 유전자

혹스(호미오) 유전자는 배아에서 몸의 각 체절에 만들어질 기관을 결정하는 핵심 조절 유전자들이다.

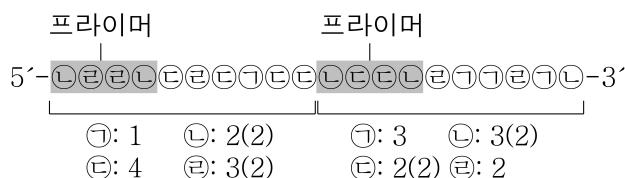
- [정답맞히기] ㄱ. *Antp* 유전자는 가슴 체절에서 발현되는 핵심 조절 유전자이다. *Antp* 유전자가 암호화하는 *Antp* 단백질은 전사 인자이다.

ㄴ. 초파리 배아의 각 체절을 구성하는 세포는 유전자 구성이 같으므로 초파리 배아에서 머리 체절 부위의 세포에는 ⑩가 있다.

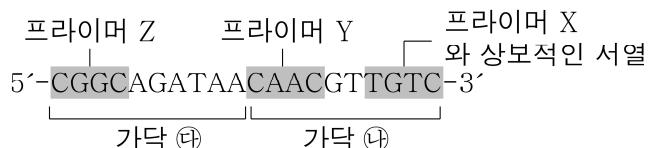
ㄷ. 흑스 유전자는 각 체절에서 형성되는 기관을 결정하는 데 관여한다. 정답⑤

20. DNA 복제

제시된 가닥 I의 3' 말단에 위치한 연속된 4개의 염기가 3종류(㉠, ㉡, ㉢)이므로 I로부터 가닥 ㉠가 합성되고, II로부터 가닥 ㉡와 ㉢가 합성되었다. I의 염기 서열과 ㉡와 ㉢의 염기 서열은 U과 T의 차이를 제외하고 동일하며, ㉡와 ㉢는 각각 10개의 염기로 구성되므로 제시된 I의 염기 서열에 프라이머 위치와 각 가닥의 ㉠~㉢의 수를 나타내면 그림과 같다. (괄호는 프라이머에 있는 해당 염기의 수를 나타낸 것이다.)



I에서 $\frac{G+C}{A+T} = 1$ 이고, ㉠이 4개, ㉡이 5개, ㉢이 6개, ㉣이 5개이므로 ㉠과 ㉢, ㉡과 ㉣은 각각 서로 상보적으로 결합하는 염기이며, ㉤에서 ㉠과 ㉡의 수가 같으므로 그림에서 오른쪽 가닥이 ㉥, 왼쪽 가닥이 ㉦이다. ㉧에서 ㉩이 C이라면 ㉪이 T이다. 그런데 프라이머에서는 T이 아닌 U이 있으므로 C의 수가 T의 수의 2배가 되지 않는다. 따라서 ㉡이 C, ㉠이 T이고, ㉩이 A, ㉪이 G이다. 이를 바탕으로 Ⅱ를 주형 가닥으로 사용하여 합성된 가닥 ㉧와 ㉨의 염기 서열은 그림과 같다.



- [정답맞히기] ㄴ. 피리미딘 계열 염기(C, T, U)의 개수는 ④에서 6개, ⑤에서 3개이다.

- ㄷ. 프라이머에 있는 구아닌(G)의 개수는 Z(2개) > X(1개) > Y(0개)이다. 정답⑤

- [오답피하기] ㄱ. 지역 가닥에서 3' 말단 방향 쪽에 위치하는 가닥이 5' 말단 방향 쪽에 위치하는 가닥보다 먼저 합성된 가닥이므로 ④가 ⑤보다 먼저 합성되었다.