

2018학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가
과학탐구영역 생명과학II 정답 및 해설

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

1. 대장균과 간세포의 구조

[정답맞히기] ㄴ. 사람의 간세포는 진핵세포이므로 핵막이 있다.

ㄷ. RNA는 DNA를 주형으로 하는 전사 과정을 통해 만들어지며, mRNA, tRNA, rRNA 등이 있다. 대장균과 사람의 간세포에는 모두 DNA가 있고 전사 과정을 통해 RNA가 만들어진다. 또한 대장균과 사람의 간세포에는 rRNA가 포함되어 있는 리보솜이 있다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. 대장균은 세균이므로 골지체와 같은 막을 갖는 소기관이 없다.

2. 효소 반응에서 여러 가지 물질의 농도 변화

㉞은 기질, ㉟은 효소, ㊱은 효소-기질 복합체이다.

[정답맞히기] ㄴ. 효소-기질 복합체의 농도가 높고 반응물의 농도 변화가 빠를수록 반응 속도는 빠르다. 따라서 반응 속도는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 빠르다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 시간에 따른 효소 농도와 효소-기질 복합체의 농도의 합은 일정하며, 시간 0일 때는 효소-기질 복합체의 농도가 0이므로, ㉟은 효소-기질 복합체이다.
 ㄷ. 효소 반응의 활성화 에너지는 온도, pH의 영향은 받지만 기질 농도나 효소 농도의 영향은 받지 않는다. 효소 반응의 활성화 에너지는 t_1 일 때와 t_2 일 때가 같다. t_1 일 때보다 t_2 일 때의 반응 속도가 느린 이유는 기질 농도가 낮기 때문이다.

3. 밀러의 실험

[정답맞히기] ㄱ. (가)의 혼합 기체에는 수소(H_2), 수증기(H_2O), 메테인(CH_4), 암모니아(NH_3)가 들어 있다.

ㄷ. A는 혼합 기체의 성분인 암모니아(NH_3)이고, B는 전기 방전에 의해 효소 없이 합성된 아미노산이다. **정답④**

[오답피하기] ㄴ. 밀러의 실험 결과 U자관에서는 아미노산, 당, 유기산 등의 간단한 유기물이 발견되고, 폴리펩타이드나 폴리뉴클레오타이드같은 복잡한 유기물은 발견되지 않는다. 코아세르베이트는 복잡한 유기물이 집합되어 만들어지는 유기물 복합체의 한 종류이며, 밀러의 실험에서는 발견되지 않는다.

4. 세포의 연구 방법

(가)는 세포(조직) 배양법, (나)는 세포 분획법, (다)는 자기 방사법이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 세포(조직) 배양법이므로 (가)를 이용하여 세포를 증식시킬 수

있다.

ㄴ. (나)는 세포 분획법이므로 (나)를 이용하여 식물 세포로부터 엽록체를 분리할 수 있다.

ㄷ. (다)는 방사성 동위 원소를 이용하여 세포내 물질의 위치 확인, 물질의 이동 경로 추적, 물질 대사의 경로 추적 등에 이용될 수 있는 자기 방사법이다. **정답⑤**

5. 알코올 발효

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 해당 과정이며 이 과정에서 인산기 전이 반응에 의해 ATP가 합성되는 기질 수준 인산화가 일어난다.

ㄴ. (나)는 3탄소 화합물인 피루브산이 2탄소 화합물인 아세트알데하이드로 전환되는 과정이며, 이 과정에서 CO_2 가 발생하는 탈탄산 반응이 일어난다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. (다)에서는 NADH가 NAD^+ 로 산화되고, 아세트알데하이드는 에탄올로 환원된다.

6. 캘빈 회로

표에서 $\text{X} \sim \text{Z}$ 가 ^{14}C 를 함유하는 순서는 $\text{Y} \rightarrow \text{Z} \rightarrow \text{X}$ 이다. 따라서 Y는 3PG, Z는 G3P, X는 RuBP이다.

[정답맞히기] ㄱ. 1분자당 탄소 수는 Y(3PG)와 Z(G3P) 모두 3이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 과정 ⑦은 Z(G3P)가 X(RuBP)로 전환되는 과정이므로 NADPH의 산화는 일어나지 않고, ATP의 소비가 일어난다.

ㄷ. 5초일 때 나타난 Y는 ^{14}C 를 함유하지 않는 5탄소 화합물인 RuBP와 $^{14}\text{CO}_2$ 가 반응하여 만들어진 3탄소 화합물이다. 따라서 5초일 때는 Y(3PG)의 3개의 탄소 중 1개만 ^{14}C 이다.

7. $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프

$\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프는 세포 내부로 K^+ 를 능동 수송하고 세포 외부로 Na^+ 를 능동 수송한다. (라)에서 A의 리포솜 내부는 K^+ 가 변화 없으므로 Na^+ 도 변화 없고, B의 리포솜 내부는 Na^+ 가 증가했으므로 K^+ 는 감소한다.

[정답맞히기] ㄴ. $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프는 Na^+ 와 K^+ 의 능동 수송에 관여하는 운반체 단백질이다.

ㄷ. (라)의 B에서 능동 수송이 일어날 때 ATP가 ADP와 무기인산(P_i)으로 분해되면서 에너지원으로 이용된다. 따라서 B의 리포솜 외부 수용액에 ADP가 생성되었다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. ⑦은 '변화 없음'이다.

8. 페렘 쌍구균을 이용한 형질 전환 실험

I 과 II 중 II에서만 R형균이 S형균으로 형질 전환되었으므로 I 과 II에 첨가한 A는

유전 물질인 DNA이고 ㉠은 단백질 분해 효소이다. 따라서 B는 단백질이고, ㉡은 DNA 분해 효소이다.

[정답맞히기] ㄱ. A는 DNA이므로 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N), 인(P)을 포함한다.
 ㄴ. 형질 전환이 일어나기 위해서는 유전 물질인 DNA가 있어야 하는데, Ⅲ과 Ⅳ에 첨가한 B는 단백질이므로 Ⅲ과 Ⅳ에서는 R형균이 S형균으로 형질 전환되지 않는다.
 따라서 ㉢와 ㉣는 모두 R형균이다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. ㉡은 DNA 분해 효소이고, ㉠은 단백질 분해 효소이다.

9. 광합성 색소의 분리 실험

㉤는 ㉥보다 전개율이 크므로 엽록소 a이고 ㉥는 엽록소 b이다. 순환적 광인산화 과정에서 H^+ 이 능동 수송되는 방향이 ㉦→㉧이므로, ㉧은 틸라코이드 내부이고 ㉦은 스트로마이다.

[정답맞히기] ㄱ. A는 광계 I이며 반응 중심 색소는 엽록소 a인 ㉤이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. (나)의 순환적 광인산화에서는 O_2 가 발생하지 않는다. O_2 는 비순환적 광인산화에서 H_2O 의 광분해가 일어날 때 발생한다.

ㄴ. 암반응은 ㉧(틸라코이드 내부)이 아니라 ㉦(스트로마)에서 일어난다.

10. 유전자 풀의 변화 요인

[정답맞히기] ㄱ. 창시자 효과는 병목 효과와 함께 유전적 부동의 한 현상이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 환경 변화에 대한 개체의 적응 능력의 차이는 자연선택에 중요하게 작용한다. 환경 변화에 대한 적응 능력이 큰 개체가 생존에 유리하기 때문에, 세대가 반복됨에 따라서 적응에 유리한 형질을 가진 개체의 빈도가 높아지는 방향으로 자연선택이 일어난다.

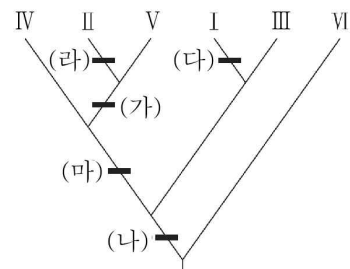
ㄴ. 환경 변화에 의해 소수의 개체만이 살아남아 그 집단의 대립 유전자 빈도가 변하는 것은 병목 효과이다. 유전자 흐름(이동)은 어떤 개체군에서 일부 개체가 외부로 이출하거나 외부에서 일부 개체가 이입되어 그 개체군의 대립 유전자 빈도가 변하는 것이다.

11. 계통수

2개의 과는 VI이 속하는 과와 I~V가 속하는 과로 구분되며, 이것은 특징 (나)에 의해 결정된다. 따라서 ㉡은 (나)이다. 3개의 속 중 하나는 과가 다른 VI 하나가 속하는 속이고, 하나는 I이 속하는 속이며, 나머지 하나는 A(IV)과 I과 V가 속하는 속이다.

I~VI를 두 개의 속으로 구분하는 특징 ㉢은 (마)이다. ㉢은 I과 III을 구분하는 특징인 (다)이고, ㉣은 II와 V를 A(IV)와 구분하는 특징인 (가)이며, ㉤은 (라)이다.

[정답맞히기] ㄴ. ㉢은 II와 V를 A(IV)와 구분하는 특징인 (가)이다. **정답②**



[오답피하기] ㄱ. A는 ㉔, 즉 (마)가 있는 II, IV, V 중 ㉔, 즉 (가)가 없는 IV이다.
 ㄷ. I은 III과 같은 속에 속하고, II은 IV, V와 같은 속에 속한다.

12. 미토콘드리아의 ATP 합성

A에 ADP를 첨가함에 따라 전자 전달계에서 O_2 가 소모되고 ATP가 합성되었으며, B에 ADP와 물질 X를 첨가함에 따라 전자 전달계에서 O_2 소모가 A보다 많이 일어나고 ATP는 합성되지 않았으므로, O_2 소모가 일어나는 동안 내막을 경계로 한 H^+ 의 농도 차는 A가 B보다 크다.

[정답맞히기] ㄴ. 세포 호흡에 의해 생성되는 는 전자 전달계에서 O_2 가 환원되어 생성되는 것이다. 그러므로 B에서 세포 호흡에 의해 생성되는 H_2O 의 분자수는 O_2 농도가 빠르게 변하는 II에서가 O_2 농도가 느리게 변하는 I에서보다 많다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. A에서 단위 시간당 전자 전달계를 통해 이동하는 전자의 수는 O_2 농도가 느리게 변하는 I에서가 O_2 농도가 빠르게 변하는 II에서보다 적다.

ㄷ. $\frac{\text{기질의 pH}}{\text{막 사이 공간의 pH}}$ 는 기질의 H^+ 농도가 낮고 막 사이 공간의 H^+ 농도가 높을 수록 크다. 그러므로 구간 II에서 미토콘드리아의 $\frac{\text{기질의 pH}}{\text{막 사이 공간의 pH}}$ 는 내막을 경계로 한 H^+ 의 농도 차가 작아서 ATP 합성이 안되는 B에서가 내막을 경계로 한 H^+ 의 농도 차가 커서 ATP 합성이 되는 A에서보다 작다.

13. 1유전자 1효소설

최소 배지에 ㉔이 첨가되면 I~III이 모두 생장하므로 ㉔은 아르지닌이다. 최소 배지에 ㉕이 첨가되면 II와 III이 생장하므로 ㉕은 시트룰린이다. ㉖은 오르니틴이다.

[정답맞히기] ㄴ. 최소 배지에 ㉔이 첨가되면 I~III이 모두 생장하므로 ㉔은 아르지닌이다.

ㄷ. IV는 최소 배지에 ㉕(시트룰린)이 첨가되면 생장하므로 c에는 돌연변이가 일어나지 않았다. IV는 최소 배지에 ㉔(오르니틴)이 첨가되면 생장 못하므로 b에 돌연변이가 일어난 것이다. 그러므로 IV에서 돌연변이가 일어난 유전자는 a~c 중 a와 b이다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. 효소 B는 오르니틴이 시트룰린으로 전환되는 과정에 관여한다. 따라서 효소 B의 기질은 오르니틴인 ㉔이다.

14. DNA의 복제와 염기 조성

(나)에서 복제되지 않은 부분은 X의 염기 개수의 40%이므로 복제된 부분은 X의 60%에 해당하는 영역이다. 그러므로 (나)의 전체 염기 개수는 X의 염기 개수의 1600% ($2 \times 60\% + 40\%$), 즉 1.6배이다. 따라서, X에서 염기의 개수는 1000개이다.

[정답맞히기] ㄱ. ㉔이 결합되어 있는 2중 나선 DNA 부분과 ㉕ 부분을 연결한 것은 X와 같다. ㉔에서 G+C 함량은 40%이므로 600개의 염기로 구성되어 있는 ㉔이 결합되어 있는 2중 나선 DNA 부분에서 G+C 함량은 40%이므로 G+C는 $600 \times 0.4 = 240$ 개이다. 400개의 염기로 구성되어 있는 ㉕의 G+C 함량은 60%이므로 G+C는 $400 \times 0.6 = 240$ 개이다. 따라서 (가)에서 G+C는 480이고, A+T는 520이고, (가)에서 $\frac{A+T}{G+C} = \frac{520}{480}$ 이므로 $\frac{13}{12}$ 이다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 G+C는 ㉔이 결합되어 있는 2중 나선 DNA 부분에서 240, ㉖와 ㉔이 결합되어 있는 2중 나선 DNA 부분에서 240, ㉕ 부분에서 240이므로 720이다. 따라서 (나)에서 A+T는 $1600 - 720 = 880$ 이다. 2중 나선 DNA에서 A=T이고, (나)에서 유라실(U)의 개수는 5개이므로 (나)에서 티민(T)의 개수는 $440 - 5 = 435$ 이다.
ㄷ. 오카자키 단편은 복제 분기점에 가까이 있는 것보다 멀리 있는 것이 먼저 합성된 것이다. 따라서 ㉔보다 ㉖이 먼저 합성되었다.

15. 유전 암호

[정답맞히기] 합성된 RNA는 유라실(U)과 사이토신(C)만으로 구성되므로 3염기로 구성되는 코돈은 $2^3 = 8$ 종류가 가능하다. I에서 코돈의 첫 번째 염기가 U일 확률과 C일 확률은 각각 $\frac{1}{2}$ 이므로 I에서 8가지의 코돈의 비율은 모두 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 로 같다.

II에서 코돈이 CUU일 확률($\frac{3 \times \textcircled{1} \times \textcircled{1}}{(3 + \textcircled{1})^3}$), CUC일 확률($\frac{3 \times \textcircled{1} \times 3}{(3 + \textcircled{1})^3}$), CCU일 확률($\frac{3 \times 3 \times \textcircled{1}}{(3 + \textcircled{1})^3}$), CCC일 확률($\frac{3 \times 3 \times 3}{(3 + \textcircled{1})^3}$)과, 류신과 프롤린을 지정하는 코돈의 비율이 6 : 9인 점을 고려할 때, $\textcircled{1}^2 + 3\textcircled{1} : 3\textcircled{1} + 9 = 6 : 9$ 이다. $9(\textcircled{1}^2 + 3\textcircled{1}) = 6(3\textcircled{1} + 9)$, $3\textcircled{1}^2 - 15\textcircled{1} - 18 = 0$, $(3\textcircled{1} + 9)(\textcircled{1} - 2) = 0$ 이므로 $\textcircled{1}$ 은 2이다.

II에서 코돈이 CUU일 확률($\frac{1 \times \textcircled{2} \times \textcircled{2}}{(1 + \textcircled{2})^3}$), CUC일 확률($\frac{1 \times \textcircled{2} \times 1}{(1 + \textcircled{2})^3}$), CCU일 확률($\frac{1 \times 1 \times \textcircled{2}}{(1 + \textcircled{2})^3}$), CCC일 확률($\frac{1 \times 1 \times 1}{(1 + \textcircled{2})^3}$)과, 류신과 프롤린을 지정하는 코돈의 비율이 6 : 1인 점을 고려할 때, $\textcircled{2}^2 + \textcircled{2} : \textcircled{2} + 1 = 6 : 1$ 이다. $1(\textcircled{2}^2 + \textcircled{2}) = 6(\textcircled{2} + 1)$, $\textcircled{2}^2 - 5\textcircled{2} - 6 = 0$, $(\textcircled{2} - 6)(\textcircled{2} + 1) = 0$ 이므로 $\textcircled{2}$ 은 6이다.
그러므로 (가)에서 $\textcircled{1} + \textcircled{2}$ 은 $2 + 6 = 8$ 이다. 정답④

16. 솔이끼와 고사리

솔이끼는 선태식물이고, 고사리는 양치식물이다.

[정답맞히기] ㄱ. 솔이끼는 선태식물이고 장란기를 만들어 난자를 생성하는 암배우체

와 장정기를 만들어 정자를 생성하는 수배우체가 있다.

ㄴ. 고사리는 양치식물이며 헛물관과 체관이 있는 관다발이 있다.

ㄷ. 선태식물인 솔이끼와 양치식물인 고사리는 모두 녹색 식물이므로 모두 엽록소 a와 엽록소 b가 존재한다.

정답⑤

17. 유전자 재조합 기술

각각의 플라스미드에 삽입된 X의 조각은 각각 P₁에서 1050염기쌍, P₂에서 700염기쌍, P₃에서 240염기쌍 길이이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 X의 조각 중 1050염기쌍인 것은 ㉞~㉟(650+240+160)에 해당하며, 700염기쌍인 것은 ㉠~㉢(50+650)에 해당하고, 240염기쌍인 것은 ㉢~㉤(240)에 해당한다. 그러므로 X를 3개로 절단하는 A의 절단 위치는 ㉞와 ㉟이고, X를 4개로 절단하는 B의 절단 위치는 ㉠, ㉢, ㉤이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. ㉠은 카나마이신에 내성을 가지며, 푸른색 군체이므로 젓당 분해 효소를 생산한다. 따라서 ㉢은 (나)의 A 절단 위치에 1050염기쌍 길이인 X의 조각이 삽입된 플라스미드 P₁을 갖는 I의 군체이다.

ㄷ. (라)의 앰피실린 첨가 배지에서 형성된 흰색 군체는 앰피실린과 카나마이신에 내성이 있다. 그러므로 (나)의 A 절단 위치에 X의 조각이 삽입되지 않았고, 젓당 분해 효소 유전자 내에 있는 B의 절단 위치에 700염기쌍 또는 240염기쌍 길이인 X의 조각이 삽입된 것이다. 700염기쌍 길이인 X의 조각이 삽입된 P₂를 갖는 군체는 y를 가지지만, 240염기쌍 길이인 X의 조각이 삽입된 P₃를 갖는 군체는 y를 가지지 않는다.

18. 폴리펩타이드의 합성 과정

㉠은 mRNA이다. 그림에서 ㉡는 A자리에, ㉢은 P자리에 결합되어 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 리보솜을 구성하는 RNA가 rRNA이므로 리보솜에는 rRNA가 있다.

ㄷ. A 자리의 tRNA에 결합된 아미노산으로 P 자리의 tRNA에 결합된 폴리펩타이드가 전이되어 펩타이드 결합이 형성되고, P 자리의 tRNA는 E 자리를 거쳐 리보솜에서 방출된다. 따라서 tRNA ㉢가 tRNA ㉡보다 먼저 방출된다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. ㉠은 mRNA이므로 코돈이 있다. 안티코돈은 tRNA에 있다.

19. 동물의 분류

뱀은 척추동물이며, 척추와 진체강을 가지며 원구가 항문이 된다. 해파리는 자포동물(강장동물)이며, 2배엽성 동물이다. 갯지렁이는 환형동물이며, 진체강을 가진다. 불가사리는 극피동물이며, 진체강을 가지고 원구가 항문이 된다. 따라서, A는 불가사리, B는 뱀, C는 해파리, D는 갯지렁이고, ㉠은 '원구가 항문이 된다.', ㉡은 '2배엽성 동물이다.', ㉢은 '척추를 가진다.', ㉣은 '진체강을 가진다.'이다.

[정답맞히기] ㄱ. 원구류, 어류, 양서류는 체내 수정을 하고 파충류, 조류, 포유류는 체내 수정을 한다. B(뱀)은 파충류이므로 체내 수정을 한다.

ㄴ. ㉠은 후구 동물인 A(불가사리)와 B(뱀)에만 공통으로 있는 특징인 '원구가 항문이 된다.'이다.

ㄷ. A(불가사리)와 B(뱀)은 모두 원구가 항문이 되는 후구동물이고, D(갯지렁이)는 원구가 입이되는 선구동물이다. 그러므로 A(불가사리)와 B(뱀)의 유연관계는 A(불가사리)와 D(갯지렁이)의 유연관계보다 가깝다. **정답⑤**

20. 하디-바인베르크 법칙

[정답맞히기] A가 A*에 대해 완전 우성이고 AA*인 사람의 표현형이 정상이므로 A는 정상 대립 유전자이고, 유전병 ㉠은 열성 형질이다. A의 빈도를 p, A*의 빈도를 q라고 하자. 임의의 남성이 임의의 정상인 여성과 결혼하여 아이가 태어날 때, 임의의 남성에서 A*를 물려받고 임의의 정상 여성에서 A*를 물려받아야 태어나는 아이의 유전자형이 A*A*가 되어 ㉠이 발현된다. 임의의 남성에서 생성되는 정자가 A*를 가질 확률은 q이다. 임의의 정상 여성에서 생성되는 난자가 A*를 가질 확률은

$\frac{2pq}{p^2 + 2pq} \times \frac{1}{2}$ 이고 이것을 단순화하면 $\frac{q}{p+2q}$ 이며, $p+q$ 는 1이므로 $\frac{q}{1+q}$ 이다. 따라서

태어나는 아이에게서 ㉠이 발현될 확률은 $q \times \frac{q}{1+q} = \frac{1}{30}$ 이고, $30q^2 - q - 1 = 0$ 이다. 근

의 공식($\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$)을 이용하여 q를 구하면, $\frac{1 \pm \sqrt{1+120}}{60} = \frac{1 \pm 11}{60}$ 이다. 따라

서 $q = \frac{1}{5}$ 이다.

민수는 정상이고 ㉠이 발현되는 민수의 어머니(A*A*)에게서 A*를 물려받았으므로, 민수의 유전자형은 AA*이다.

민수가 임의의 정상인 여성과 결혼하여 아이가 태어날 때 이 아이에게서 ㉠이 발현될 확률은 민수에게서 A*를 물려받을 확률인 $\frac{1}{2}$ 과 임의의 정상인 여성에서 A*를 물려

받을 확률인($\frac{2pq}{p^2 + 2pq} \times \frac{1}{2} = \frac{q}{1+q}$, $\frac{q}{1+q} = \frac{1}{6}$)의 곱이므로 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{6} = \frac{1}{12}$ 이다. **정답⑤**