

2016학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가
과학탐구영역 생명과학Ⅱ 정답 및 해설

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

1. 세포 소기관의 특징

[정답맞히기] 핵, 엽록체, 미토콘드리아는 공통적으로 DNA, RNA를 가지며 인지질로 된 2중막으로 둘러싸여 있다. **정답⑤**

2. 생물의 다양성

대장균과 흔들말은 진정세균계이고, 볼복스는 원생생물계의 녹조류이다.

[정답맞히기] ㄱ. ‘펩티도글리칸 성분의 세포벽이 있다.’는 진정세균계인 대장균과 흔들말의 공통 특징 ㉠에 해당한다.

ㄴ. 볼복스는 광합성 생소인 엽록소 a와 b, 카로티노이드를 가지고 있고, 광합성 세균인 흔들말은 엽록소 a와 남조소를 가지고 있어서 광합성을 한다. 따라서 ‘광합성을 한다.’는 볼복스와 흔들말의 공통 특징 ㉢에 해당한다. **정답④**

[오답피하기] ㄴ. 원핵생물인 대장균과 흔들말은 소포체와 같은 막으로 된 세포소기관이 없지만, 볼복스는 진핵생물이기 때문에 소포체와 같은 막으로 된 세포 수기관이 있다. 따라서 ‘소포체가 있다.’는 대장균, 흔들말, 볼복스의 공통 특징인 ㉡에 해당하지 않는다.

3. 세포막을 통한 물질의 이동

단순 확산, 능동 수송, 촉진 확산 중 유일하게 ATP를 사용하는 경우는 능동 수송이기 때문에 B는 능동 수송이고, ㉠은 ‘ATP를 사용한다.’이다. 능동 수송(B)과 촉진 확산은 공통적으로 막단백질을 이용하여 물질을 이동시키기 때문에 A는 촉진 확산이고, ㉢은 ‘막단백질을 이용한다.’이다. 촉진 확산(A)과 단순 확산은 고농도에서 저농도로 물질을 이동시키기 때문에 C는 단순 확산이고, ㉡은 ‘고농도에서 저농도로 물질이 이동한다.’이다.

[정답맞히기] ㄴ. ㉢은 촉진 확산(A)과 능동 수송(B)의 공통 특징인 ‘단백질을 이용한다.’이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. A는 촉진 확산이다.

ㄴ. $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프를 통한 이온의 방식은 능동 수송(B)에 해당한다.

4. TCA 회로와 산화적 인산화

㉠은 NADH, ㉡는 FADH_2 , ㉢는 O_2 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 과정 ㉠과 ㉢에서는 모두 탈수소 효소의 작용에 의해 일어나며, 이 과정에서 조효소인 NAD^+ 는 NADH로 환원된다.

ㄷ. $\text{C}(\text{O}_2)$ 가 없으면 산화적 인산화의 전자 전달계가 일어나지 않아 NADH가 NAD^+ 로 산화되지 않기 때문에 NAD^+ 가 TCA 회로에 공급되지 않아 과정 ㉠이 일어나지 않는다. 따라서 과정 ㉠에서 CO_2 가 생성되는 탈탄산 반응이 억제된다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. 과정 ㉠에서는 석신산(숙신산) 탈수소 효소의 작용으로 FADH_2 (㉡)가 생성된다.

5. 비순환적 광인산화

옥살산철(Ⅲ)이 없는 시험관 A보다 있는 시험관 B에서 O_2 발생량이 많은 것은 B에서 옥살산철(Ⅲ)이 전자를 최종 수용해 주기 때문에 비순환적 광인산화가 활발히 일어난 것이다.

[정답맞히기] ㄱ. B에서 옥살산철(Ⅲ)은 비순환적 광인산화의 최종 단계에서 전자를 수용하여 옥살산철(Ⅱ)로 환원된다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ, ㄷ. B에서 발생한 O_2 는 광계Ⅱ에서 물(H_2O)이 광분해 되어 발생한 것이기 때문에 H_2O 에서 유래되었다.

6. 해당 과정과 발효

[정답맞히기] ㄱ. 포도당이 해당 과정을 통해 분해되기 위해서는 먼저 2ATP가 소모되어 과당2인산이 되고, 과당2인산이 2분자의 피루브산으로 분해될 때 4ATP가 생성된다. 따라서 해당 과정(가)에는 ATP를 소모하는 단계가 있다.

ㄷ. 해당 과정(가)에서 포도당이 산화되면서 NADH가 생성되고, 알코올 발효(나)에서 NADH가 사용되어 피루브산이 에탄올로 환원되며, 젖산 발효(다)에서 NADH가 사용되어 피루브산이 젖산으로 환원되기 때문에 (가)~(다)에 모두 산화 환원 효소가 관여한다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. 피루브산이 에탄올로 전환되는 알코올 발효(나)에서는 탈탄산 반응이 일어나 CO_2 가 발생하지만, 피루브산이 젖산으로 전환되는 젖산 발효(다)에서는 탈탄산 반응이 일어나지 않아 CO_2 가 발생하지 않으므로, 1분자당 탄소 수는 젖산($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$)이 에탄올($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)보다 하나 더 많다.

7. 원시 생명체의 출현과 진화

최초의 원시 생명체는 무산소 호흡을 하는 종속 영양 원핵생물이고, 바닷물 속의 CO_2 농도가 증가하고 유기물양이 감소하면서 출현한 A는 광합성을 하는 독립 영양 원핵생물이다.

[정답맞히기] ㄴ. 광합성 생물(A)의 출현으로 O_2 가 생성되었으며 O_2 를 이용하여 산소 호흡을 하는 종속 영양 원핵생물인 B는 호기성 세균이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 광합성을 하는 독립 영양 생물인 A는 원핵생물이므로 엽록체가 없다. 엽록체는 광합성을 하는 진핵생물에 존재한다.

ㄷ. 육상 생물 출현 시기에 무산소 호흡을 하는 원핵생물과 광합성을 하는 원핵생물

모두 존재한다.

8. 캘빈 회로

A는 CO₂와 반응하는 RuBP, B는 CO₂가 고정되어 최초로 생성되는 물질인 3PG이다.

[정답맞히기] ㄴ. 1분자당 $\frac{\text{인산기수}}{\text{탄소수}}$ 는 3PG(㉠)가 $\frac{1}{3}$ 이고, RuBP(㉡)는 $\frac{2}{5}$ 이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 빛을 차단하면 명반응을 통해 ATP와 NADPH가 생성되지 않기 때문에 암반응의 캘빈 회로에서 3PG가 G3P로 전환되는 반응에 ATP와 NADPH가 공급되지 않아 G3P가 생성되지 않고, G3P가 RuBP로 전환되는 반응에 ATP가 공급되지 않기 때문에 RuBP가 생성되지 않는다. 따라서 빛을 차단했을 때 농도가 감소하는 ㉡은 RuBP이고, 농도가 일시적으로 증가하는 ㉠은 3PG이다. ㉡은 RuBP이고, B는 3PG이다.

ㄷ. 6분자의 3PG(B)가 6분자의 G3P로 전환될 때 사용되는 $\frac{\text{ATP의분자수}}{\text{NADPH의분자수}} = \frac{6}{6}$ 이므로

1분자의 3PG(B)가 1분자의 G3P로 전환될 때 사용되는 $\frac{\text{ATP의분자수}}{\text{NADPH의분자수}} = 1$ 이다.

9. 폐렴 쌍구균의 형질 전환 실험(에이버리의 실험)

㉡은 S형균, ㉠은 R형균이다. S형균의 세포 추출물 A를 단백질 분해 효소와 DNA 분해 효소 중 각각 하나에 해당하는 효소 I과 II로 처리한 후 살아 있는 R형균(㉠)과 혼합 배양하여 쥐에게 주사했을 때 쥐가 모두 살기 때문에 A는 단백질이고, B는 DNA임을 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄴ. ㉡은 S형균으로 피막(협막)을 가지고 있어서 병원성이 있다.

ㄷ. S형균의 DNA(B)에 의해 살아 있는 R형균(㉠) 중 일부가 살아 있는 S형균으로 형질 전환된다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. S형균의 세포 추출물 B(DNA)를 효소 I로 처리한 후 살아 있는 R형균(㉠)과 혼합하여 쥐에게 주사했을 때 쥐가 살기 때문에 효소 I은 DNA 분해 효소이고, S형균의 세포 추출물 B(DNA)를 효소 II로 처리한 후 살아 있는 R형균(㉠)과 혼합하여 쥐에게 주사했을 때 쥐가 죽기 때문에 효소 II는 단백질 분해 효소임을 알 수 있다.

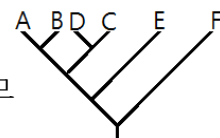
10. 식물의 학명과 계통수

학명을 토대로 작성한 외떡잎식물 A~F의 계통수는 그림과 같다.

[정답맞히기] ㄱ. B의 학명은 속명과 종소명, 명명자로 표기되었으므로, 이명법을 사용하였다.

ㄴ. 계통수에서 ㉡은 같은 생강목의 A~D와 '과'가 다른 E이다.

ㄷ. A~F는 모두 속씨식물에 해당하는 외떡잎식물이기 때문에 밑씨가 씨방에 싸여 있다. 정답⑤



11. 동물의 분류

[정답맞히기] ㄱ. 체절이 있고, 외골격으로 둘러싸여 있는 A는 절지동물이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 체절이 있고 외골격이 없는 B는 환형동물이고, 환형동물은 원구가 입이 되는 선구동물이다.

ㄷ. 지렁이는 환형동물(B)에 속하고, C는 연체동물이다.

12. 세포 분화와 기관형성 조절

[정답맞히기] ㄱ. Ey는 *ey* 유전자에 의해 발현되어 초파리의 겹눈을 형성하는데 관여하는 전사인자이다.

ㄷ. 초파리 배아의 다리 형성 부위에서 생쥐의 카메라눈을 형성하는데 관여하는 전자 인자인 *pax6*를 발현시키면 성체 초파리의 겹눈 구조가 형성되는 것으로 보아 *pax6*는 초파리에서 겹눈 구조 형성에 필요한 유전자 발현을 조절할 수 있음을 알 수 있다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. 초파리 배아의 다리 형성 부위에 *ey*를 발현시키면 성체 초파리의 다리 부위에 겹눈 구조가 형성되는 것으로 보아 초파리의 다리에는 눈 형성에 필요한 유전자가 있음을 알 수 있다.

13. 젓당 오페론에 의한 원핵생물의 유전자 발현 조절

조절 유전자가 결실되면 억제 단백질이 합성되지 않고, 작동 부위가 결실되면 억제 단백질이 작동 부위에 결합하지 못한다. 구조 유전자가 결실되면 젓당이 있는 배지에서 젓당 분해 효소가 합성되지 않는다.

[정답맞히기] ㄱ. 야생 대장균은 포도당이 없고 젓당이 있는 배지에서 젓당이 억제 단백질에 결합하면 억제 단백질에서 작동 부위와 결합하는 부위의 구조에 변화가 일어나 억제 단백질이 작동 부위에 결합하지 못함에 따라 프로모터에 RNA 중합 효소가 결합하여 구조 유전자에서 mRNA가 전사되어 젓당 분해 효소를 생성한다.

ㄴ. 돌연변이 대장균 I 은 포도당이 없고 젓당이 있는 배지와 포도당과 젓당이 없는 배지에서 억제 단백질과 젓당의 결합이 없고, 억제 단백질과 작동 부위의 결합이 없는 것으로 보아 조절 유전자가 결실되었음을 알 수 있다. 따라서 I 은 포도당과 젓당이 없는 배지에서 억제 단백질이 합성되지 않아 RNA 중합 효소가 프로모터에 결합하여 구조유전자로부터 mRNA가 전사되기 때문에 젓당 분해 효소가 생성된다.

ㄷ. 포도당과 젓당이 없는 배지에서 작동 부위가 결실된 대장균의 경우 억제 단백질이 작동 부위에 결합을 못할텐데 Ⅲ은 억제 단백질이 작동 부위에 결합하는 것으로 보아 작동 부위는 정상이고 구조 유전자가 결실된 대장균임을 알 수 있다. 정답⑤

14. 효소의 특성과 종류

[정답맞히기] ㄴ. ㉠은 (가)의 활성화 에너지이다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. (가)는 두 가지 반응물이 H_2O 이 떨어져 나오면서 결합이 일어나는 반응이기 때문에 탈수 축합 반응이다.

ㄷ. (가)에서 효소-기질 복합체(A)의 농도가 증가해도 활성화 에너지는 변하지 않기 때문에 ㉠이 감소하지 않는다.

15. 종 분화

지리적 격리가 일어나 종이 분화되는 경우는 이소적 종 분화이고, 지리적 격리 없이 경우는 동소적 종 분화이다.

[정답맞히기] ㄱ. A와 B는 서로 다른 생물학적 종이기 때문에 ㉠에서 A와 B는 자연 상태에서 교배를 통해 생식 능력을 갖는 자손이 나오지 않으므로 생식적으로 격리되어 있다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 종 A로부터 종 B가 분화된 것은 지리적 격리로 인한 것이므로 이소적 종 분화이고, 종 B로부터 종 C가 분화된 것은 지리적 격리 없이 일어난 것이므로 동소적 종 분화이다. 종 B가 분화된 이후 종 C가 분화되었으므로 동소적 종 분화보다 이소적 종 분화가 먼저 일어났다.

ㄷ. 종 A로부터 종 B가 분화되고, 종 B로부터 종 C가 분화되었기 때문에 A와 C의 유연관계보다 B와 C의 유연관계가 가깝다.

16. 유전자의 발현

5'-AU-3'가 반복되는 mRNA의 염기 서열은 5'-AUAUAUAUAUAU...-3'이고, 코돈은 5'-AUA-3' 또는 5'-UAU-3' 두 가지가 있다.

5'-AUA-3'가 반복되는 mRNA의 염기 서열은 5'-AUAAUAAUAAUAAUA...-3'이고, 코돈은 5'-AUA-3', 5'-UAA-3', 5'-AAU-3' 3가지인데, 이 중 5'-UAA-3'는 종결 코돈이기 때문에 아미노산을 지정하는 코돈은 5'-AUA-3', 5'-AAU-3' 2가지이다.

5'-AUCGACUGCA-3'가 반복되는 mRNA의 가능한 코돈은 AUC, GAC, UGC, AAU, CGA, CUG, CAA, UCG, ACU, GCA로 10종류이며 이 중에 종결코돈은 존재하지 않는다. 따라서 20개의 아미노산으로 구성되는 폴리펩타이드가 합성될 수 있으며 최대 아미노산 종류는 10개이다.

5'-AACGUCUGGU-3'가 반복되는 mRNA의 가능한 코돈은 AAC, GUC, UGG, UAA, CGU, CUG, GUA, ACG, UCU, GGU로 10 종류이다. UAA는 종결코돈이므로 합성될 수 있는 폴리펩타이드의 아미노산 수는 9가지 이하이고, 8개 이하의 펩타이드 결합을 가지는 폴리펩타이드가 합성될 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 5'-AUA-3'는 I 과 II에 공통인 아미노산인 아이소류신을 지정하는 코돈이므로, 5'-UAU-3'는 타이로신을 지정하는 코돈이고, 5'-AAU-3'는 아스파라진을 지정하는 코돈이다. 5'-AAU-3'는 III에도 존재한다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. III으로부터 최대 10 종류의 아미노산으로 구성된 폴리펩타이드가 합성될 수 있다.

ㄷ. IV로부터 1개~8개의 펩타이드 결합을 가지는 폴리펩타이드가 합성될 수 있다.

17. 유전자풀의 변화 요인

[정답맞히기] 유전적 부동은 유전자풀을 변화시키는 요인이므로 진화의 요인이고, 유전적 부동의 유형에는 병목 효과와 창시자 효과가 있다. 창시자 효과는 모집단으로부터 일부 개체가 떨어져 나오면서 시작된다. **정답③**

18. 유전자 재조합 기술

제한 효소 *Apa* I 가 인식하여 잘린 DNA 점착성 말단의 염기 서열은 3'-CCGG-5'과 *Psp*OM I 가 인식하여 잘린 DNA 점착성 말단의 염기 서열은 5'-GGCC-3'이다. 제한 효소 *Ngo*MIV와 *Xma* I 가 인식하여 잘린 DNA 점착성 말단의 염기 서열은 5'-CCGG-3'으로 동일하다.

[정답맞히기] ㄱ, ㄴ. 앰피실린과 X-gal을 포함한 배지에서 푸른색을 띄는 군체 ㉠은 앰피실린 저항성 유전자와 *lacZ* 유전자를 함께 존재하는 플라스미드를 가지고 있고, 흰색을 띄는 군체 ㉡은 앰피실린 저항성 유전자는 존재하지만, *lacZ* 유전자 부위에 인슐린 유전자가 삽입된 재조합 플라스미드를 가지고 있기 때문에 ㉠과 ㉡은 모두 앰피실린에 저항성이 있다.

ㄷ. 제한 효소 *Xma* I 은 *lacZ* 유전자 부위 외에 ㉢와 ㉣에도 작용하여 재조합 플라스미드를 만드는데 이용되는데, *Ngo*MIV도 *Xma* I 과 동일한 점착성 말단의 염기 서열을 가지므로, ㉡을 얻을 수 있는 제한 효소 (가)로는 표에서 *Ngo*MIV과 *Xma* I 두 가지가 있다. **정답⑤**

19. 집단 유전과 진화

I 은 유전자형 aa의 빈도인 q^2 이고, II 는 유전자형 AA와 Aa의 빈도인 p^2+2pq 이다.

[정답맞히기] ㄴ. 대립 유전자 A의 빈도인 p 의 빈도가 0.5인 집단에서 대립 유전자 A가 있는 개체수는 $(p^2+2pq) \times 2400 \text{명} = (0.25+0.5) \times 2400 \text{명} = 1800 \text{명}$ 이다.

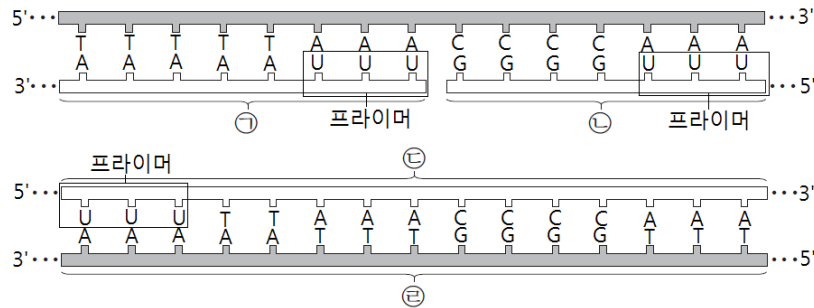
ㄷ. II (p^2+2pq)가 I (q^2)의 3배인 집단에서 $3q^2=p^2+2pq$ 이다. 따라서 $(2p-3)(2p-1)=0$ 이고, p 는 1보다 작으므로 p 는 0.5이다. 따라서 이 집단에서 유전자형이 Aa인 개체수는 $0.5 \times 2400 \text{명} = 1200 \text{명}$ 이다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. 멘델 집단이므로 세대를 거듭해도 대립 유전자의 빈도(p 와 q)는 변화가 없다.

20. DNA 복제

프라이머가 한 종류의 염기로 구성되어 있고, ㉠과 ㉡은 각각 2종류의 염기를, ㉢은 4종류의 염기를 포함하고 있기 위해서는 프라이머의 염기는 U이어야 한다. 한편 프라이머가 ㉠과 ㉡ 가닥의 왼쪽에 위치하고 ㉢ 가닥의 오른쪽에 위치할 경우, ㉢의 염기는 U와 A가 되므로 '㉠과 주형 가닥 사이의 수소 결합 수보다 ㉡과 주형 가닥 사이의 수소 결합 수가 크다'는 조건을 만족하지 않게 된다. 따라서, 프라이머는 ㉠과 ㉡ 가닥의 오른쪽에 위치하고 ㉢ 가닥의 왼쪽에 위치함을 알 수 있다. ㉢ 가닥이 퍼리미

딘 계열 염기 수보다 퓨린 계열 염기 수가 크기 위해서는 ㉠ 가닥은 프라이머를 제외한 나머지 염기는 A이어야 하고, ㉡ 가닥은 프라이머를 제외한 나머지 염기는 G이어야 한다. 따라서 이러한 조건을 만족시키는 각 DNA 가닥의 염기 서열은 그림과 같다.



[정답맞히기] ㄴ. ㉠ 가닥의 퓨린 계열 염기는 A이고, ㉡ 가닥의 퓨린 계열 염기는 G이다. ㉠ 가닥의 퓨린 계열 염기 수는 5개이고, ㉡ 가닥의 퓨린 계열 염기 수는 4개이다.

ㄷ. ㉡ 가닥에서 3' 말단으로부터 6번째 뉴클레오타이드의 염기는 C이다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. DNA 복제 분기점이 그림의 오른쪽으로 이동하고, ㉠과 ㉡은 지연 가닥이기 때문에 ㉠ 가닥이 ㉡ 가닥보다 먼저 합성되었다.