

2014학년도 대학수학능력시험 과학탐구(생명과학Ⅱ)

정답 및 해설

〈정답〉

1. ④ 2. ③ 3. ① 4. ② 5. ⑤ 6. ① 7. ⑤ 8. ⑤ 9. ③ 10. ③
11. ⑤ 12. ④ 13. ② 14. ③ 15. ① 16. ② 17. ① 18. ④ 19. ⑤ 20. ①

〈해설〉

1. <정답 맞히기> 리보솜에서는 단백질이 합성되고, 골지체에서는 단백질을 저장하고 분비 소낭을 통해 분비하거나 가수 분해 효소를 갖는 리소좀을 형성한다.

ㄱ. A는 단백질을 합성하는 리보솜이다.

ㄴ. 골지체에서 유래하는 C는 가수 분해 효소를 가지고 있는 리소좀이다.

<오답 피하기> ㄴ. B는 골지체로서 단일막으로 구성되어 있다.

2. <정답 맞히기> (가)는 식물 세포이고, (나)는 세균이다.

① 식물 세포(가)는 액포를 가지고 있다.

② 식물 세포(가)에는 엽록체가 존재하기 때문에 광합성이 일어난다.

④ 원핵 세포인 세균(나)에는 리보솜이 존재한다.

⑤ 식물 세포(가)와 원핵 세포인 세균(나)은 공통적으로 세포벽을 가지고 있다.

<오답 피하기> ③ 세균(나)은 핵이 없는 원핵 세포이다.

3. <정답 맞히기> 리보자임은 입체 구조를 형성할 수 있고, 뉴클레오타이드를 이용하여 짧은 RNA를 상보적으로 복사하는 작용을 촉매할 수 있다. 따라서 리보자임은 화학 반응을 촉매하는 기능이 있고, RNA이기 때문에 당은 리보스이며, 최초의 유전 물질로 추정된다.

4. <정답 맞히기> A는 효소와 결합하여 분해되는 물질이기 때문에 기질이고, B는 반응이 끝나도 변화가 없는 것으로 보아 효소이며, C는 효소-기질 복합체이다.

ㄴ. 효소-기질 복합체(C)의 농도가 높을수록 반응 속도가 빠르다. 따라서 기질 농도 S_1 일 때보다 S_2 일 때 반응 속도가 더 빠르기 때문에 효소-기질 복합체 농도는 기질 농도 S_1 일 때보다 S_2 일 때 더 높다.

<오답 피하기> ㄱ. 이성질화 효소는 기질의 입체 구조를 변화시키는 반응에 관여한다. 그런데 효소 B는 고분자 물질을 저분자 물질로 분해시키기 때문에 이성질화 효소로 볼 수 없다.

5. <정답 맞히기> 가뭄 전보다 후에 씨앗의 총수가 감소하고, 작고 연한 씨앗보다 크고 딱딱한 씨앗이 많아짐에 따라 부리의 크기가 큰 핀치새가 환경 적응에 유리하여 자연 선택된다.

ㄱ. 가뭄 전에도 편치새의 부리 크기는 작은 것부터 큰 것까지 개체수가 다양하게 분포하므로 변이가 있었다고 볼 수 있다.

ㄴ. 가뭄 시에 씨앗의 종수가 감소하므로 개체들 사이에 먹이로 인한 생존 경쟁이 일어났다.

ㄷ. 그래프를 통해 가뭄 전보다 가뭄 후에 부리의 평균 크기는 커졌음을 알 수 있다.

6. <정답 맞추기> 식물 세포를 고장액에서 넣어두면 원형질 분리가 일어난다. 원형질이 분리된 식물 세포를 저장액에 넣으면 세포 내로 물이 유입되면서 삼투압은 감소하고, 한계 원형질 분리 상태(세포의 상대적 부피가 1.0인 상태) 이후부터는 팽압이 형성된다. 삼투압과 팽압이 같아지면 수분 흡수력(삼투압-팽압)은 0이 되고 세포 부피가 최대인 최대 팽윤 상태가 된다. ㄱ. A는 최대 팽윤 상태(세포의 상대적 부피가 V_2 인 상태)에서 값이 0이기 때문에 수분 흡수력이고, 최대 팽윤 상태에서 세포의 삼투압은 팽압과 같다.

<오답 피하기> ㄴ. 세포의 상대적 부피 V_1 에서 세포의 삼투압은 0이 아니라 팽압(B)과 수분 흡수력(A)을 더한 값과 같다.

ㄷ. V_2 에서 이 세포는 최대 팽윤 상태이다. 한계 원형질 분리 이전까지 세포는 원형질 분리가 일어난 상태이다.

7. <정답 맞추기> 피루브산이 아세틸 CoA로 전환되는 과정에서 NAD^+ 가 NADH로 환원되고, 탈탄산 효소의 작용으로 CO_2 가 생성되고, 피루브산이 에탄올로 전환되는 과정에서는 해당 과정에서 생성된 NADH가 NAD^+ 로 산화되고, 탈탄산 효소의 작용으로 CO_2 가 생성되며, 피루브산이 젖산으로 전환되는 과정에서는 해당 과정에서 생성된 NADH가 NAD^+ 로 산화되고, 탈탄산 효소가 작용하지 않기 때문에 CO_2 가 생성되지 않는다. 따라서 NAD^+ 와 탈탄산 효소가 사용되는 단계 I은 피루브산이 아세틸 CoA로 전환되는 과정이고, ㉠은 아세틸 CoA이다. NAD^+ 는 사용되지 않고 탈탄산 효소만 사용되는 단계 II는 피루브산이 에탄올로 전환되는 과정이고, ㉡은 에탄올이다. NAD^+ 와 탈탄산 효소가 모두 사용되지 않는 단계 III은 피루브산이 젖산으로 전환되는 과정이고, ㉢은 젖산이다.

ㄴ. 에탄올이 형성되는 II와 젖산이 형성되는 III에서 모두 해당 과정에서 생성된 NADH가 NAD^+ 로 산화된다.

ㄷ. 피루브산이 에탄올(㉡) 또는 젖산(㉢)으로 전환되는 과정에서 공통적으로 NADH가 산화되기 때문에 에탄올과 젖산의 수소(H) 수는 차이가 없지만, 에탄올이 생성될 때 CO_2 가 생성되므로 젖산은 에탄올보다 탄소(C) 수가 더 많다. 따라서 $\frac{\text{수소(H)수}}{\text{탄소(C)수}}$ 는 에탄올(㉡)>젖산(㉢)이다.

<오답 피하기> ㄱ. 피루브산에서 아세틸 CoA로 전환되는 단계(I)에서는 ATP가 생성되지 않는다.

8. <정답 맞추기> 이소적 종 분화는 지리적 격리로 인해 일어나고, 동소적 종 분화는 지리적 격리와는 관련이 없이 동일 지역에서 여러 가지 요인에 의해 일어난다.

- ㄱ. X_1 과 X_2 는 서로 다른 생물학적 종이기 때문에 생식적으로 격리되어 있다.
- ㄴ. X_3 로부터 X_4 의 종 분화는 지리적 격리와 관련이 없이 동일 지역에서 일어났기 때문에 동소적 종 분화에 해당한다.
- ㄷ. X_4 는 X_3 로부터 종 분화된 것이기 때문에 X_1 보다 X_3 와 유연관계가 더 가깝다.

9. <정답 맞히기> ㄱ. DNA에 ^{32}P 를 표지한 파지를 대장균에 감염시킨 후 대장균과 파지를 분리시켜 원심 분리하면 시험관의 침전물에서 ^{32}P 가 검출되므로, (가)에서 ㉠은 ^{32}P 이다.

ㄴ. (나)에서 살아 있는 R형균과 열처리하여 죽은 S형균을 혼합하여 쥐에 주사했을 때 쥐가 폐렴에 걸려 죽고 살아 있는 S형균이 발견된 것으로 보아 죽은 S형균의 어떤 물질이 살아 있는 R형균을 S형균으로 형질 전환시켰음을 알 수 있다.

<오답 피하기> ㄷ. (나)의 실험을 통해 살아 있는 R형균을 S형균으로 형질 전환시킨 물질이 DNA임을 알 수 없다.

10. <정답 맞히기> 중합 효소 연쇄 반응은 먼저 94°C 에서 DNA 두 가닥의 염기를 연결시키는 수소 결합을 끊고, 55°C 에서 프라이머가 각 가닥에 결합되며, 72°C 에서 DNA 중합 효소가 작용하여 새로운 DNA 가닥을 합성하는 과정을 거치는데, 이 과정을 1회 반복할 때마다 DNA는 2배씩 복제(증폭)된다.

ㄱ. t_1 은 94°C 의 고온이므로 수소 결합이 끊어져 DNA는 두 가닥으로 분리된 상태이고, t_2 는 72°C 의 조건에서 DNA 중합 효소의 작용으로 DNA 주형 가닥으로부터 새로운 DNA가닥이 합성되어 DNA가 복제된 상태이므로, 시험관 내 DNA에서 수소 결합을 하고 있는 염기쌍의 수는 t_1 일 때보다 t_2 일 때 더 많다.

ㄴ. 시험관에서 DNA가 많이 합성될수록 사용되지 않고 남아 있는 dNTP의 양은 적기 때문에 DNA 합성이 2회 일어난 t_3 는 DNA 합성이 1회 일어난 t_2 보다 시험관에 남아 있는 dNTP가 더 적다.

<오답 피하기> ㄷ. 중합 효소 연쇄 반응(PCR)에서 DNA는 반보존적 복제에 의해 증폭된다.

11. <정답 맞히기> (가)에서 ㉠은 미토콘드리아 바탕질, ㉡는 내막, ㉢는 막 사이 공간이다.

1분자의 NADH나 FADH_2 가 산화되어 산화적 인산화를 거치면 $\frac{1}{2}\text{O}_2$ 가 1분자의 H_2O 로 환원된다.

ㄴ. 미토콘드리아 내막(㉡)에는 전자 수용체와 전자 전달 효소가 있어서 전자 전달이 일어나므로 산화적 인산화에 필요한 전자 전달계가 존재한다.

ㄷ. 1분자의 아세틸 CoA가 TCA를 거쳐 분해되면 2분자의 CO_2 가 생성되고, 3분자의 NADH와 1분자의 FADH_2 가 생성되며, 3분자의 NADH와 1분자의 FADH_2 가 각각 산화되어 산화적 인산화를 거치면 2분자의 O_2 가 환원되어 4분자의 H_2O 가 생성된다. 따라서 ㉠은 2이고, ㉢은 2이므로 ㉠+㉢은 4이다.

<오답 피하기> ㄱ. 세포 호흡이 활발하면 해당 과정과 TCA 회로가 활발하게 일어나 NADH와 FADH_2 생성량이 많아지므로, 미토콘드리아 내막의 전자 전달계에 공급되는 고에너지 전자(e^-)가 많아 전자 운반체에 의해 바탕질(㉠)에서 막 사이 공간(㉢)으로 H^+ 의 능동 수송이 활발하

게 일어나기 때문에 pH는 바탕질(㉔)에서보다 막 사이 공간(㉕)에서 낮아진다.

12. <정답 맞히기> A는 진정세균계, B는 고세균계, C는 식물계, D는 균계, E는 식물계이다.

ㄴ. 남세균(남조류)은 진정세균계(A)에 해당한다.

ㄷ. 균계(D)와 동물계(E)에 속하는 생물은 모두 종속 영양 생물이다.

<오답 피하기> ㄱ. 엽록소 a와 b를 갖고, 셀룰로스로 된 세포벽을 가지며, 단세포인 생물은 녹조류이다. 녹조류는 조류이므로 원생생물계에 해당한다.

13. <정답 맞히기> (가)는 DNA로부터 mRNA(㉑)가 합성되는 전사이고, (나)는 리보솜에 mRNA(㉑)가 결합하여 폴리펩타이드를 합성하는 번역이다.

ㄴ. tRNA ㉒는 리보솜의 P 자리에 위치하고 있고, tRNA ㉓는 새로운 아미노산을 운반해온 tRNA이기 때문에 리보솜의 A 자리에 위치한다. P 자리의 tRNA ㉒에 결합된 아미노산은 tRNA ㉒에서 분리된 후 tRNA ㉓의 아미노산과 펩타이드 결합으로 연결된다. 이후 리보솜이 mRNA의 5' 말단에서 3' 말단 방향으로 한 코돈 이동하면 P 자리의 tRNA ㉒는 E 자리로 이동한 후 리보솜에서 방출되고 A 자리의 tRNA ㉓는 P 자리로 이동한다. 따라서 리보솜에서 tRNA ㉓보다 tRNA ㉒가 먼저 방출된다.

<오답 피하기> ㄱ. mRNA ㉑을 합성하는 효소 E는 RNA 중합 효소이다.

ㄷ. 대장균은 원핵 세포이기 때문에 전사(가)와 번역(나) 모두 세포질에서 일어난다.

14. <정답 맞히기> DNA와 RNA에서 퓨린 계열 염기인 A와 G은 2개의 고리 구조이고, 피리미딘 계열 염기인 T, U, C은 1개의 고리 구조이다. DNA에서 A와 T은 2중 수소 결합을 통해 상보적으로 결합하고, G와 C은 3중 수소 결합을 통해 상보적으로 결합한다.

ㄱ. DNA에서 $\frac{\text{피리미딘 계열 염기}(T+C)}{\text{퓨린 계열 염기}(A+G)}=1$ 이므로, DNA인 (가)에서 퓨린 계열(A와 G)의 염기 함량은 50%이다.

ㄴ. (가)의 가닥 I의 염기 서열은 5'-TGTA-3'이고, 가닥 II의 염기 서열은 3'-ACATT-5'인데, 전사된 RNA (나)의 염기 서열은 5' 말단 쪽 염기는 U아니면 C이고, 3' 말단 쪽 염기는 A아니면 G이므로, (나)는 DNA 가닥 II를 주형으로 하여 전사된 것이다.

<오답 피하기> ㄷ. DNA 가닥 I의 염기 A+T의 함량이 80%이면 염기 G+C의 함량은 20%이다. 따라서 가닥 I에 상보적인 가닥 II의 염기 G+C의 함량도 20%이다.

15. <정답 맞히기> 순환적 광인산화에서는 전자 전달계를 통해 ATP가 생성되고, 비순환적 광인산화에서는 전자 전달계를 통해 ATP와 NADPH가 생성된다.

ㄱ. (가)의 순환적 광인산화에서 합성된 ATP는 (나)에서 3PG가 G3P로 전환되는 과정(㉔)과 G3P에서 RuBP가 재생되는 과정(㉕)에 사용된다.

<오답 피하기> ㄴ. ㉑에서 전자 전달을 차단하는 X를 처리하면 비순환적 광인산화에서 전자 전달계가 일어나지 않아 합성되는 ATP의 양이 감소하므로 스트로마의 암반응 과정에서 ATP를

사용하여 G3P로부터 RuBP를 재생하는 과정(⑥)이 잘 일어나지 않아 재생되는 RuBP의 양은 감소한다.

ㄷ. Y를 처리하면 ㉠에서 전자를 가로채 산소를 환원시키므로 NADPH가 생성되지 않는다. 따라서 스트로마에서 $\frac{NADPH\text{의 양}}{NADP^+\text{의 양}}$ 은 Y를 처리하기 전보다 작아진다.

16. <정답 맞히기> ㄴ. 근육 모세포의 X 유전자, Y 유전자, 마이오신 유전자, 액틴 유전자로부터 mRNA가 전사되는 과정은 핵에서 일어난다.

<오답 피하기> ㄱ. X 유전자는 근육 세포에만 존재하는 것이 아니라 사람의 모든 체세포에 존재한다.

ㄷ. 마이오신은 마이오신 유전자가 발현되어 합성되는 단백질이므로, 마이오신의 아미노산 서열은 Y 유전자가 아니라 마이오신 유전자에 의해 결정된다.

17. <정답 맞히기> 푸른곰팡이는 균계 중 자낭균류, 쇠뜨기는 양치식물, 소나무와 은행나무는 겉씨식물이다.

ㄱ. 푸른곰팡이는 관다발이 없지만 쇠뜨기, 소나무, 은행나무는 관다발을 가지고 있기 때문에 ‘관다발 있음’은 특성 ㉠에 해당한다.

<오답 피하기> ㄴ. 특성 ㉠은 겉씨식물인 소나무와 은행나무의 공통 특성이므로 ‘씨방 없음’이다.

ㄷ. 자낭균류인 푸른곰팡이는 자낭 포자로 번식한다.

18. <정답 맞히기> ㄴ. 젓당 오페론은 프로모터, 작동 부위, 구조 유전자(젓당 분해 효소 유전자)이다. 돌연변이 대장균 II는 작동 유전자(작동 부위)에 돌연변이가 일어났으므로 젓당 오페론에 돌연변이가 있는 것이다.

ㄷ. 돌연변이 대장균 III은 젓당 분해 효소(구조 유전자)에 돌연변이가 일어났고, 조절 유전자는 돌연변이가 일어나지 않았으므로 억제 단백질을 생성한다.

<오답 피하기> ㄱ. 돌연변이 대장균 I은 조절 유전자에 돌연변이가 일어나 억제 단백질을 생성하지 못하므로, 젓당 배지에서도 RNA 중합 효소가 프로모터에 결합해 구조 유전자에서 mRNA가 전사되어 젓당 분해 효소를 합성한다.

19. <정답 맞히기> 비순환적 광인산화에는 광계 I과 II가 관여한다. 작용 스펙트럼이란 빛의 파장에 따라 광합성이 일어나는 정도를 의미한다.

ㄱ. 광계 II는 틸라코이드 막에 존재한다.

ㄷ. 광합성이 많이 일어날수록 광계 II에서 H₂O의 광분해로 O₂가 많이 생성되므로, 파장이 550nm인 빛에서보다 450nm인 빛에서 생성되는 O₂ 생성량이 많다.

<오답 피하기> ㄴ. 광계 II의 반응 중심 색소는 엽록소 a이다.

20. <정답 맞히기> 멘델 집단은 세대를 거듭해도 집단의 대립 유전자 빈도에 변화가 일어나지 않아 하디-바인베르크 평형이 유지되는 집단이다. 유전자형 AA의 빈도는 p^2 , Aa의 빈도는 $2pq$, aa의 빈도는 q^2 이다. 대립 유전자 A의 빈도가 증가하면 유전자형 AA의 빈도는 증가하므로 AA의 유전자 빈도는 III이고, 유전자형 aa의 빈도는 감소하므로 aa의 빈도는 I이다. 그리고 유전자형 Aa의 빈도는 II이다.

ㄱ. 멘델 집단에서 유전자형의 빈도 합인 $p^2+2pq+q^2=1$ 이므로, 대립 유전자 A의 빈도 0.25에서 aa(I)의 빈도 y_3 , Aa(II) 빈도 y_2 , AA(III)의 빈도 y_1 의 합은 1이다.

<오답 피하기> ㄴ. 유전자 AA의 빈도와 Aa의 빈도가 같으면 $p^2=2pq$ 이고 $p=2q$ 이므로, $p+q=1$ 에서 $3q=1$ 이 되어 $q=\frac{1}{3}$ 이다. 따라서 유전자형 aa의 빈도 $q^2=\frac{1}{9}$ 이므로 유전자형 aa의 개체 수는 400이다.

ㄷ. p 가 0.25인 집단에서 $q=\frac{3}{4}$ 이므로 유전자형이 aa인 개체의 빈도는 $q^2=\frac{9}{16}$ 에 해당하고, p

가 0.5인 집단에서 $q=\frac{1}{2}$ 이므로 유전자형이 AA인 개체의 빈도는 $q^2=\frac{1}{4}$ 이다. 따라서

$\frac{p\text{가}0.5\text{인 집단에서 유전자형이 AA인 개체 수}}{p\text{가}0.25\text{인 집단에서 유전자형이 aa인 개체 수}}=\frac{4}{9}$ 이다.