

2014학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가 (생명과학Ⅱ)

정답 및 해설

〈정답〉

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

〈해설〉

1. <정답 맞히기> ㄱ. A는 핵으로서, 2중막으로 둘러싸여 있다.

<오답 피하기> ㄴ. B는 미토콘드리아이다.

ㄷ. C는 골지체로서 물질을 저장하고 분비하는 기능을 갖는다. 세포 호흡은 미토콘드리아(B)에서 일어난다.

2. <정답 맞히기> (가)에서 박쥐의 날개와 잠자리의 날개는 상사 기관으로, 비교 해부학적 증거이고, (나)에서 유대류의 분포는 생물 지리학적 증거이며, (다)는 화학적 증거이다.

3. <정답 맞히기> ㄱ. A는 세포벽이 없으므로 동물 세포이다.

ㄴ. B는 펩티도글리칸 성분의 세포벽을 갖는 원핵 세포이며, 대장균과 같은 세균은 원핵 세포로 된 단세포 생물이다.

ㄷ. C는 셀룰로스로 된 세포벽을 갖는 식물 세포이며, 리보솜을 갖는다.

4. <정답 맞히기> (가)는 촉진 확산, (나)는 능동 수송, (다)는 세포 외 배출이다.

ㄷ. 세포 외 배출 방식(다)으로 물질을 세포 밖으로 분비할 때는 에너지(ATP)가 사용된다.

<오답 피하기> ㄱ. 폐포와 모세혈관 사이의 기체 교환은 O_2 와 CO_2 가 인지질층을 직접 투과하는 단순 확산에 의해 일어난다.

ㄴ. 인슐린과 같은 호르몬이나 효소 등과 같이 분자량이 큰 단백질은 막을 직접 투과하기 어려우므로, 분비 소낭에 싸여 세포막과 융합된 후 세포 밖으로 분비되는 세포 외 배출 방식(다)으로 이동한다.

5. <정답 맞히기> 효소 A는 고분자 물질이 저분자 물질로 분해되는 이화 작용을 촉진하므로 젖당 분해 효소이고, 효소 B는 저분자 물질이 고분자 물질로 합성되는 동화 작용을 촉진하므로 RNA 중합 효소이다. (나)의 E는 효소가 작용할 때 줄어드는 활성화 에너지이다.

ㄱ. 효소 B(RNA 중합 효소)는 전사 과정에서 뉴클레오타이드를 연결시켜 RNA를 합성하기 때문에 효소 B의 기질은 뉴클레오타이드이고, 뉴클레오타이드는 당(리보스)을 구성 성분으로 가지고 있다.

ㄴ. (나)에서 반응물이 생성물로 될 때 에너지가 방출되는 발열 반응이므로 이화 작용에 해당한다. 따라서 (나)의 효소는 이화 작용을 촉진하는 젓당 분해 효소이다.

<오답 피하기> ㄷ. (나)에서 효소(젓당 분해 효소)의 활성화 에너지는 효소 농도와 관계없이 일정하므로, 효소 농도가 증가해도 효소가 작용하여 줄어드는 활성화 에너지 값인 E의 크기는 변화 없다.

6. <정답 맞히기> (가)는 포도당이 2분자의 피루브산(㉠)으로 분해되는 해당 과정이고, (나)는 2분자의 피루브산이 2분자의 젓산(㉡)으로 환원되는 과정이다.

ㄱ. 해당 과정(가)에서 포도당이 과당2인산으로 전환된 후 2분자의 피루브산으로 분해되는데, 포도당이 과당2인산으로 전환될 때 2ATP가 소모된다.

ㄷ. 피루브산(㉠)의 분자식은 $C_3H_4O_3$ 이고, 젓산(㉡)의 분자식은 $C_3H_6O_3$ 이다. 따라서 1분자의 수소(H)수
탄소(C)수 는 ㉠이 $\frac{4}{3}$ 이고, ㉡이 $\frac{6}{3}$ 이다.

<오답 피하기> ㄴ. (나) 과정은 O_2 가 없을 때 세포질에서 일어나며, 해당 과정에서 생성된 NADH가 NAD^+ 로 산화되면서 떨어져 나온 전자(e^-)와 H^+ 에 의해 피루브산이 젓산으로 환원된다.

7. <정답 맞히기> ㉠은 엽록소 a, ㉡은 엽록소 b이다. X는 광계 II이고, Y는 광계 I이다.

ㄱ. 광계 I(Y)과 II(X)의 반응 중심 색소는 모두 엽록소 a(㉠)이다.

ㄴ. 종자 식물은 엽록소 b를 가지고 있다.

<오답 피하기> ㄷ. 광계 I의 반응 중심 색소인 엽록소 a(P_{700})는 파장이 700nm인 빛을 가장 잘 흡수하며, 광계 II의 반응 중심 색소인 엽록소 a(P_{680})는 파장이 680nm인 빛을 가장 잘 흡수하므로, 적색광에서 반응 중심 색소가 가장 잘 흡수하는 빛의 파장은 광계 II(X)보다 광계 I(Y)에서 더 길다.

8. <정답 맞히기> 메테인 생성균(A)은 고세균역의 고세균계에 해당하고, 대장균(B)은 세균역의 진정세균계에 해당한다. 아메바(C)는 진핵생물역의 원생생물계에 해당하고, 효모(D)는 진핵생물역의 균계에 해당한다. 고세균역은 세균역보다 진핵생물역과 유연관계가 가까우며, 아메바(C)와 효모는 같은 진핵생물역이므로 서로 유연관계가 가깝다. 계통수에서 같은 가지에서 갈라져 나온 생물일수록 유연관계가 가깝다.

9. <정답 맞히기> 유전자 X가 발현되기 위해서는 RNA 중합 효소가 프로모터에 결합하여 유전자 X로부터 mRNA가 합성되는 전사가 일어나야 한다. RNA 중합 효소는 전사 인자가 전사 인자 결합 부위에 결합하고 이들 전사 인자에 또 다른 전사 인자가 RNA 중합 효소와 결합해야 프로모터에 RNA 중합 효소가 결합되어 유전자 X로부터 mRNA가 전사된다.

ㄱ. 사람 몸을 구성하는 모든 체세포 핵의 DNA는 모두 동일하다. 따라서 간세포 핵에 들어 있는 DNA는 심장 세포의 핵에도 존재하기 때문에 간세포 핵 DNA의 전사 인자 결합 부위인 a의 염기 서열은 심장 세포의 핵 DNA에도 존재한다.

<오답 피하기> ㄴ. 원핵생물인 세균에서 젓당 분해 효소 합성에 관여하는 DNA의 부위를 오페론이라고 하는데, 오페론에는 프로모터, 작동 부위, 구조 유전자가 속한다.

ㄷ. (나)는 전사 인자 결합 부위에 전사 인자 A와 B가 결합한 후 전사 인자 A와 B에 RNA 중합효소가 결합된 전사 인자 C가 결합함으로써 RNA 중합 효소가 프로모터에 결합한 상태를 나타낸 것이므로, 이 단계는 유전자 X의 전사가 일어나기 전에 일어난다.

10. <정답 맞히기> ㄱ. 파지에 감염된 대장균을 믹서(교반기)에 넣고 흔들면 대장균에 붙어 있던 파지의 단백질 껍질이 대장균으로부터 분리된다.

ㄷ. 단백질 껍질이 ^{35}S 로 표지된 파지를 대장균에 감염시키면 파지의 단백질 껍질은 대장균 세포막에 붙어 있고, 파지의 DNA만 대장균 내로 들어가 새로운 파지를 증식시킨다. 파지의 단백질 껍질과 대장균을 분리한 후 원심 분리하면 ^{35}S 로 표지된 파지의 단백질은 시험관의 상층액에 존재하고, 대장균은 침전물에 존재하므로, 시험관 A에서는 상층액에서 방사능이 검출된다. DNA가 ^{32}P 로 표지된 파지를 대장균에 감염시키면 파지의 ^{32}P 로 표지된 DNA가 대장균 내로 들어가 새로운 바이러스를 증식시키는데, 증식된 파지 중 일부는 ^{32}P 로 표지된 DNA를 가지고 있다. 파지의 단백질 껍질과 대장균을 분리한 후 원심 분리하면 시험관 B의 상층액에는 방사능을 띠지 않는 파지의 단백질 껍질이 존재하고, 침전물에는 ^{32}P 로 표지된 DNA를 가진 파지가 들어 있는 대장균이 존재하므로, 시험관 B의 침전물에서 방사능이 검출된다.

<오답 피하기> ㄴ. (다)에서 원심 분리하는 이유는 파지의 단백질 껍질과 새로 증식된 파지가 들어 있는 대장균을 분리하기 위해서이다.

11. <정답 맞히기> (가)는 라마르크의 용불용설이고, (나)는 다윈의 자연선택설이다.

ㄱ. 라마르크의 가설에서는 기린이 잎을 따먹기 위해 자꾸 목을 길게 늘어뜨림에 따라 목이 길어진 것이므로, 후천적으로 획득한 형질이 자손에게 유전되었다고 보고 있다.

ㄴ. (나)는 목이 긴 기린과 짧은 기린 중 목이 긴 기린이 짧은 기린보다 높은 나무의 잎을 따먹는데 유리하므로 목이 긴 기린이 살아남았다는 자연선택설로 설명한 것이다.

ㄷ. 다윈의 자연선택설에서는 목이 긴 기린과 같이 환경에 적합한 형질을 가진 개체가 생존에 유리하다고 보고 있다.

12. <정답 맞히기> DNA 복제에 대한 학생 A와 B의 설명은 옳지만, 제한 효소는 DNA 복제에 작용하지 않기 때문에 짧은 DNA 절편(오카자키 절편)이 만들어질 때 제한 효소가 필요하다고 설명한 학생 C의 설명은 옳지 않다.

13. <정답 맞히기> ㉠은 아세틸 CoA, ㉡은 말산, ㉢은 옥살아세트산, ㉣은 시트르산이다.

ㄱ. 말산(㉡)과 옥살아세트산(㉢)은 4탄소화합물이기 때문에 탄소 수가 4개이다.

<오답 피하기> ㄴ. 옥살아세트산(㉢)과 아세틸 CoA(㉠)가 결합하여 시트르산(㉣)이 될 때 CoA(조효소 A)는 떨어져 나가므로 시트르산(㉣)에는 CoA가 없다.

ㄷ. (가) 과정에서는 CoA가 떨어져 나가고, 말산(㉡)이 옥살아세트산(㉢)이 될 때 NAD^+ 가

NADH+H⁺로 환원된다.

14. <정답 맞히기> ㄴ. G3P로부터 RuBP가 재생되기 위해서는 명반응 산물인 ATP가 필요하다. 따라서 스트로마(㉠)에서 RuBP의 재생 속도는 빛이 없어서 명반응이 일어나지 않는 t₃일 때보다 빛이 있어서 명반응이 일어나는 t₄일 때 빠르다.

<오답 피하기> ㄱ. t₁에서 빛이 없어서 광합성의 명반응이 일어나지 않기 때문에 광인산화가 일어나지 않아 ATP가 생성되지 않고, t₂에서는 빛이 있어서 광인산화가 일어나 ATP가 생성된다. 따라서 스트로마(㉠)에서 ATP의 농도는 t₁일 때보다 t₂일 때 높다.

ㄷ. 빛이 있을 때 광인산화가 일어나 틸라코이드 막의 전자 전달 효소에 의해 스트로마로부터 틸라코이드 내부로 H⁺이 능동 수송되어 틸라코이드 내부의 H⁺ 농도가 스트로마의 H⁺ 농도보다 높아진다. 따라서 틸라코이드 내부(㉡)의 pH는 빛이 없어서 광인산화가 일어나지 않는 t₃일 때보다 빛이 있어서 광인산화가 일어나는 t₂일 때 낮다.

15. <정답 맞히기> 유전자 X의 DNA 염기 서열을 이루고 있는 두 가닥 중 하나의 가닥(3'-AATA.....TTCG-5')에서 3'-AA 다음 염기인 TAC와 상보적인 mRNA의 염기 3개가 개시코돈(5'-AUG-3')이 될 수 있고, 또 다른 가닥(3'-CGAA.....TATT-5')에서 3'-CGAA 다음 염기인 TAC와 상보적인 mRNA의 염기 3개가 개시코돈(5'-AUG-3')이 될 수 있다. 3'-CGAA.....TATT-5' 가닥의 경우 전사된 mRNA에서 개시코돈 이후에 연속된 7개의 뉴클레오타이드가 제거되었을 때 새로운 종결코돈을 갖지 않기 때문에 3'-CGAA.....TATT-5' 가닥은 DNA 주형 가닥이 아니다. 그러나 3'-CGAA.....TATT-5' 가닥에서 전사된 mRNA(5'-UUAUGC.....UAAGC-3')에서 개시코돈(5'-AUG-3') 이후에 8번째 염기(G)를 가진 뉴클레오타이드부터 14번째 염기(G)를 가진 뉴클레오타이드까지 제거되면 7번째 뉴클레오타이드의 염기인 U와 15번째와 16번째 뉴클레오타이드의 염기인 A와 G가 연결되어 UAG가 되어 종결코돈이 된다. 종결코돈 이후에는 단백질 합성이 종료된다.

ㄱ. 성숙한 mRNA 염기 서열은 5'-UUAUGCUCACUAGCAUAAGC-3'이고, 제거되는 mRNA의 7개 염기 서열은 5'-GUUCCAG-3'이므로, 3'말단에 있는 염기는 G이다.

ㄴ. 성숙한 mRNA 5'-UUAUGCUCACUAGCAUAAGC-3'에서 아미노산을 지정하는 코돈은 AUG, CUC, CAC이므로 폴리펩타이드 Y는 3개의 아미노산으로 구성되어 있고 펩타이드 결합 수는 2개이다.

<오답 피하기> ㄷ. 성숙한 mRNA 5'-UUAUGCUCACUAGCAUAAGC-3'에서 종결 코돈은 UAG이다.

16. <정답 맞히기> A는 진체강이 있고 체절이 없는 연체동물문이고, B는 체절이 있고 외골격이 없는 환형동물문이며, C는 체절이 있고 외골격이 있는 절지동물문이다.

ㄷ. 절지동물문(C)에 속하는 동물 종의 수는 환형동물문(B)에 속하는 동물 종의 수보다 많다.

<오답 피하기> ㄱ. 거머리는 환형동물문(B)에 속한다.

ㄴ. 외투막이 있는 동물문은 연체동물문(A)에 속한다.

17. <정답 맞히기> ㄱ. (가)에서 X₁과 X₂는 서로 다른 종이므로, 생식적으로 격리되어 있다.

<오답 피하기> ㄴ. (가)→(나) 과정에서 지리적 격리가 일어나지 않았기 때문에 이소적 종 분

화가 일어나지 않았고, X_2 로부터 X_3 가 출현한 것은 같은 동일에서 종 분화가 일어났기 때문에 동소적 종 분화가 일어난 것이다.

ㄷ. (나)에서 동소적 종 분화가 일어나 X_2 로부터 X_3 가 출현하였기 때문에 종이 다른 X_2 와 X_3 의 유전자풀은 서로 다르다.

18. <정답 맞추기> ㄴ. 어떤 식물로부터 유전자 X를 분리하고 플라스미드의 특정 부위를 절단하기 위해서는 제한 효소가 필요하고, 분리한 유전자 X를 제한 효소로 절단한 부위에 끼워 넣기 위해서는 DNA 연결 효소가 필요하다.

ㄷ. ㉠의 옥수수는 유전자 X가 도입되었지만, ㉡의 옥수수는 유전자 X가 도입되지 않았으므로, ㉠과 ㉡의 유전자 조성은 서로 다르다.

<오답 피하기> ㄱ. 영희는 (라)→(가)→(다)→(나)의 순서로 실험을 수행하였다.

19. <정답 맞추기> 유전자형이 RW의 표현형이 붉은색이므로, 붉은색 유전자 R은 우성이고, 흰색 유전자 W는 열성이다. 야생화 집단에서 대립 유전자 R의 빈도를 p , W의 빈도를 q 라고 했을 때, 1세대에서 흰색(WW)의 개체수가 400이므로, WW의 빈도 $q^2 = \frac{400}{10000} = 0.04$ 이다. 따라서 $q = 0.2$ 이고, $p = 0.8$ 이다.

ㄴ. 이 야생화 집단은 멘델 집단이므로 유전적 평형이 유지되기 때문에 대립 유전자의 빈도는 1세대와 동일하다. 따라서 4세대의 유전자풀에서 $R:W = 0.8:0.2 = 4:1$ 이다.

<오답 피하기> ㄱ. 1세대에서 RR의 빈도는 $p^2 = 0.64$ 이고, RR의 개체수 비율은 64%이므로, 개체수는 6400이다. RW의 빈도는 $2pq = 0.32$ 이고, RW의 개체수 비율은 32%이므로, 개체수는 3200이다. 2세대에서 RR의 개체수 비율이 64%인데, 개체수가 19200이므로, 전체 개체수는 30000이다. 이중 RW의 개체수는 개체수 비율 32%에 해당하는 9600이고, WW의 개체수는 개체수 비율 4%에 해당하는 1200이다. 따라서 ㉠+㉡=6400+1200=7600이고, ㉢+㉣=3200+9600=12800이다.

ㄷ. 2세대에서 유전자형이 RW인 개체가 임의의 붉은색 꽃과 교배하여 흰색 꽃이 나오기 위해서는 임의의 붉은색 꽃의 유전자형이 RW가 되어야 하고, RW와 RW 사이에서 RR, 2RW, WW의 자손이 나올 수 있으므로, 이중 흰색 꽃(WW)이 나올 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. 그런데 임의의 붉은색 꽃 RR

과 RW 중 RW일 확률은 $\frac{2pq}{p^2 + 2pq} = \frac{2q}{p + 2q} = \frac{1}{3}$ 이다. 따라서 유전자형이 RW인 개체가 임의의 붉

은색 꽃과 교배하여 흰색 꽃이 나올 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{12}$ 이다.

20. <정답 맞추기> ㄱ. ddNTP는 3'말단의 작용기가 -OH가 아닌 -H이므로, ddNTP의 3'말단에 새로운 뉴클레오타이드의 5'말단 작용기인 인산기가 결합하지 못하므로 DNA 합성은 중지된다. 따라서 합성 중인 DNA 가닥에 ddNTP가 결합하면 DNA 합성이 중단된다.

ㄷ. 프라이머 Y(3'-TGTT-5') 대신 염기 서열이 3'-TGAA-5'인 프라이머를 사용하면 DNA X의 5'-ACTT-3'에 결합하므로, DNA 중합 효소에 의해 새로운 뉴클레오타이드(dNTP)가 결합할 주형

DNA 가닥의 염기가 없으므로 DNA 합성은 일어나지 않아 DNA X의 전체 염기 서열을 확인할 수 없다.

<오답 피하기> ㄴ. (다)에서 확인된 ㉠의 염기 서열은 5'-CGAAGT-3'이므로, DNA X의 염기 서열은 3'-GCTTCA-5'이어서 서로 염기 서열이 다르다.