

2015학년도 대학수학능력시험  
과학탐구영역 생명과학Ⅱ 정답 및 해설

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

1. 세포의 연구 방법

정답 ④

A는 미토콘드리아, B는 거친면 소포체, C는 골지체이다. (가)는 투과 전자 현미경을 이용한 세포의 연구, (나)는 세포 분획법, (다)는 자기 방사법이다.

[정답맞히기] ㄱ. 투과 전자 현미경은 세포 소기관의 단면 구조 관찰에 이용되기 때문에 투과 전자 현미경을 통해 미토콘드리아 내부에 존재하는 크리스타를 관찰 할 수 있다.

ㄷ. 자기 방사법은 방사성 동위원소를 추적하여 물질의 이동 경로 파악에 이용되기 때문에  $^{14}\text{C}$ 로 표지된 단백질이 거친면 소포체에서 골지체로 이동하는 과정을 추적할 수 있다.

[오답피하기] ㄴ. (나)는 원심 분리를 통해 세포 소기관의 크기와 무게에 따라 분리하는 세포 분획법이다.

2. 삼투 현상

정답 ②

감자 조각의 질량이 증가한 증류수와 0.1M의 포도당 용액은 저장액이고, 감자 조각의 질량이 감소한 0.5M과 1.0M의 포도당 용액은 고장액이며, 감자 조각의 질량 변화가 없는 0.3M의 포도당 용액은 등장액이다.

[정답맞히기] ㄴ. 고장액인 1.0M 포도당 용액에서 삼투 현상에 의해 감자 조각으로부터 물이 빠져나가므로, 세포 내액의 삼투압은 증가하고, 0.1M 포도당 용액에서 삼투 현상으로 물이 들어옴에 따라 세포 내액의 삼투압은 감소한다. 따라서 삼투압은 1.0M 포도당 용액에서가 0.1M 포도당 용액에서보다 높다.

[오답피하기] ㄱ. 저장액인 증류수에 감자 조각을 넣어두면 팽압이 형성되고, 팽압과 삼투압이 같은 상태가 되면 세포의 부피는 최대가 되는 팽윤 상태가 된다. 팽압이 삼투압과 같아지면 흡수력이 0이 되기 때문에 더 이상 팽압은 증가하지 않으므로, 팽압이 삼투압보다 높을 수는 없다.

ㄷ. 저장액인 0.3M 포도당 용액에서 팽압은 존재하지 않아 삼투압과 흡수력이 같은 상태가 되므로 흡수력이 0이 될 수 없다. 삼투압과 팽압이 같은 팽윤 상태에서 흡수력은 0이 된다.

3. 진화설

정답 ③

(가)는 다윈의 자연선택설(나) 이전의 진화설인 라마르크의 용불용설이고, (다)는 다윈의 자연선택설 이후의 진화설인 현대 종합설이다.

[정답맞히기] ㄱ. 라마르크의 용불용설은 후천적으로 획득된 형질이 유전되어 일어난

다고 주장하였다.

ㄷ. 현대 종합설은 진화를 개체가 아닌 집단 수준에서 집단의 유전자풀에 변화가 일어나 집단이 진화된다고 설명한 것이다.

[오답피하기] ㄴ. 자연선택설에서 개체변이는 돌연변이가 아니라 환경 변화에 따른 적응 여부에 의해 결정된다고 설명한다.

#### 4. 세포 소기관의 구조와 기능

정답 ③

A는 공변세포, B는 아메바, C는 대장균이다.

[정답맞히기] ㄱ. 공변세포는 식물 세포이기 때문에 셀룰로스가 주성분인 세포벽을 가지고 있다.

ㄴ. 아메바는 단세포 원생생물이다.

[오답피하기] ㄷ. 원핵 세포로 된 대장균에도 리보솜은 존재한다.

#### 5. 알코올 발효

정답 ③

㉗은 피루브산, ㉘은 아세트알데하이드이다. (가)는 해당 과정, (나)는 탈탄산 반응이 일어나 아세트알데하이드가 형성되는 과정, (다)는 아세트알데하이드가 에탄올로 환원되는 과정이다.

[정답맞히기] ㄱ. 해당 과정에서 기질 수준의 인산화로 ATP가 생성된다.

ㄴ. 1분자의 아세트알데하이드가 1분자의 에탄올로 환원되는 과정에 1분자의 NADH가 소비되고, 1분자의 포도당이 해당 과정을 거치면서 2분자의 NADH가 생성되므로,

$$\frac{(\text{가})\text{에서 포도당 1분자당 생성되는 NADH 분자수}}{(\text{나})\text{에서 아세트알데하이드 1분자당 소비되는 NADH 분자수}} = \frac{2}{1} = 2 \text{이다.}$$

[오답피하기] ㄷ. 피루브산(㉗)이 아세트알데하이드(㉘)로 될 때 탈탄산 반응에 의해 탄소가 CO<sub>2</sub> 형태로 떨어져 나가기 때문에 탄소(C) 수는 피루브산이 아세트알데하이드에 비해 한 개 더 많고, 수소(H) 수는 차이가 없다. 따라서  $\frac{\text{수소수}}{\text{탄소수}}$ 는 피루브산(㉗)보다 아세트알데하이드(㉘)가 더 크다.

#### 6. 생명의 기원

정답 ②

밀러의 실험은 번개 등의 에너지가 공급되면 원시 대기 성분으로부터 간단한 유기물(아미노산, 유기산 등)이 합성됨을 증명한 것이다.

[정답맞히기] ㄴ. 원시 대기 성분으로 추정하는 혼합 기체에는 H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>가 포함된다.

[오답피하기] ㄱ. 원시 바다에 해당하는 U자관에서는 아미노산이나 유기산 등의 간단한 유기물이 발견되었고, 핵산과 같은 복잡한 유기물이 발견된 것이 아니다.

ㄷ. 혼합 기체의 암모니아(NH<sub>3</sub>)는 아미노산 합성의 질소(N) 공급원이 되어 이용되기 때문에 실험 결과 전체 암모니아(NH<sub>3</sub>)의 양은 감소한다.

## 7. 효소의 작용

정답 ⑤

A는 pH2에서 활성화도 가장 높은 펩신이고, B는 pH7에서 가장 활성화도가 높은 아밀레이스이다. 효소가 작용하면 효소가 작용하지 않았을 때보다 활성화 에너지가 감소한다.

[정답맞히기] ㄱ. A는 강한 산성 조건인 위에서 작용하는 소화 효소인 펩신이다.

ㄴ. 아밀레이스(B)는 녹말이 엿당으로 분해되는 반응에서 기질인 녹말과 효소-기질 복합체를 형성한다.

ㄷ. 펩신(A)은 pH7에서 작용할 수 없으므로 녹말이 엿당으로 분해되는 반응의 활성화 에너지를 낮추지 못한다. 따라서 pH7인 녹말 용액에 펩신(A)을 넣으면 아밀레이스(B)가 작용할 때의 활성화 에너지(㉠)보다 활성화 에너지는 더 높다.

## 8. 원핵생물의 유전자 발현 조절(젓당 오페론)

정답 ④

㉠은 억제 단백질을 발현시키는 조절 유전자, ㉡은 구조 유전자의 전사에 관여하는 RNA 중합 효소가 결합하는 프로모터이다.

[정답맞히기] ㄱ. 젓당이 있을 때 야생형 대장균에서 조절 유전자로부터 mRNA가 전사되기 때문에 RNA 중합 효소는 조절 유전자의 프로모터에 결합하여 조절 유전자로부터 mRNA가 전사되도록 한다.

ㄴ. B는 프로모터에 결실이 일어나 RNA 중합 효소가 프로모터에 결합 할 수 없어 구조 유전자로부터 젓당 분해 효소가 발현되지 않아 증식할 수 없다.

[오답피하기] ㄷ. 대장균은 젓당만 있는 배지에서 젓당 분해 효소를 합성해야 젓당을 에너지원으로 이용하여 증식할 수 있다. 구간 I에서 A는 증식이 일어나고 있지만, 야생형은 증식이 일어나지 않고 있으므로, 세포당 젓당 분해 효소의 합성량은 A가 야생형 대장균보다 많다.

## 9. 유전 물질에 대한 증거(에이버리의 실험)

정답 ①

에이버리는 살아 있는 S형균을 열처리한 후 세포 추출물에 여러 가지 분해 효소를 처리한 다음 살아 있는 R형균과 혼합 배양했을 때, DNA 분해 효소를 처리한 경우만 R형균이 S형균으로 형질 전환이 일어나지 않음을 통해 DNA가 유전 물질임을 밝혔다. 따라서 A는 S형균이고, B는 R형균이다.

[정답맞히기] ㄱ. ㉠을 처리한 시험관 I의 R형균이 S형균으로 형질 전환이 일어나지 않은 것으로 보아 ㉠은 DNA 분해 효소임을 알 수 있다.

[오답피하기] ㄴ. R형균은 피막이 없어서 독성이 없다.

ㄷ. 시험관 II의 R형균으로부터 S형균이 형질 전환된 것이다.

## 10. DNA 복제

정답 ⑤

DNA는 반보존적으로 복제되기 때문에 복제된 DNA는 주형 DNA와 염기 조성 비가 동일하다.

[정답맞히기] ㄱ. 50%가 복제된 DNA Y의 뉴클레오타이드 수가 2400개인데, DNA Y를 세 조각으로 나누면 각 조각의 뉴클레오타이드 수가 800개가 된다. 따라서 DNA X는 2개의 DNA 조각으로 나눌 수 있으므로 뉴클레오타이드의 수는 1600개가 된다.  
 ㄴ. DNA 복제 과정은 뉴클레오타이드를 결합시켜 DNA를 합성하는 과정이므로 에너지가 사용된다.  
 ㄷ. DNA Y에서 새로 합성된 DNA 가닥의 G+C의 함량이 35%이고, ㉠의 G+C의 함량이 45%이므로 DNA Y 전체의 G+C의 함량은 40%가 된다. 따라서 주형 DNA X의 G+C의 함량도 40%이고 A+T의 함량은 60%가 되므로  $\frac{A+T}{G+C} = \frac{60}{40} = 1.5$ 이다.

### 11. 빛의 파장과 광합성

정답 ②

흡수율이 높은 빛의 파장에서 광합성이 활발히 일어난다. A는 틸라코이드, B는 스트로마이다.

[정답맞히기] ㄴ. 틸라코이드 막에서 광계 II의 반응 중심 색소는 P680이므로 반응 중심 색소는 680nm의 빛에서 고에너지 전자를 방출한다.

[오답피하기] ㄱ. 550nm인 빛보다 450nm의 빛을 더 많이 흡수하여 명반응이 활발히 일어나므로, 틸라코이드 막에서 전자 전달계가 활발히 진행된다. 즉, 450nm 빛에서 스트로마에서 틸라코이드 내부로 이동하는 H<sup>+</sup>의 양이 많아 H<sup>+</sup>의 농도 기울기가 커짐에 따라 ATP 합성 효소를 통해 틸라코이드 내부에서 스트로마로 확산되는 H<sup>+</sup>의 양이 많아진다.

ㄷ. 광합성의 명반응에서 물의 광분해는 틸라코이드 막의 광계 II에서 일어난다.

### 12. 균계의 분류와 생활사

정답 ①

A는 격벽이 없는 접합균류의 격벽이고, B는 격벽이 있는 자낭균류와 담자균류의 균사이다. C는 자낭균의 분생 포자 형성 부위, D는 담자균류의 담자 포자 형성 부위이다.

[정답맞히기] ㄱ. 검은곰팡이는 접합균류로서 격벽이 없는 균사(A)를 갖는다.

[오답피하기] ㄴ. 푸른곰팡이는 자낭균류로서 담자병(D)에서 담자 포자를 형성한다.

ㄷ. 분생 포자는 체세포 분열을 통해 형성되고, 담자병에서의 담자 포자는 감수 분열을 통해 형성된다.

### 13. 광합성 과정(벤슨의 실험)

정답 ⑤

광합성에서 포도당이 합성되기 위해서는 빛을 필요로 하는 명반응이 먼저 일어나 ATP와 NADPH가 생성해야 이 물질을 이용하여 CO<sub>2</sub>를 환원시켜 포도당을 합성하는 암반응이 일어난다.

[정답맞히기] ㄱ. 스트로마에서 NADPH의 양은 빛이 없어 명반응이 일어나지 않는 t<sub>1</sub>일 때보다 빛이 있어 명반응이 일어난 구간 I에서 생성된 NADPH를 이용하여 암반응이 일어나는 t<sub>2</sub>일 때 더 많다.

ㄴ. 명반응이 일어나는 구간 I에서 물의 광분해가 일어나  $O_2$ 가 생성되지만 빛이 없는 구간 II에서는 명반응이 일어나지 않으므로  $O_2$ 가 생성되지 않는다.

ㄷ.  $t_3$  일 때 빛이 있으므로 명반응에서 생성된 ATP와 NADPH를 통해 암반응이 일어나므로 G3P가 6탄당 인산(포도당 인산)으로 전환되는 반응이 일어난다.

#### 14. 생물의 분류와 계통

정답 ④

계통수에서 가지가 분지되는 것은 분류 단계가 달라짐을 의미한다. 또한 같은 가지에서 갈라지고 공통 특징이 많은 생물일수록 서로 유연관계가 가깝다.

[정답맞히기] ㄱ. 식물 종 A~F를 2개의 과와 3개의 속으로 분류하는 계통수에서 F가 새로운 가지로 분지되므로 A~E가 하나의 과로 나누고, F가 또 다른 과로 나누어진 다. A~E 중 E가 다시 새로운 가지로 분지되므로 A~D는 하나의 속으로 나뉘고, E는 또 다른 속으로 나누어진 다. 따라서 A와 D는 같은 속에 속한다.

ㄷ. C는 D보다 A와 공통 특징이 많으므로, C와 A의 유연관계는 C와 D의 유연관계보다 가깝다.

[오답피하기] ㄴ. A~F는 A~E와 F로 구분하여 2개의 과로 나눌 수 있는데, E와 F는 과가 서로 다른데 뿌리 모양이 같은 것으로 보아 뿌리 모양은 A~F를 두 개의 과로 나누는 형질이 아님을 알 수 있다.

#### 15. 전자 전달계와 ATP 생성

정답 ②

엽록체의 틸라코이드 막과 미토콘드리아 내막에는 전자 전달계가 있어서 전자 이동을 통해  $H^+$ 의 농도 기울기가 형성되고,  $H^+$ 이 ATP 합성 효소를 통해 확산되면서 ATP가 합성된다.

[정답맞히기] ㄴ. 엽록체의 틸라코이드 막에서 스트로마(II)에서 틸라코이드 내부(I)로의  $H^+$  이동 방식은 전자의 이동 과정에서 방출된 에너지를 이용하여 일어나는 능동 수송이다.

[오답피하기] ㄱ. 엽록체에서 I은  $H^+$ 의 농도도 높아지는 틸라코이드 내부이다.

ㄷ. 미토콘드리아에서 전자 전달계를 억제하면 전자가 이동하지 못함에 따라 미토콘드리아 기질에서 막 사이 공간으로  $H^+$ 이 능동 수송되지 못하므로 막 사이 공간의  $H^+$  농도는 전자 전달계를 억제하기 전보다 낮아짐에 따라 pH는 더 높아진다.

#### 16. 진핵생물의 유전자 발현 조절

정답 ①

진핵생물에서 RNA 중합 효소가 전사 인자와 전사 개시 복합체를 형성해야 프로모터에 결합하여 전사가 일어난다.

[정답맞히기] ㄱ. 전사 개시 복합체는 전사 과정(㉠)에서 형성된다.

[오답피하기] ㄴ. ㉠은 인트론으로서 처음 만들어진 mRNA의 일부이기 때문에 DNA로부터 전사된 것이다.

ㄷ. 과정 ㉡은 RNA 가공 과정으로서 핵 속에서 일어난다.

### 17. 종 분화

정답 ③

지리적 격리로 인해 새로운 종이 분화되면 이소적 종 분화이고 동일 지역에서 지리적 격리 없이 돌연변이 등에 의해 새로운 종이 분화되면 동소적 종 분화이다. 어떤 지역의 일부가 분리되면 지리적 격리가 일어난 것이다.

[정답맞히기] ㄱ. 과정 ㉔는 일부 지역이 떨어져 나오면서 지리적 격리가 일어나 종 A로부터 종 B가 분화된 것이므로 이소적 종 분화에 해당한다.

ㄷ. 종 A로부터 먼저 종 B가 분화되고 이후에 종 A로부터 종 C가 분화되므로, 계통수에서 먼저 분화된 ㉕이 종 B이다.

[오답피하기] ㄴ. 과정 ㉖에서 종 A로부터 종 C의 분화는 동일 지역에서 지리적 격리 없이 동소적 종 분화를 통해 일어난 것이다. 창시자 효과는 유전적 부동에 해당하는 진화 요인으로서 모집단에서 일부 개체가 떨어져 나가 모집단과 유전자풀이 달라지는 현상이다.

### 18. 유전자 재조합 기술

정답 ④

플라스미드의 어떤 항생제에 대해 저항성을 갖는 물질을 발현시키는 유전자 부위에 새로운 유전자가 삽입되면 이 항생제에 대해 저항성을 갖지 못한다.

[정답맞히기] ㄱ. 유전자 B에 유전자 X가 삽입된 재조합 플라스미드를 갖는 대장균 Ⅲ은 한 가지 항생제가 첨가된 배지에서 군체를 형성하지 못한다. 따라서 ㉗은 테트라사이클린이 첨가된 배지에서는 군체를 형성하지만 카나마이신이 첨가된 배지에서는 군체를 형성하지 못하는 것으로 보아 유전자 B가 카나마이신 저항성 유전자임을 알 수 있다. ㉘은 유전자 C(카나마이신 저항성 유전자)에 유전자 X가 삽입된 재조합 플라스미드를 가지고 있기 때문에 유전자 X의 단백질을 생산한다.

ㄷ. 유전자 A가 정상인 플라스미드를 갖는 대장균은 모두 앰피실린이 첨가된 배지에서 생존하므로, 유전자 A는 앰피실린 저항성 유전자임을 알 수 있다.

[오답피하기] ㄱ. 유전자 C에 유전자 Y가 삽입된 재조합 플라스미드를 갖는 대장균 IV는 테트라사이클린과 카나마이신에 대해 저항성이 없어서 테트라사이클린이나 카나마이신이 첨가된 배지에서는 군체를 형성하지 못한다. 따라서 유전자 C는 테트라 사이클린 저항성 유전자임을 알 수 있다. 그래서 유전자 Y는 유전자 C(테트라사이클린 저항성 유전자)에 삽입된 것이다.

### 19. 유전자의 발현

정답 ③

정상 유전자 X의 DNA 가닥으로부터 전사된 mRNA의 염기 서열은 5'-CCAUGUCAUGUAGAUUCAUCAGGUAGGUAGCAU-3'이다. 이 염기 서열에서 개시 코돈은 5'-AUG-3'이고 개시 코돈을 포함하여 7개의 코돈이 존재하고, 종결 코돈이 5'-UAG-3'이므로 7개의 아미노산으로 구성된 폴리펩타이드가 합성된다. 따라서 제시된 X의 DNA 가닥이 주형 가닥임을 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. X\*로부터 아르지닌 대신 메싸이오닌이 지정되고 이후 아미노산 서열이 트레오닌-세린-㉠-아르지닌이 되기 위해서는 X\*로부터 전사된 mRNA의 염기 서열이 5'-CCAUGUCAUGUAUGACAUCAGGUAGGUAGCAU-3'가 되어야 하고, X\*의 DNA 가닥의 염기 서열은 5'-ATGCTACCTACCTGATGTCATACATGACATGG-3'이다. 따라서 전사의 주형 가닥에서 결실된 뉴클레오타이드의 염기 서열은 5'-AA-3'이다.

ㄷ. ㉠을 지정하는 코돈은 5'-GGU-3'이므로 ㉠은 글라이신이다.

[오답피하기] ㄴ. 전사의 주형 가닥에 삽입된 뉴클레오타이드의 염기는 A이다.

## 20. 개체군의 진화

정답 ⑤

T는 정상 대립 유전자이고, 대립 유전자 T\*는 유전병 대립 유전자이며, 이들 대립 유전자는 성염색체 X에 존재한다. ㉠과 ㉡은 유전병 A를 가지고 있으며, DNA 지문에서 DNA 띠가 한 가지만 나타나고, ㉠의 DNA 지문의 두께는 ㉡에 비해 2배인 것으로 보아 ㉠은  $X^{T*}X^{T*}$ 이고, ㉡은  $X^{T*}Y$ 임을 알 수 있다. ㉢의 지문은 T와 T\*를 함께 가지고 있는데 유전병이 나타나지 않은 것으로 보아 T는 T\*에 대해 우성임을 알 수 있다. 정상 대립 유전자 T의 빈도는  $p$ , 유전병 A 대립 유전자 T\*의 빈도는  $q$ 라고 정한다.

[정답맞히기] 10000명의 집단에서 유전병 A를 가지고 있는 사람은  $X^{T*}X^{T*}$ 인 여자와  $X^{T*}Y$ 인 남자이다.  $X^{T*}X^{T*}$ 의 빈도는  $q^2$ 이고,  $X^{T*}Y$ 의 빈도는  $q$ 이므로,  $(5000명 \times q^2) + (5000명 \times q) = 2800명$ 이다.  $25q^2 + 25q - 14 = 0$ 의 식이 성립되므로, 이를 인수분해하면  $(5q-2)(5q+7)=0$ 이다. 따라서  $q = \frac{2}{5} = 0.4$ 가 되고,  $p = 0.6$ 이 된다.

영희는 ㉠( $X^{T*}X^{T*}$ )의 딸이고 유전병 A가 없으므로, 영희의 유전자형은  $X^{T*}X^T$ 이다. 영희( $X^{T*}X^T$ )가 임의의 남성과 결혼하여 아이를 낳을 때, 이 아나가 유전병 A를 가지기 위해서는 남자의 유전자형이  $X^{T*}Y$ 이거나  $X^TY$ 인 경우가 해당한다. 영희( $X^{T*}X^T$ )와 임의의 남자( $X^TY$ ) 사이에 유전병 A를 갖는 아이가 태어날 확률은  $[\frac{1}{2} \times 0.4 (X^{T*}Y의 빈도)]$ 이고, 영희( $X^{T*}X^T$ )와 임의의 남자( $X^TY$ ) 사이에 유전병 A를 갖는 아이가 태어날 확률은  $[\frac{1}{4} \times 0.6 ((X^TY의 빈도))]$ 이다. 그래서 전체 확률은  $0.2 + 0.15 = 0.35$ 가 된다.