

2017학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 생명과학Ⅱ 정답 및 해설

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

1. 세포의 구조 비교

A는 남세균, B는 사람의 간세포, C는 시금치의 공변세포이다.

[정답맞히기] ㄱ. A는 진정세균계에 속하는 남세균이다. 진정세균에는 펩티도글리칸 성분의 세포벽이 있다.

ㄴ. 사람의 간세포와 시금치의 공변세포는 모두 핵막이 있는 진핵세포이다. **정답④**

[오답피하기] ㄴ. 남세균(A)과 시금치의 공변세포(C)에서는 모두 광합성이 일어나지만, 엽록체는 식물세포인 공변세포에만 있다.

2. 세포의 크기 측정

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 대물 마이크로미터 20눈금($=200\mu\text{m}$)과 접안 마이크로미터 50눈금이 겹쳤으므로 접안 마이크로미터 1눈금의 간격은 $\frac{200}{50}\mu\text{m} = 4\mu\text{m}$ 이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 세포 X의 크기는 $80\mu\text{m}(=20 \times 4\mu\text{m})$ 이다. (다)에서 현미경의 배율을 4배 증가시키면 접안 마이크로미터 1눈금의 간격은 4배 감소하여 $1\mu\text{m}$ 가 된다. 그러므로 (다)에서 X는 접안 마이크로미터 80눈금과 겹친다.

ㄴ. 접안 렌즈를 통해 눈으로 세포를 관찰할 수 있는 현미경은 광학 현미경이다.

3. 캘빈 회로

X는 G3P, Y는 RuBP, Z는 3PG(PGA)이다.

[정답맞히기] ㄱ. 3분자의 CO_2 가 고정될 때, 캘빈 회로를 구성하는 3PG(PGA)와 G3P는 6분자, RuBP는 3분자이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 1분자당 탄소 수와 인산기 수는 각각 RuBP(Y)가 5와 2이고, 3PG(PGA)(Z)가 3과 1이다. 그러므로 1분자당 $\frac{\text{탄소 수}}{\text{인산기 수}}$ 는 2.5인 RuBP(Y)보다 3인 3PG(PGA)(Z)가 크다.

ㄴ. 과정 I에서 3분자의 ATP가 사용되고, 과정 II에서 6분자의 NADPH가 사용되므로 $\frac{\text{과정 I에서 사용된 ATP의 분자 수}}{\text{과정 II에서 사용된 NADPH의 분자 수}} = \frac{1}{2}$ 이다.

4. 세포막을 통한 물질 출입

I은 능동 수송, II는 촉진 확산, III은 단순 확산이다.

[정답맞히기] ㄱ. 저농도에서 고농도로 물질이 이동하는 능동 수송에서는 펌프 기능을 하는 막 단백질이 이용된다.

ㄷ. 폐포에서 세포막을 통한 O_2 의 이동은 단순 확산(Ⅲ)에 의해 일어난다. **정답④**

[오답피하기] ㄴ. 그림에서 처음에는 세포 안과 밖의 ㉠ 농도가 C로 같다가 ㉠이 세포 안으로 이동하며 점점 세포 안의 ㉠ 농도는 높아졌으며, 그동안 세포 밖의 ㉠ 농도는 C보다 낮아졌다. ㉠은 저농도에서 고농도로 이동하므로 ㉠의 이동 방식은 능동 수송(Ⅰ)이다.

5. 지구 대기 변화와 생물의 출현 과정

㉡은 무산소 호흡 종속 영양 생물, ㉢은 광합성 세균, ㉣은 호기성 세균이다.

[정답맞히기] ㄱ. ㉡의 출현으로 대기 중에 CO_2 가 방출되었으므로 ㉡은 무산소 호흡 종속 영양 생물이다.

ㄴ. ㉢은 광합성 세균이므로 광합성을 통해 빛에너지를 화학 에너지로 전환하여 유기물을 합성한다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 원핵생물인 광합성 세균(㉢)과 호기성 세균(㉣)은 모두 막으로 둘러싸인 세포 소기관을 가지지 않는다.

6. 종 분화의 과정

A가 B로 종 분화된 것은 지리적 격리 후에 일어난 것이므로 이소적 종 분화이고, B가 C로 종 분화된 것은 지리적 격리 없이 일어났으므로 동소적 종 분화이다.

[정답맞히기] ㄱ. B와 C 사이에 지리적 격리는 일어나지 않았지만 서로 다른 생물학적 종이므로 생식적으로 격리되었다.

ㄷ. 이소적 종 분화(A가 B로 종 분화)가 동소적 종 분화(B가 C로 종 분화)보다 먼저 일어났다. **정답④**

[오답피하기] ㄴ. B로부터 C의 종 분화가 일어난 것이 A로부터 B의 종 분화가 일어난 것보다 최근에 일어났으므로 C와 A의 유연관계는 C와 B의 유연관계보다 멀다.

7. 에이버리의 실험

I은 S형균, II는 R형균이다.

[정답맞히기] ㄴ. ㉡을 처리하면 R형균(II)이 S형균(I)으로 형질 전환되지 않으므로 ㉡은 유전 물질인 DNA를 분해하는 DNA 분해 효소이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. II는 피막(협막)을 가지지 않는 R형균이다.

ㄷ. (나)에서는 열처리로 죽은 S형균(I)의 추출물에 있는 DNA에 의해 살아 있는 R형균(II)이 S형균(I)으로 형질 전환되었다.

8. 벤슨의 실험

A는 CO_2 , B는 빛이다.

[정답맞히기] ㄱ. 구간 I과 III에서 CO_2 는 있고 빛이 없으며, II에서 CO_2 는 없고 빛은 있다. 그러므로 ㉡과 ㉢은 모두 '×'이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 광인산화가 일어날 때는 H^+ 이 틸라코이드 내부로 능동 수송된다.

광인산화가 일어나지 않는 I에서는 광인산화가 일어나는 II에서보다 틸라코이드 내부의 H^+ 농도는 낮고 pH가 높다.

ㄷ. t_1 은 II에서 명반응에 의해 생성된 NADPH와 ATP가 암반응에 사용되지 않아 스트로마에 축적된 시점이고, t_2 는 일시적으로 명반응 없이 암반응만 일어나 스트로마의 NADPH와 ATP가 소비된 상태이다. 따라서 스트로마에서 NADPH의 농도는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 높다.

9. 동물계의 분류

A는 거미, B는 우렁챙이, C는 갯지렁이이며, I은 '진체강이 있다.', II는 '원구가 입이 된다.', III은 '외골격이 있다.'이다.

[정답맞히기] ㄱ. 거미(A)는 절지동물에 속하므로 체절이 있다.

ㄴ. 우렁챙이(B)는 척삭동물 중 미삭동물(미삭류)에 속한다.

ㄷ. 환형동물에 속하는 갯지렁이(C)는 트로코포라 유생 시기를 갖는다. 정답⑤

10. 세포 호흡과 발효

I은 에탄올(A)이 생성되는 과정, II는 젖산(B)이 생성되는 과정, III은 아세틸 CoA(C)가 생성되는 과정이다. ㉠은 NADH, ㉡은 CO_2 이다.

[정답맞히기] ㄴ. I은 에탄올(A)이 생성되는 알코올 발효 과정이므로, 이 과정에서는 CO_2 가 발생하는 탈탄산 반응이 일어난다.

ㄷ. 사람의 근육 세포에서 일어나는 피루브산의 산화(III)는 미토콘드리아의 기질에서 일어난다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. 1분자당 수소 수는 에탄올(A)과 젖산(B)이 모두 6으로 같고, 1분자당 탄소 수는 에탄올(A)이 2이고 젖산(B)이 3이다. 그러므로 1분자당 $\frac{\text{수소 수}}{\text{탄소 수}}$ 는 에탄올(A)이 젖산(B)보다 크다.

11. 병목 효과

병목 효과는 유전적 부동의 예로 원래의 집단이 질병이나 산불 등의 자연 재해에 의해 개체수가 급감함에 따라 유전자풀이 예측 불가하게 우연히 변화하는 것이다.

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

ㄴ. 집단의 유전자풀을 변화시키는 요인에는 돌연변이, 자연선택, 유전적 부동, 유전자 흐름(이입과 이출)이 있다. 병목 효과는 유전적 부동에 속한다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 원래의 집단에서 적은 수의 개체가 다른 지역으로 이주하여 새로운 집단을 형성할 때 유전자풀이 우연히 변하는 현상은 창시자 효과이다.

12. DNA의 염기 조성

X, Y, Z에서 염기쌍 비율과 염기 비율은 그림과 같이 정리된다.

	DNA X GC% = 40% AT% = 60%		DNA Y GC% = 70% AT% = 30%		RNA Z GC% = 40% AT% = 60%	
	X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂	Z	
G%	16	24	40	30	16	
C%	24	16	30	40	24	
A%	32	28	18	12	32	
T%	28	32	12	18	28	

[정답맞히기] ㄴ. 염기 간 수소 결합의 총 개수는 (2+‘GC 염기쌍 비율’)×총 염기쌍 수’이므로 X가 720개(2.4×300)로 810개(2.7×300)인 Y보다 90개 적다.

ㄷ. X₁의 G 개수(300개의 16%) + X₂의 A 개수(300개의 28%) + Y₂의 C 개수(300개의 40%) = (0.16 + 0.28 + 0.40)×300개 = 0.84×300개 = 252개이다. **정답⑤**

[오답 피하기] ㄱ. Z에 G의 비율이 16%이므로 주형으로 사용된 DNA 가닥은 C의 비율이 16%인 X₂이다.

13. 경쟁적 저해제와 비경쟁적 저해제

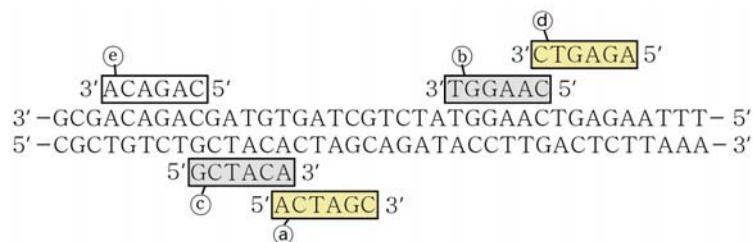
[정답 맞히기] ㄴ. 효소 반응은 효소의 활성 부위에 기질이 결합하여 반응이 촉매되는 것이다. 경쟁적 저해제(I)가 있어도 효소 반응은 경쟁적 저해제가 결합하지 않은 효소에 의해 일어나므로 효소 반응의 활성화 에너지는 저해제가 없을 때와 같다. **정답②**

[오답 피하기] ㄱ. I이 있을 때 초기 반응 속도의 상댓값의 최댓값이 100에 이르렀으므로 I은 경쟁적 저해제이다.

ㄷ. S₂일 때 저해제가 없으면 초기 반응 속도가 100이므로 X의 활성 부위가 기질로 포화된 상태이다. S₂일 때 비경쟁적 저해제(II)가 있으면 초기 반응 속도가 50이며 더 이상 커지지 않는 것으로 보아 X의 50%는 비경쟁적 저해제가 활성 부위가 아닌 다른 자리에 결합하여 X의 활성 부위가 기질과 결합할 수 없게 변화된 상태이고, X의 나머지 50%는 활성 부위가 기질로 포화된 상태이다. 그러므로 S₂일 때 $\frac{\text{기질과 결합하지 않은 X의 수}}{\text{기질과 결합한 X의 수}}$ 는 저해제가 없을 때(0)가 비경쟁적 저해제(II)가 있을 때(1)보다 작다.

14. 중합 효소 연쇄 반응(PCR)

프라이머 ㉑~㉕는 그림과 같이 정리되므로 ㉑은 3′, ㉒은 5′이고 ㉓~㉕은 모두 3′이다.



[정답 맞히기] ㄱ. 프라이머는 주형 DNA 단일 가닥의 표적 서열에서 3' 말단 쪽에 상보적으로 결합한다. ㉠과 ㉡은 모두 3'이다.

ㄴ. ㉠은 5'-ACTAGC-3'이고 ㉡은 5'-AGAGTC-3'이므로 ㉠과 ㉡의 5' 말단 염기는 모두 아데닌(A)이다. 정답 ③

[오답 피하기]

ㄷ. PCR에 이용되는 1쌍을 이루는 2개의 프라이머는 각각 서로 다른 주형 DNA 가닥에 결합한다. ㉠과 ㉡은 모두 문제에 제시된 DNA 단일 가닥의 상보 가닥에 결합하므로 시험관 III에서는 PCR에 의한 DNA 조각의 증폭이 제대로 일어나지 않는다.

15. 전자 전달계와 산화적 인산화

㉠은 막 사이 공간, ㉡은 미토콘드리아 기질, ㉢은 $FADH_2$, ㉣은 $NADH$ 이다.

[정답 맞히기] ㄱ. ㉢이 산화될 때는 H^+ 의 능동 수송이 2번 일어나므로 ㉢은 $FADH_2$ 이다.

ㄴ. 전자 전달을 통해 이동한 전자에 대한 최종 수용체는 O_2 이므로, 단위 시간당 전자 전달계를 통해 이동하는 전자의 수는 O_2 소비가 빠르게 일어나는 구간 I에서가 O_2 소비가 느리게 일어나는 구간 II에서보다 많다. 정답③

[오답 피하기] ㄷ. 구간 II에서는 X가 존재하므로 막 사이 공간(㉠)에 축적되는 H^+ 이 ATP 합성 효소를 통해 기질로 이동하는 것이 차단되어 X를 처리하기 전보다 막 사이 공간에서의 pH는 낮고 기질에서의 pH는 높다. 구간 III에서는 X와 Y가 함께 존재하므로 ATP 합성 효소를 통한 H^+ 의 이동은 차단되지만 H^+ 이 인지질 2중층을 직접 통과하여 기질로 이동하므로 Y를 처리하기 전보다 막 사이 공간에서의 pH가 높다. 구간 III에서 O_2 소비가 빠른 것은 막 사이 공간에서의 pH가 높기 때문에 나타나는 현상이다. 따라서 막 사이 공간(㉠)에서의 pH에 대한 기질(㉡)에서의 pH ($\frac{\text{㉠에서의 pH}}{\text{㉡에서의 pH}}$)는 구간 II에서가 구간 III에서보다 크다.

16. 진핵세포의 유전자 발현 조절

II에서 ㉠만 발현될 때 유전자 x (㉢또는 ㉣이 있어야 전사가 촉진됨)와 y (㉢이 꼭 있어야 전사가 촉진됨)는 전사가 촉진될 수 없으므로 z 는 전사가 촉진되어야 한다. 따라서 ㉣은 C에 결합한다. I에서는 X와 Y가, II에서는 Z만, III에서는 X와 Z가 발현된다.

[정답 맞히기] ㄱ. ㉣이 발현되지 않는 I에서 X~Z 중 2가지만 발현되려면 ㉢과 ㉣이 발현되고 ㉣은 발현되지 않아야 한다. 이때 X와 Y가 발현된다. ㉢만 발현되면 X만, ㉢과 ㉣이 발현되면 X~Z가, ㉢이 발현되지 않으면 ㉣이 발현될 때만 Z가 발현된다.

ㄴ. ㉢이 발현되지 않는 III에서는 Z는 발현될 수 없으므로 X~Z 중 2가지가 발현되려면 ㉣은 반드시 발현되어야 한다.

ㄷ. ㉔의 결합 부위가 C이므로 ㉔의 결합 부위는 D이다.

정답⑤

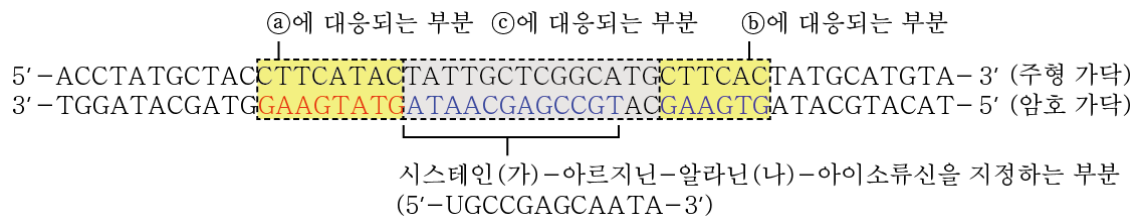
17. 진핵세포의 전사와 번역

‘(가)-아르지닌-(나)-아이소류신’을 암호화하는 DNA에는 다음과 같은 서열이 있어야 한다.



이를 만족하려면 제시된 가닥은 전사 과정에서 주형 가닥이어야 한다.

이를 바탕으로 X에 트레오닌이 있으려면 성숙한 mRNA에 염기 서열 5'-AC○-3'이 있어야 하므로 RNA 가공 과정 중 제거되는 ㉔의 염기 서열은 5'-GUGAAG-3', ㉔의 염기 서열은 5'-GUAUGAAG-3'이다.



[정답 맞히기] ㄱ. ㉔의 염기 서열은 5'-GUAUGAAG-3'이므로 3' 말단 염기는 구아닌(G)이다. 정답①

[오답 피하기] ㄴ. (가)는 코돈 5'-UGC-3'에 의해 지정되는 시스테인이다.

ㄷ. X를 지정하는 부분의 성숙한 mRNA의 개시 코돈~종결 코돈까지의 염기 서열은 5'-AUG/CAU/ACA/UGC/CGA/GCA/AUA/GUA/GCA/UAG-3'이다.

그러므로 6번째 아미노산을 운반하는 tRNA의 안티코돈 5'-UGC-3'에서 5' 말단 염기는 유라실(U)이다.

18. 생물의 분류 단계와 학명

[정답 맞히기] ㄱ. ‘강’은 ‘목’의 하위 분류 단계이다. 그러므로 같은 십각목에 속하는 두 종 A와 B는 같은 ‘강’에 속한다.

ㄴ. D의 학명은 속명 ‘*Chionoecetes*’과 종소명 ‘*japonicus*’, 그리고 명명자 ‘Rathbun’으로 구성되므로 이명법을 사용하였다.

ㄷ. 같은 ‘과’에 속하는 C와 A의 유연관계는 서로 다른 ‘과’에 속하는 C와 D의 유연관계보다 가깝다. 정답 ⑤

19. 비들과 테이텀의 실험

㉔은 오르니틴, ㉔은 아르지닌, ㉔은 시트룰린이다. I은 효소 A를 합성하지 못하고, II는 효소 C를 합성하지 못한다.

[정답 맞히기] ㄴ. ㉔은 오르니틴이므로 ㉔을 합성하는 효소는 A이다.

정답②

[오답 피하기] ㄱ. II는 효소 C를 합성하지 못하므로 유전자 c에 돌연변이가 일어난 것이다.

ㄴ. ㉔은 시트룰린이다. ㉔이 오르니틴이면 ㉓은 시트룰린, ㉔은 아르지닌이어야 하고, I은 최소 배지에 시트룰린(㉓)이 첨가된 경우 생장하며 오르니틴(㉔)을 합성하므로 시트룰린을 합성하지 못하는 돌연변이일 것이다. 그렇다면 I은 최소 배지에 아르지닌(㉔)이 첨가된 경우 오르니틴을 합성해야 하는데 합성하지 못하므로 ㉔은 오르니틴이 아니다.

20. 멘델 집단에서의 유전자 빈도와 개체수 빈도

이 동물의 몸 색에 대해 유전자형에 따른 표현형과 각 집단에서의 개체수를 정리하면 다음과 같다. ㉑~㉔은 각 개체수에 대해 기호를 임의로 부여한 것이다.

유전자 형	AA	AA*	A*A*
표현형	검은색	검은색	회색
I에서의 개체수	㉑	㉒	1000
II에서의 개체수	㉓	㉔	1000

I에서 AA*인 개체들과 A*A*인 개체들을 합쳐서 A의 빈도가 $\frac{3}{8}$ 이면

A의 빈도는 $\frac{㉒}{2㉒+2000} = \frac{3}{8}$ 이다. $2㉒=6000$ 이므로 ㉒은 3000이다.

I에서 AA인 개체들과 A*A*인 개체들을 합쳐서 A의 빈도가 $\frac{5}{7}$ 이면

A의 빈도는 $\frac{2㉑}{2㉑+2000} = \frac{5}{7}$ 이다. $4㉑=10000$ 이므로 ㉑은 2500이다.

I에서 A의 빈도는 $\frac{2㉑+㉒}{2㉑+2㉒+2000} = \frac{5000+3000}{5000+6000+2000} = \frac{8000}{13000} = \frac{8}{13}$ 이다.

[정답 맞히기] ㄱ. 멘델 집단에서는 하디-바인베르크 법칙이 성립한다. I에서 열성 대립 유전자 A*의 빈도를 제공한 값 $q^2 = (\frac{5}{13})^2$ 이 열성 표현형을 나타내는 개체수의 빈도($\frac{2}{13}$)와 다르므로 I은 멘델 집단이 아니다. 따라서 II가 멘델 집단이다.

[오답 피하기] ㄴ. I에서 A의 빈도가 $\frac{8}{13}$ 이므로 $\frac{II에서 A^*의 빈도}{I에서 A의 빈도} = \frac{13}{20}$ 에서 II에서

A*의 빈도는 $\frac{2}{5}$ 이다. II는 멘델 집단이므로 열성 대립 유전자 빈도의 제곱(q^2)은 열성 표현형인 회색 몸 개체수의 빈도가 같다. $(\frac{2}{5})^2 = \frac{1000}{II의 전체 개체수}$ 이므로, II의 전체 개체수는 6250이고 전체 개체수가 6500인 I와의 개체수 차이는 250이다.

ㄴ. I과 II 중 멘델 집단은 II이고 II에서 A의 빈도(p)는 $\frac{3}{5}$, A*의 빈도(q)는 $\frac{2}{5}$ 이

다. 회색 몸의 유전자형은 A^*A^* 이므로 암컷과 수컷에서 모두 A^* 를 물려받는 경우에 회색 몸이 된다.

임의의 검은색 몸 암컷과 임의의 검은색 몸 수컷에서 만들어지는 생식 세포에서 A^* 를 갖는

것의 빈도는 모두 $\frac{2pq}{2(p^2 + 2pq)} = \frac{2pq}{2p(p+2q)} = \frac{q}{1+q} = \frac{2}{7}$ 이다.

그러므로 II에서 임의의 검은색 몸 암컷이 임의의 검은색 몸 수컷과 교배하여 자손(F_1)을

낳을 때, 이 F_1 이 회색 몸(A^*A^*)일 확률은 $\frac{2}{7} \times \frac{2}{7} = (\frac{2}{7})^2$ 이다.