

2020학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 생명과학II 정답 및 해설

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

1. 세포의 연구 방법

식물 세포를 세포 분획법으로 원심 분리하면 핵, 엽록체, 미토콘드리아 순으로 분리되므로 ㉠은 핵, ㉡은 엽록체, ㉢은 미토콘드리아이다.

[정답맞히기] ㄱ. 핵(㉠)은 내막과 외막의 2중막을 갖는다.

ㄷ. 미토콘드리아는 크리스탈 구조를 가지며 상층액 ㉚에는 미토콘드리아가 있다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. 이 과정은 세포 분획법이다.

2. 세포의 구조와 기능

세포벽을 갖는 것은 대장균과 시금치의 공변세포이고, 핵막을 갖는 것은 사람의 간세포와 시금치의 공변세포이다. 따라서 ㉠은 시금치의 공변세포, ㉡은 대장균, ㉢은 사람의 간세포이다.

[정답맞히기] ㄴ. 진정세균계(세균계)에 속하는 대장균(㉡)의 세포벽에는 펩티도글리칸 성분이 있다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. 세포벽과 핵막을 갖는 ㉠은 시금치의 공변세포이다.

ㄷ. 대장균(㉡)은 원핵 세포이고, 사람의 간세포(㉢)은 진핵 세포이다.

3. 세포막을 통한 물질의 이동

I은 세포외 배출(외포 작용), II는 능동 수송, III은 단순 확산이다.

[정답맞히기] ㄱ. 세포 안에서 세포 밖으로의 인슐린 이동은 세포외 배출(외포 작용)에 의해서 일어난다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. 틸라코이드 내부에서 H^+ 이 ATP 합성 효소를 통해 스트로마로 이동하는 방식은 확산이다.

ㄷ. 단순 확산은 물질이 인지질 2중층을 직접 통과하여 이동하는 방식이다.

4. 캘빈회로

캘빈회로에서 물질의 생성 순서는 $3PG(PGA) \rightarrow G3P \rightarrow RuBP$ 이다. A초일 때 ㉠, C초일 때 ㉠과 ㉡, B초일 때 ㉠, ㉡, ㉢이 검출되므로 시간의 흐름은 A \rightarrow C \rightarrow B이고, ㉠은 3PG(PGA), ㉡은 G3P, ㉢은 RuBP이다.

[정답맞히기] ㄱ. 암반응(캘빈 회로)은 엽록체의 스트로마에서 일어나므로 탄소 고정으로 생성된 3PG(PGA)는 엽록체의 스트로마에 있다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. 1분자당 탄소 수는 G3P는 3, RuBP는 5이다.

ㄷ. ㉠~㉢ 중 ^{14}C 가 포함된 최초 생성물은 ㉠이다.

5. 개체군의 진화

[정답맞히기] ㄱ. 창시자 효과는 유전적 부동의 한 현상이다.

ㄴ. 창시자 효과에 의해서 새로운 집단을 형성할 때 유전자풀이 모집단과 달라진다.

정답④

[오답피하기] ㄷ. DNA 변화에 의해 집단 내에 존재하지 않던 새로운 대립 유전자를 제공하는 것은 돌연변이이다.

6. 유전 물질

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 열처리로 죽은 S형균의 추출물을 ㉠으로 처리 후 살아 있는 R형균과 혼합하여 S형균이 관찰되었으므로 ㉠은 DNA 분해 효소가 아니다. 즉 단백질 분해 효소이다.

ㄴ. (나)에서 허시와 체이스의 시험에서는 ^{32}P 로 표지된 DNA가 파지에 있고 이것이 숙주인 대장균으로 이동한다. 따라서 침전물 ④에 ^{32}P 로 표지된 DNA가 있다. 정답④

[오답피하기] ㄷ. (가)에서 피막(협막)을 갖는 것은 S형균이다. R형균은 피막을 갖지 않는다.

7. 효소 반응

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 초기 반응 속도를 비교할 때 S₁에서 초기 반응 속도가 더 높은 조건 I은 저해제 X가 없을 때이고 II는 저해제 X가 있을 때이다. 또한 기질 농도가 증가함에 따라 저해 효소가 상쇄되는 것을 보아 X는 경쟁적 저해제이다.

ㄷ. (가)에서 $\frac{\text{기질과 결합하지 않은 } E\text{의 수}}{\text{기질과 결합한 } E\text{의 수}}$ 가 높으면 초기 반응 속도는 낮다. 따라서 II에서 가 I에서보다 크다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 시간에 따라 기질의 감소 속도가 빠른 ㉠은 저해제가 없을 때 즉 조건 I이고, ㉡은 조건 II이다.

8. 생물의 다양성

갯지렁이는 환형동물, 거미는 절지동물, 해파리는 자포동물, 회충은 선형동물이다. 주어진 표를 각 생물이 가진 특징의 유무에 따라 정리하면 다음과 같다.

동물	특징	A 체절	B 체강	C 외골격
(가) 갯지렁이	○	○	×	
(나) 회충	×(?)	○	×	
(다) 거미	○(㉠)	○	○	
(라) 해파리	×	×	×	×(?)

(○: 있음, ×: 없음)

[정답맞히기] ㄱ. 거미는 체절을 가지므로 ㉠은 ○이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. (나)는 회충이다. 회충이 속한 선형동물은 선구동물로 발생 과정에서 원구가 입이된다.

ㄷ. (라)는 자포동물인 해파리이다. 자포동물은 2배엽성으로 중배엽을 갖지 않는다.

9. 종분화

[정답맞히기] ㄱ. 지리적 격리가 일어나 종이 분화되었으므로 A와 C는 생식적으로 격리되어 있다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. A에서 B가 분화되고 B에서 C가 분화되었다. 따라서 ㉠은 A, ㉡과 ㉢은 B 또는 C이다.

ㄷ. A에서 B로 종분화가 일어날 때 지리적 격리는 1회 일어났다. B와 C(㉡과 ㉢)의 종분화는 같은 서식지에서 일어난 종분화이므로 동소적 종 분화에 해당한다.

10. 광합성 명반응

[정답맞히기] ㄴ. (다)에서 O_2 가 발생한 것을 보아 명반응을 통해 H_2O 의 광분해가 일어났다.

[오답피하기] ㄱ. 실험에서 광합성 반응에서 발생하는 전자를 받아 옥살산철(III)이 환원되었다. 실제 엽록체에서 옥살산철(III)처럼 환원되는 물질은 $NADP^+$ 이다.

ㄷ. 광합성에서 물의 광분해와 O_2 의 생성은 비순환적 광인산화에 관여하는 광계 Ⅱ에서 일어난다. 정답②

11. DNA 복제

Z는 피리미딘 계열의 염기로 구성된다고 했으므로 U와 C로 구성된다. 이에 상보적인 서열은 A와 G로만 구성된다. 만약 Y가 Z에 상보적이라면 Y는 U를 갖지 않는다. 이 경우 ④에서 $(A+T)/(G+C)=3/2$ 이고 $A+T+G+C=24$ 이어야 하는데 이 경우 각 염기의 수가 분수가 나와 성립하지 않는다. 따라서 X가 Z에 상보적이다. ④에서 $A+T=12$, $G+C=8$, $U=4$ 인 경우 조건을 만족하며 Y는 U로만 구성된다. ④에서 수소 결합수가 56, $A+T+G+C=24$ 이다. I에서 $(A+T)/(G+C)=3$ 이고 $A+T+G+C=20$ 으로 $A+T=15$, $G+C=5$ 이고 Z에 상보적인 X는 G가 3개 A가 1개로 구성된다. (가)에서 $(A+④)/(G+⑤)=2$ 이다. 이때, ④가 C이고 ⑤가 T라면 샤크프의 법칙에 위배된다. 따라서 ④가 T이고 ⑤가 C이다.

[정답맞히기] ㄴ. 염기 간 수소 결합의 총개수는 I에서 $45 (=5 \times 3 + 15 \times 2)$ 이고 Ⅱ에서 $48 (=8 \times 3 + 12 \times 2)$ 이다. 따라서 염기 간 수소 결합의 총개수는 ㉠과 Ⅱ 사이가 ㉠과 I 사이보다 많다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. X는 A와 G로 구성되므로 U를 가지지 않는다.

ㄷ. ㉠은 ④과 같은 염기 서열을 가진다. ④에서 $\frac{T}{A} = \frac{9}{7}$, $\frac{C}{G} = \frac{3}{5}$ 이므로 ④에서 피리미딘 계열인 U를 T로 가정하면 $\frac{A}{T} = \frac{7}{9}$, $\frac{G}{C} = \frac{5}{3}$ 이다. ㉠에서 $A+T=32$, $G+C=16$ 이다. 양쪽을 비교하면 $A=18$, $T(U\text{포함})=14$, $G=6$, $C=10$ 이다. 따라서 $\frac{\text{퓨린 계열 염기의 개수}}{\text{피리미딘 계열 염기의 개수}} = \frac{A+G}{T+C+U} = 1$ 이다.

12. 세포 호흡

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 미토콘드리아의 전자 전달계에서 소모되는 ④는 NADH, ⑤는 FADH₂이다. 과정 I과 II에서 모두 NADH(④)가 생성된다.

ㄴ. (나)에서 NADH(④) 1분자와 FADH₂(⑤) 1분자로부터 각각 2개의 전자가 전자 전달계로 전달된다.

[오답피하기] ㄴ. 기질 수준 인산화는 과정 II에서 일어난다.

정답⑤

13. 발효

1분자당 탄소 수가 A와 B가 같다고 하였으므로 I 과정은 사람의 근육 세포에서 일어나는 젖산 발효이고 II 과정은 효소에서 일어나는 에탄올 발효이다. 따라서 A는 피루브산, B는 젖산, C는 에탄올이다.

[정답맞히기] ㄱ. ⑦은 사람의 근육 세포이다. 사람의 근육 세포에서 젖산 발효가 일어날 수 있다.

ㄴ. 에탄올 발효(과정 II)에서는 CO₂가 발생한다. 즉 탈탄산 반응이 일어난다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. 젖산 발효(과정 I)에서 피루브산이 젖산이 될 때 NADH가 산화된다. NAD⁺의 환원은 포도당이 피루브산이 될 때 일어난다.

14. 계통수와 생물 분류

A~F는 2개의 목과 3개의 과로 분류된다고 하였다. 오른쪽 계통수에서 3개의 과로 구성되므로 E, ⑦과 ⑧, C와 빈칸의 종이 각각 과를 구성한다. 표에서 A와 D는 속명이 같으므로 같은 말과에 속한다. 따라서 A와 D는 ⑦ 또는 ⑧이다. C와 함께 묶이는 빈칸에는 B 또는 F가 올 수 있다. A와 D가 말목이므로 계통수를 고려할 때 소목에 해당하는 B는 C와 같은 과로 묶일 수 없다. 따라서 F가 C와 묶일 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. A와 D는 ⑦ 또는 ⑧이며 같은 *Equus*속에 속한다.

ㄴ. F는 C와 같은 과에 속한다. 즉 코뿔소과이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. B는 C와 다른 목에 속하므로 C와 B이 유연관계는 C와 D의 유연관계보다 멀다.

15. 유전자 발현 조절

각 세포가 분화하기 위해 필요한 전사 인자의 조합을 고려하여 주어진 표를 자료에 따라 정리하면 다음과 같다.

구분	이자 세포	망막 세포	뇌세포	결실된 유전자
	A, B발현	A, C발현	B, C발현	
야생형	○	○	○	없음
I	×	○(?)	×	b
II	×	×(⑦)	○	a
III	○	×	×	c

(○: 형성됨, ×: 형성 안 됨)

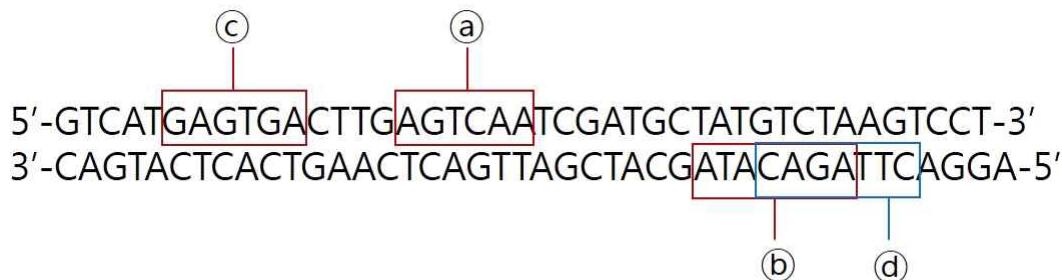
[정답맞히기] ㄱ. Ⅱ는 a가 결실된 유전자로 A와 C가 모두 발현되어야 하는 망막 세포는 형성되지 않는다. 즉 ⑦은 'X'이다.

ㄴ. I은 이자 세포와 뇌세포가 모두 형성되지 않는 것을 보아 b가 결실된 돌연변이이다.

ㄷ. 야생형의 이자 세포에는 유전자의 결실이 일어나지 않았으므로 a, b, c가 모두 존재한다.

정답⑤

16. 중합 효소 연쇄 반응(PCR)



I에서 2중 가닥 DNA 조각이 증폭되었으므로 ⑥는 아래 DNA 가닥에서 ⑦보다는 5‘말단 방향에 존재해야 한다. 퓨린 계열 염기의 수가 5이고 프라이머와 x의 주형 가닥 사이의 수소 결합 총개수가 16개를 만족하는 ⑧의 염기 서열은 AGACATA이다. Ⅱ에서 증폭된 DNA 조각에서 염기쌍의 개수가 30이므로 ⑨의 염기 서열은 GAGTG이다. ⑩에서 A와 T의 수를 a, G와 C의 수를 b라 할 때 $a+b=7$, $2a+3b=17$ 이다. 따라서 A와 T의 수는 4, G와 C의 수는 3이다. 이를 만족하는 ⑪의 염기 서열은 CTTAGAC이다.

[정답맞히기] ㄴ. ⑨의 염기 서열은 GAGTG이고 퓨린 계열 염기의 수는 5이다.

ㄷ. Ⅲ에 사용된 프라이머는 ⑩과 ⑪이다. 증폭된 DNA 조각의 염기쌍 개수는 33이며 한 쪽 가닥에서 A와 T의 수는 19이고, G와 C의 수는 14이다. 따라서 염기 간 수소 결합 총개수는 $2x19+3x14=80$ 이다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. ⑥의 염기 서열은 AGACATA이므로 3‘ 말단 염기는 아데닌(A)이다.

17. 변역

z는 x의 전사 주형 가닥에서 1개의 사이토신(C)이 결실된 것이고, Z의 4번째 아미노산은 트립토판이므로 첫 번째와 두 번째 아미노산은 X와 같은 메싸이오닌-알라닌으로 추론할 수 있다. 트립토판을 암호화하는 코돈은 UGG이므로 x의 전사 주형 가닥에서 사이토신의 결실을 고려할 때 아미노산의 서열은 ⑦-⑧-⑨ 또는 ⑩-⑪-⑫이 된다. y가 전사된 mRNA의 서열은

5'-GC/AUG/GCA/ACG/AGU/UGG/UUC/AAU/GGC/UUG/**UGA**GUC-3'이고 이를 고려하면 X의 아미노산 서열은 ⑬-⑭-⑮-⑯이다.

구분	ⓐ		ⓑ		ⓒ			ⓓ	
X	메싸이오닌	알라닌	라이신	류신	발린	글루타민	트립토판	류신	발린
x의 코돈	AUG	GCU GCC GCA GCG	AAA AAG	UUA UUG CUU CUC CUA CUG	GUC GUA GUG	GUU CAA CAG	UGG	UUA UUG CUU CUC CUA CUG	GUU GUC GUA GUG

[정답맞히기] ㄱ. ⓑ은 (가), ⓒ은 (나), ⓓ은 (가)이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. x와 y의 전사 주형 가닥을 비교하면 다음과 같다.

x : 5'-GACT**???**ACAAGCCATTGAACCAACTTGCATGC-3'

y : 5'-GACTCACAAAGCCATTGAACCAACT**CG**TGCCCCATGC-3'

ⓐ에 해당하는 염기에는 사이토신(C)과 구아닌(G)이 있다.

ㄷ. z는 x의 전사 주형 가닥의 3' 말단에서 11번째에 있는 사이토신(C)이 결실된 것이다. z가 전사된 mRNA의 서열은

5'-GC/AUG/GCA/AAU/UGG/UCC/AGU/GGC/**UAG**UGUGAGUC-3'이다. 따라서 Z가 합성될 때 사용된 종결 코돈의 염기 서열은 UAG이다. 반면 X가 합성될 때 사용된 종결 코돈은 UGA 또는 UAA(발린을 암호화하는 코돈이 GUG일 때)이다.

18. 지구의 대기 변화와 생물의 출현 과정

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

[정답맞히기] ㄴ. 광합성 과정에서는 빛에너지가 화학 에너지로 전환된다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 최초의 생명체인 ㉠은 무산소 호흡 종속 영양 생물이다.

ㄷ. 효모는 균계에 속하는 생물이다.

19. 하디-바인베르크 법칙

[정답맞히기] 갈색 꼬리털 대립 유전자를 A, 흰색 꼬리털 대립 유전자를 A*라 하고 (가)에서 A의 빈도는 p_1 , A*의 빈도는 q_1 , (나)에서 A의 빈도는 p_2 , A*의 빈도는 q_2 라 하자. 만약 A가 열성이라면 유전자형이 AA인 개체만 갈색 꼬리털을 나타내므로

(가)에서 $\frac{\text{갈색 꼬리털 대립 유전자 수}}{\text{갈색 꼬리털을 갖는 개체 수}} = \frac{2p_1^2 + 2p_1q_1}{p_1^2} = \frac{8}{7}$ 이므로 $p_1 = \frac{7}{4}$ 이 나와 성립하지 않

는다. 따라서 A는 우성이며 (가)에서 $\frac{\text{갈색 꼬리털 대립 유전자 수}}{\text{갈색 꼬리털을 갖는 개체 수}} = \frac{2p_1^2 + 2p_1q_1}{p_1^2 + 2p_1q_1} = \frac{8}{7}$ 이므로

$p_1 = \frac{1}{4}$, $q_1 = \frac{3}{4}$ 이다. (가)의 개체수를 N_1 , (나)의 개체수를 N_2 라 할 때 (가)에서 흰색 꼬리털을 갖는 개체수는 $q_1^2 N_1$ 이고, (나)에서 갈색 꼬리털을 갖는 개체수는 $(p_2^2 + 2p_2q_2)N_2$ 이다. 따라서 $q_1^2 N_1 = 3(p_2^2 + 2p_2q_2)N_2$ 이다. (가)와 (나)의 개체들을 모두 합쳤을 때 갈색 꼬리털을 갖는 개체의 비율은 $\frac{(p_1^2 + 2p_1q_1)N_1 + (p_2^2 + 2p_2q_2)N_2}{N_1 + N_2} = \frac{1}{2}$ 이므로

연립하여 풀면 $p_2 = \frac{1}{2}$, $q_2 = \frac{1}{2}$ 이다. (나)에서 갈색 꼬리털을 갖는 개체의 유전자형은 AA와 AA*인데 A가 우성이므로 AA를 갖는 개체는 흰색 꼬리털을 갖는 자손을 낳지 못한다. 유전자형이 AA*인 암컷과 수컷의 교배 결과 흰색 꼬리털을 갖는 자손이 태어날 확률은 $\frac{1}{4}$ 이므로 (나)에서 임의의 갈색 꼬리털을 갖는 암컷이 임의의 갈색 꼬리털을 갖는 수컷과 고배하여 자손을 낳을 때, 이 자손이 흰색 꼬리털을 가질 확률은 $\frac{2p_2q_2}{p_2^2 + 2p_2q_2} \times \frac{2p_2q_2}{p_2^2 + 2p_2q_2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{9}$ 이다.

정답②

20. 오페론

㉠은 젖당 오페론을 조절하는 조절 유전자, ㉡은 젖당 오페론의 프로모터, ㉢은 젖당 오페론의 구조 유전자이다.

[정답맞히기] ㄴ. (가)에서 ㉠이 결실되면 억제 단백질을 생성하지 않으므로 젖당 분해 효소가 만들어져 포도당이 없고 젖당이 있는 배지에서 대장균이 증식을 하게 된다. 하지만 (나)에서 A는 포도당은 없고 젖당이 있는 배지에서 증식하지 못하므로 젖당 오페론의 프로모터(㉡)가 결실된 돌연변이이다.

ㄷ. 조절 유전자는 항상 발현되어 억제 단백질을 생성한다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. 젖당 분해 효소의 아미노산 서열은 조절 유전자(㉠)가 아닌 구조 유전자(㉢)에 암호화되어 있다.