

2020학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가
과학탐구영역 생명과학Ⅱ 정답 및 해설

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

1. 세포의 연구 방법

자료에서 C는 가장 먼저 발명된 현미경이므로 광학 현미경, B는 시료의 단면을 통과한 전자선을 이용하므로 투과 전자 현미경, A는 주사 전자 현미경이다.

[정답맞히기] ㄱ. 투과 전자 현미경(B)과 광학 현미경(C)을 제외하면, A는 주사 전자 현미경이다.

ㄷ. 광학 현미경(C)으로 살아 있는 시료를 관찰할 수 있다. 즉, 살아 있는 유글레나를 관찰할 수 있다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. 세포 표면을 입체적으로 관찰하는데 사용되는 현미경은 주사 전자 현미경(A)이다.

2. 세포의 구조와 기능

대장균은 원핵생물, 아메바와 시금치는 진핵생물이다.

[정답맞히기] ㄴ. 대장균과 아메바는 모두 단백질 합성에 필요한 리보솜을 갖는다.

ㄷ. 아메바와 시금치의 공변세포는 모두 진핵세포이므로 미토콘드리아를 갖는다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. 대장균은 원핵생물이므로 핵막을 가지지 않는다.

3. 효소

경쟁적 저해제는 기질 농도가 충분히 높으면 저해 효과가 상쇄된다. 그림 (가)에서 기질 농도 S_1 에서의 초기 반응 속도가 높은 순서대로 A는 저해제가 없을 때, B는 경쟁적 저해제가 있을 때, C는 비경쟁적 저해제가 있을 때이다. (나)에서는 기질 농도가 일정하므로 t_1 시간에 생성물의 농도가 가장 높은 ㉠이 A, ㉡이 B, ㉢이 C이다.

[정답맞히기] ㄱ. 경쟁적 저해제는 기질이 효소에 결합하는 것을 방해한다. 따라서 (가)에서 S_1 일 때 A와 B에서의 X의 총수가 같다면, 기질과 결합한 X의 수는 A에서가 B에서보다 많다.

ㄴ. ㉠에서 효소-기질 복합체의 농도는 기질의 농도에 비례한다. t_2 에서보다 t_1 에서 기질의 농도가 높으므로 효소-기질 복합체의 농도도 높다. **정답④**

[오답피하기] ㄷ. ㉢은 반응물이 생성물로 전환되는 시간이 가장 오래 걸리므로 비경쟁적 저해제가 있을 때이다.

4. 발효

그림에서 C로 전환될 때 CO_2 가 발생하는 것으로 보아, A는 포도당, B는 피루브산, C는 에탄올, D는 젖산이다.

[정답맞히기] ㄱ. 표에서 1분자당 탄소 수는 포도당이 6, 포도당이 2개로 나뉘어진 피루브산이 3, 젖산이 3, 피루브산에서 CO_2 가 방출된 에탄올에서 2이다. 1분자당 탄소 수의 비를 보면 ⑦과 ⑨은 피루브산 또는 젖산이고 ⑧은 에탄올(C), ⑩은 포도당(A)이다. 피루브산이 수소를 얻어 젖산이 되므로, 주어진 조건을 만족시키는 것은 ⑦이 젖산(D), ⑨이 피루브산(B)이다.

ㄷ. 포도당(⑩)이 피루브산(⑨)으로 전환되는 과정에서 기질 수준 인산화가 일어나 2ATP가 생성된다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. 피루브산(⑨)이 에탄올(⑧)로 전환되는 과정에서는 NADH가 NAD^+ 로 산화된다.

5. 개체군의 진화

(가)에서 종 A에서 종 B가 먼저 분화되고, 이후 종 A에서 종 C가 분화된다. (나)에서 ⑩이 분리된 이후 ⑦과 ⑨이 분리되므로, ⑩은 B이고 ⑦과 ⑨은 A 또는 C이다.

[정답맞히기] ㄷ. (가)에서 섬의 분리와 산맥 형성에 의해 종이 분화하였으므로, 이소적 종분화가 일어났다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. ⑨은 A 또는 C이다.

ㄴ. (가)에서 섬의 분리에 의해 A에서 B가 분화되었다. 즉, B(⑩)가 A(⑦ 또는 ⑨)로부터 분화하였다.

6. 캘빈회로

그림에서 (나)에 CO_2 의 고정이 일어났으므로 X는 G3P, Y는 RuBP, Z는 3PG이다.

[정답맞히기] ㄷ. 1분자당 인산기 수는 G3P(X)는 1, 3PG(Z)는 1, RuBP(Y)는 2이다.

따라서 $\frac{X\text{의 인산기 수}+Z\text{의 인산기 수}}{Y\text{의 인산기 수}} = \frac{1+1}{2} = 1$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. (가)과정에 참여한 G3P는 10개이므로 모두 RuBP의 재생에 사용되고, 포도당의 합성에 사용되는 것은 없다.

ㄴ. (나)과정은 탄소 고정 과정으로 NADPH가 사용되지 않는다.

7. 광합성 명반응

[정답맞히기] ㄱ. X는 광합성 중인 해캄에서 산소가 많이 발생하는 파장 부위에 모여든 호기성 세균이다.

ㄴ. 광합성에서 산소는 물의 광분해를 통해 만들어진다. (나)에서 H_2^{18}O 가 분해된 ⑦은 $^{18}\text{O}_2$ 이고, ⑨은 O_2 이다.

ㄷ. 광합성 명반응에서 산소는 비순환적 광인산화에서 일어난다. (가)의 해캄과 (나)의 클로렐라에서 모두 산소가 발생하였으므로 비순환적 광인산화가 일어났다. 정답⑤

8. 생물의 다양성

뿔이끼는 선태식물, 고사리는 양치식물, 은행나무는 곁씨식물, 다시마는 원생생물의 갈조류이다. 각 분류군의 특징 유무에 따라 표 (가)를 정리하면 다음과 같다.

특징 \ 생물	뿔이끼(A)	고사리(B)	은행나무(C)	다시마(D)
관다발이 있다.(Ⅰ)	×	○	○	×(?)
식물계에 속한다.(Ⅱ)	○	○(?)	○	×
밑씨가 있다.(Ⅲ)	×	×	○(?)	×

(○: 있음, ×: 없음)

[정답맞히기] ㄱ. 선태식물인 뿔이끼(A)와 양치식물인 고사리(B)는 모두 포자로 번식하는 식물이다.

ㄷ. 다시마(D)는 갈조류에 속하므로 갈조소를 가진다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. 석송은 포자로 번식하는 양치식물이므로 밑씨를 가지지 않는다.

9. 유전자의 발현

[정답맞히기] ㄱ. MafA는 전사 인자이므로 이에 의한 전사 조절은 핵에서 일어난다.

ㄴ. 간세포에서 Pdx1은 발현되지 않지만 유전자는 가지고 있다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 서로 다른 유전자는 서로 다른 염기 서열을 가지므로, Brn4를 암호화하는 유전자와 MafA를 암호화하는 유전자의 염기 서열은 동일하지 않다.

10. 세포막을 통한 물질의 이동

[정답맞히기] ㄱ. I 는 막단백질을 통해 저농도에서 고농도로 물질이 이동하는 것을 보아 능동 수송, Ⅱ는 막단백질을 통해 고농도에서 저농도로 물질이 이동하는 것을 보아 촉진 확산이다. (나)에서 ㉠의 세포 안과 밖의 농도가 같아진 이후 세포 안의 농도가 계속 증가하고 있으므로 능동 수송이 일어났다. 따라서 ㉠은 ⓐ이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. (나)를 고려할 때 ㉠ 즉 ⓐ는 세포 밖에서 세포 안으로 능동 수송을 통해 들어오고 있으므로 A가 세포 안이고 B가 세포 밖이다.

ㄷ. ⑤의 이동은 촉진 확산을 통해 일어나므로 ⑤의 이동에는 ATP에 의한 에너지가 사용되지 않는다.

11. DNA 복제

실험 결과를 보면 G_3 에서 추출한 DNA의 원심 분리 결과가 상층($^{14}\text{N}-^{14}\text{N}$): 중층($^{14}\text{N}-^{15}\text{N}$) = 1:1이므로 G_2 에서 추출한 DNA는 중층($^{14}\text{N}-^{15}\text{N}$)만 있으며 ㉡은 ^{14}N 배양액이다. 또한 ㉡(^{14}N)에서 배양한 G_2 에서 중층만 있으려면 G_1 에서는 하층($^{15}\text{N}-^{15}\text{N}$)만 있어야 한다. 따라서 G_0 는 ^{15}N 으로 표지되어 있고 ㉠은 ^{15}N 포함 배지이다.

[정답맞히기] ㄱ. ⓐ와 ⑤의 DNA는 복제된 DNA이므로 염기의 배열이 서로 같다. 따라서 $\frac{\text{염기 } T\text{의 개수}}{\text{염기 } C\text{의 개수}}$ 는 서로 같다. 정답①

- [오답피하기] ㄴ. G₁의 DNA를 추출하면 실험결과 DNA는 하층(¹⁵N-¹⁵N)에만 있다.
 ㄷ. 상층(¹⁴N-¹⁴N):중층(¹⁴N-¹⁵N) = 1:1인 G₃을 ⑦(¹⁵N 배지)으로 옮겨 2회 연속 배양하면 중층(¹⁴N-¹⁵N):하층(¹⁵N-¹⁵N)= 3:5이 된다. 따라서 전체 DNA 중 중층에 있는 DNA의 비율은 $\frac{3}{8}$ 이다.

12. 오페론

젖당 오페론에서 프로모터가 결실되거나 프로모터에 RNA 중합 효소가 결합하지 못하면 젖당 분해 효소가 생성되지 않는다. 따라서 I ~ III는 작동 부위나 조절 유전자가 1~2개 결실된 돌연변이이다. 야생형에서 젖당 분해 효소가 생성될 때 ⑦은 결합이 일어나지 않으므로 ⑦은 억제 단백질과 작동 부위의 결합이다. I 과 II에서 ⑦ 결합의 유무와 관계없이 젖당 분해 효소가 생성되므로 ⑦은 억제 단백질과 젖당의 결합이다. 따라서 ⑦은 프로모터와 RNA 중합효소의 결합이다.

구분	⑦ 억제 단백질과 젖당의 결합	⑧ 프로모터와 RNA 중합효소의 결합	⑨ 억제 단백질과 작동 부위의 결합	젖당 분해 효소
야생형	○	○	×	생성됨
조절 유전자 결실(I)	×	○	×(ⓐ)	생성됨
작동 부위 결실(II)	○	○	×	생성됨
조절 유전자와 작동 부위 결실(III)	×	○	×	생성됨

(○:결합함, ×:결합 못함)

- [정답맞히기] ㄴ. 표를 만족시키는 ⑦은 ‘억제 단백질과 젖당(유도체)의 결합’이다.
 ㄷ. Ⅲ은 프로모터가 결실되지 않았으므로, 작동 부위와 젖당 오페론을 조절하는 조절 유전자가 결실된 돌연변이이다. 정답⑤
 [오답피하기] ㄱ. I은 젖당 분해 효소가 생성되므로 억제 단백질이 작동 부위에 결합하지 않아야 한다. 따라서 Ⓛ는 ×이다.

13. 형질 전환 실험

생쥐가 죽은 배양액 I에는 S형균이 Ⅱ~Ⅲ에는 R형균이 있다. 따라서 추출물을 얻은 ⑦은 S형균이고 형질 전환을 유도한 ⑧은 R형균이다. 표의 Ⅱ와 Ⅲ에서는 형질 전환이 일어나지 않았으므로 공통으로 첨가한 ⑨가 DNA 분해 효소이다.

- [정답맞히기] ㄱ. 살아 있는 S형균(⑦)은 피막(협막)을 갖는다. 정답①
 [오답피하기] ㄴ. ⑨가 DNA 분해 효소이므로 ⑨의 기질이 DNA이다.
 ㄷ. (나)의 Ⅲ에서 배양된 폐렴 쌍구균은 R형균으로 형질 전환된 것이 아니다.

14. 세포 호흡

(가)에서 I은 피루브산의 산화이고 Ⅱ는 TCA회로의 일부이다. 과정 I은 미토콘드리아의 기질에서 일어난다. 따라서 (나)의 ⑦은 미토콘드리아의 기질, ⑧은 막 사이 공

간, ⑤은 세포질이다. 또한 막 ④는 내막, 막 ⑥는 외막이다.

[정답맞히기] ㄱ. 과정 I과 II에서 모두 탈탄산 반응이 일어나 CO₂가 방출된다.

ㄴ. 과정 II는 미토콘드리아의 기질(⑦)에서 일어난다.

ㄷ. 미토콘드리아의 전자 전달계에서 능동 수송에 의한 H⁺의 이동 방향은 미토콘드리아 기질(⑦)에서 막 사이 공간(⑧) 방향이다.

정답⑤

15. 유전자 발현

조건에서 폴리펩타이드의 합성은 개시 코돈에서 시작해서 종결 코돈에서 끝난다고 하였으므로, 주어진 염기 서열에서 개체 코돈과 종결 코돈을 찾아야 한다. 주어진 서열이 주형 가닥이라면 개시 코돈 5'-AUG-3'에 상보적인 코드 3'-TAC-5'가 있어야 하지만 주어진 서열에 없으므로, 주어진 가닥은 비주형 가닥이다. 이때 개시코돈에 해당하는 코드 ATG가 폴리펩타이드 합성 시작 위치이고 종결코돈에 해당하는 코드는 TAG가 있다. 따라서 W를 구성하는 아미노산은 8개이다. W의 mRNA 서열과 번역된 아미노산 서열은 다음과 같다.

5'-CU AUG CGG AGG AUG GAA AGG AAG CUC UAG CUA G -3'
W: 메싸이오닌-아르지닌-아르지닌-메싸이오닌-글루탐산-아르지닌-라이신-류신

x는 w의 전사 주형 가닥에서 연속된 2개의 C가 1회 결실되었으므로 비주형 가닥에서 GG가 결실되고 다른 위치에 1개의 염기가 삽입된 것이다.

X의 3번째 아미노산이 아스파트산이므로 GG염기 결실은 두번째 코돈에서 일어났다. 또한 5번째 아미노산이 아르지닌이므로 AAG에서 A와 A사이에 G가 삽입되었다. 즉 주형가닥에 C가 삽입되었다.

5'-CU AUG CAG GAU GGA AGA GGA AGC UCU AGC UAG -3'

X: 메싸이오닌-글루타민-아스파트산-글라이신-아르지닌-글라이신-세린-세린-세린-종결

이 경우 6종류의 아미노산으로 구성된다는 조건을 만족한다.

y는 x의 전사 주형 가닥에서 1개의 T가 결실된 것이므로 mRNA에서는 1개의 A가 결실되고 다른 위치에 1개의 염기가 삽입된 것이다. 또한 Y는 9종류의 아미노산으로 구성되고 아스파트산과 히스티딘을 가진다. 따라서 9개의 아미노산이 모두 다른 아미노산이 되어야 한다. 이때 두 번째 반복되는 글라이신이 치환되도록 바로 앞의 아르지닌의 마지막 A를 삭제하고 히스티딘이 되도록 C와 U 사이에 A를 삽입하면 다음과 같다.

5'-CU AUG CAG GAU GGA AGG GAA GCU CAU AGC UAG -3'

Y: 메싸이오닌-글루타민-아스파트산-글라이신-아르지닌-글루탐산-알라닌-히스티딘-세린-종결

z는 y의 전사 주형 가닥에서 연속된 2개의 동일한 염기가 1회 결실된 것이다. Z는 서로 다른 아미노산 ④와 ⑥를 각각 2개씩 가진다. 가능한 경우는 y의 mRNA에서 GG, AA가 결실되는 경우이다. 가능한 경우 중 4번째와 5번째 코돈에 걸친 AA가 결실되면 아미노산 서열은 다음과 같다.

5'-CU AUG CAG GAU GGG GGA AGC UCA UAG CUAG -3'

Z: 메싸이오닌-글루타민-아스파트산-글라이신-글라이신-세린-세린-종결

따라서 ④와 ⑤는 글라이신과 세린이다.

[정답맞히기] ㄱ. ⑦은 주형 가닥에 삽입된 염기로 사이토신(C)이다.

ㄴ. ④와 ⑤는 글라이신과 세린이다. X에 글라이신이 2개 세린이 3개 있고, Y에 글라이신이 1개 세린이 1개 있다. 따라서 총 개수는 7개이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. Z의 7번째 아미노산은 코돈이 5'-UCA-3'이므로 이에 상보적인 안티코돈에서 3'말단 염기는 A이다.

16. 생물의 분류와 계통

[정답맞히기] ㄴ. 주어진 표를 공통된 특징의 수에 따라 다시 배열하면 다음과 같다.

종 특징	A	E	B	D	F	C	G
(가)	○	○	○	○	○	○	×
(마)	○	○	×	×	×	×	×
(다)	○	×	×	×	×	×	×
(라)	×	×	○	○	○	○	×
(나)	×	×	○	○	○	×	×
(바)	×	×	○	○	×	×	×
(사)	×	×	○	×	×	×	×

(○: 있음, ×: 없음)

계통수의 I ~ VI는 순서대로 A, E, C, F, B, D이고, ④~⑧는 순서대로 (가), (마), (다), (라), (나), (바), (사)이다. 따라서 계통수에서 ⑥은 (바)이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. Ⅲ은 (가)와 (라)의 특징을 가진 C이다.

ㄴ. A~G는 3개의 과로 구분되므로 분류 특징의 유무에 따라 A와 E / G / C, F, B, D로 구분할 수 있다. 따라서 C와 F는 같은 과에 속한다.

17. 개체군의 진화

[정답맞히기] ㄷ. 돌연변이와 병목 현상은 유전자 풀의 변화 요인이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 유전적 부동은 병목 현상과 창시자 효과가 있다.

ㄴ. 원래의 집단에서 적은 수의 개체가 다른 지역으로 이주하여 새로운 집단을 형성하는 것은 창시자 효과에 대한 설명이다.

18. 하디-바인베르크 평형

[정답맞히기] 표는 주어진 집단 I과 II를 구성하는 각 유전자형 AA, AA*, A*A*에 해당하는 개체수를 임의로 정한 것이다.

유전자형이 AA인 개체들과 AA*인 개체들을 합쳐

유전자형 집단	AA	AA*	A*A*
I	a ₁	b ₁	c ₁
II	a ₂	b ₂	c ₂

서 A의 빈도를 구한 조건에서, $\frac{2a_1 + b_1}{2a_1 + 2b_1} = \frac{5}{8}$ 이므로 $b_1 = 3a_1$ 이며, $\frac{2a_2 + b_2}{2a_2 + 2b_2} = \frac{5}{9}$ 이므로

$b_2 = 8a_2$ 이다. 전체 개체수를 N으로 놓고 정리하면 다음 표와 같다.

유전자형 집단	AA	AA*	A*A*
I	a ₁	3a ₁	N-4a ₁
II	a ₂	8a ₂	N-9a ₂

만약 A대해 A* 가 우성이라면 검은색 몸 개체수는 I에서가 II에서의 2배이므로 $a_1=2a_2$ 이다. 조건에서 I에서 검은색 몸 개체수의 12배는 II에서 회색 몸 개체수와 같다고 하였으므로,

$12a_1=N-9a_2+8a_2=N-a_2$ 이다. 두 식을 연립하면 $N=25a_2$ 이다. 이에 표를 정리하면 왼

유전자형 집단	AA	AA*	A*A*
I	2a ₂	6a ₂	17a ₂
II	a ₂	8a ₂	16a ₂

쪽과 같다. 각 개체의 비율을 비교하면 II가 하디-바인베르크 형성이 유지되는 집단이며, 집단에서 A*의 빈도 p는 $\frac{4}{5}$, A의 빈도 q는 $\frac{1}{5}$ 이다.

II에서 AA*인 암컷이 임의의 회색 몸 수컷과 교배하여 자손을 낳는다고 할 때, 표현형이 회색 몸인 유전자형은 AA*, A*A*가 있으므로 F₁이 회색 몸일 확률은 =(회색 몸 수컷이 AA*일 확률×교배한 F₁이 회색 몸일 확률)+(회색 몸 수컷이 A*A*일 확률×교배한 F₁이 회색 몸일 확률)

$$= \frac{2pq}{p^2 + 2pq} \times \frac{3}{4} + \frac{p^2}{p^2 + 2pq} \times 1 = \frac{2 \times \frac{4}{5} \times \frac{1}{5}}{\left(\frac{4}{5}\right)^2 + 2 \times \frac{4}{5} \times \frac{1}{5}} \times \frac{3}{4} + \frac{\left(\frac{4}{5}\right)^2}{\left(\frac{4}{5}\right)^2 + 2 \times \frac{4}{5} \times \frac{1}{5}} \times 1 = \frac{11}{12} \text{ 이다.} \quad \text{정답①}$$

19. 생명의 기원

[정답맞히기] ㄱ. 밀려는 원시 지구의 대기 성분으로 추정되는 메테인, 암모니아, 수증기, 수소를 혼합한 기체를 실험에 사용하였다.

- ㄴ. U자 관에 고인 기체를 분석한 결과 아미노산과 젖산 등의 유기산이 검출되었다.
- ㄷ. 전기 방전은 원시 대기의 번개 등 에너지원에 해당하며, 물질 합성에 필요한 에너지를 공급한 것이다. 정답⑤

20. PCR

주어진 염기쌍에서 PstI과 Pvu II는 위치가 서로 겹쳐 있으며 다음과 같다.



시험관Ⅱ에서 프라이머가 가지는 뉴클레오타이드의 개수와 Q 주형 가닥 사이의 수소 결합 총 개수를 만족시키는 경우는 ④의 경우 A 또는 T가 3개 C 또는 G가 4개, ③의 경우 A 또는 T가 4개, C 또는 G가 4개인 경우이다. 증폭된 DNA 조각 내 PstI 인식 서열 개수는 1개이고 Pvu II 인식 서열은 2개이므로 프라이머에 의한 복제 구간은 Pvu II 인식 서열은 모두 포함하고 PstI 인식 서열은 1개만 포함해야 한다. 따라서 이를 만족시키는 경우는 ④이 5'-TGCAGCT-3'이고 ③이 3'-ACGTCCAA-5'인 경우이다. 증폭 구간은 Q에서 왼쪽 5개의 염기쌍을 제외한 구간이므로 증폭된 DNA 조각의 염기쌍 개수(y)는 35이다.

㉠과 ㉡의 경우 A 또는 T가 3개 G 또는 C가 3개이거나, A 또는 T가 6개 G 또는 C 가 1개, A 또는 T가 0개 G 또는 C가 5개인 경우 중 하나이다. 증폭된 DNA 조각 내 PstI 인식 서열과 PvuII 인식 서열이 모두 2개이므로 프라이머에 의한 복제 구간은 PstI 인식 서열을 모두 포함해야 한다. 이를 만족시키는 경우는 ㉠ 또는 ㉡이 5'-ACTGCA-3'과 3'-GTCCAA-5'중 하나인 경우이다. 따라서 뉴클레오파이드의 개수는 6이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 시험관 내 온도는 DNA 변성(ⓐ)에서가 94~96°C이고 DNA 합성(ⓑ)에서가 72°C정도이다. 따라서 Ⓛ에서가 ⓒ에서보다 높다.

ㄴ. ㉠~ⓒ중 5'말단 염기가 퓨린 계열(A 또는 G)인 것은 ㉠, ㉡, ㉢ 즉 3개이다.

ㄷ. $x + y = 6 + 35 = 41$ 이다.

정답⑤