

2021학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 생명과학 I 정답 및 해설

*최근 수정일 : 2021.9.30(목)

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

1. 사람의 물질대사

- [정답맞히기] ㄱ. 과정 (가)는 크고 복잡한 물질인 탄수화물(다당류)이 작고 간단한 물질인 포도당으로 분해되는 과정이므로 과정 (가)에서 이화 작용이 일어난다.
ㄴ. 포도당이 세포 호흡을 통해 완전히 분해되면 물과 이산화 탄소로 분해된다. 아미노산이 분해되는 과정에서는 암모니아가 발생한다. 따라서 ㉠은 호흡계를 통해 몸 밖으로 배출되는 이산화 탄소이다.
ㄷ. 간에서는 암모니아(㉡)가 요소로 전환되는 반응이 일어난다.

정답⑤

2. 사람의 물질대사

- [정답맞히기] ㄱ. 체질량 지수가 18.5 이상이고, 23.0 미만인 사람을 정상 체중으로 분류하므로 체질량 지수가 20.0인 성인은 정상 체중으로 분류된다.
ㄴ. 고지혈증을 나타낸 사람의 비율은 비만인 사람에서는 50%가 넘고, 정상 체중인 사람에서는 50% 미만이므로 고지혈증을 나타내는 사람의 비율은 비만인 사람 중에서가 정상 체중인 사람 중에서보다 높다.
ㄷ. 고지혈증은 대표적인 대사성 질환이다.

정답⑤

3. 질병과 병원체

- [정답맞히기] ㄷ. C의 병원체는 세균이다. 세균은 유전 물질을 갖고, 세포 구조로 되어 있으며, 독립적으로 물질대사를 한다.
- [오답피하기] ㄱ. 말라리아의 병원체는 곰팡이가 아니라 원생생물이다.
ㄴ. 독감의 병원체는 바이러스이므로 세포 구조로 되어 있지 않다.

정답②

4. 신경계

- [정답맞히기] ㄷ. 무릎 반사의 중추는 척수이다.
- [오답피하기] ㄱ. ㉠은 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런이며, ㉡은 교감 신경의 신경 절 이후 뉴런이므로 ㉠과 ㉡은 모두 자율 신경계에 속한다. ㉢은 중추 신경계와 다리의 근육을 연결하는 체성 운동 뉴런이므로 ㉢은 체성 신경계에 속한다.
ㄴ. ㉠의 말단에서는 아세틸콜린이 분비되고, ㉡의 말단에서는 노르에피네프린이 분비 된다.

정답②

5. 물질의 생산

-
- [정답맞히기] ㄱ. 순생산량은 총생산량에서 호흡량을 제외한 양이다.
ㄴ. 온도는 비생물적 요인이며, 식물은 생물적 요인으로 계절에 따라 A의 순생산량이 최대가 되는 온도가 달라지는 것은 비생물적 요인이 생물에 영향을 미치는 예에 해당한다.
- [오답피하기] ㄴ. A의 순생산량이 최대가 되는 온도는 I 일 때가 약 20°C이고, II 일 때가 약 30°C 이상이므로 A의 순생산량이 최대가 되는 온도는 II 일 때가 I 일 때보다 높다.

정답③

6. 핵형

서로 크기와 모양의 같은 염색체가 있는 (가)와 (다)는 A의 세포이고, (나)는 B의 세포이다.

- [정답맞히기] ㄴ. A의 세포인 (다)는 핵상이 $2n$ 이고, 염색체의 수가 홀수이므로 X 염색체가 1개 있다. 따라서 성염색체의 구성이 XY인 A는 수컷이다.
ㄷ. (나)는 핵상이 n 이고, B가 암컷이므로 (나)의 염색체 수는 4이다. 따라서 B의 체세포 분열 중기의 세포 1개당 염색 분체 수는 16이다.
- [오답피하기] ㄱ. (가)와 (나)는 핵상이 n 이고, (다)는 핵상이 $2n$ 이다.

정답④

7. 당뇨병

인슐린을 주사하였을 때 혈당량이 감소하지 않는 A의 당뇨병은 (나)에 해당하고, 인슐린을 주사하였을 때 혈당량이 감소하는 B의 당뇨병은 (가)에 해당한다.

- [정답맞히기] ㄱ. 인슐린은 이자의 β 세포(⑦)에서 분비된다.
- [오답피하기] ㄴ. B의 당뇨병은 (가)에 해당한다.
ㄷ. 정상인에서 혈중 포도당 농도가 증가하면 이자에서 인슐린의 분비가 촉진한다.

정답①

8. 혈장 삼투압

[정답맞히기] ㄱ. ⑦이 증가함에 따라 혈중 항이뇨 호르몬(ADH)의 농도가 증가하므로 ⑦은 혈장 삼투압이다.

정답①

- [오답피하기] ㄴ. p_1 일 때가 안정 상태일 때보다 ADH의 농도가 높으므로 오줌의 삼투압은 p_1 일 때가 안정 상태일 때보다 크다.
ㄷ. 갈증을 느끼는 정도는 혈장 삼투압(⑦)이 높을수록 크다. 따라서 갈증을 느끼는 정도는 p_1 일 때가 안정 상태일 때보다 크다.

9. 세포 주기와 핵형 분석

- [정답맞히기] ㄱ. 세포 주기의 S기에 해당하는 구간 I의 세포는 핵막을 갖는다.
ㄴ. 21번 염색체가 3개인 사람에서 다운 증후군의 염색체 이상이 관찰된다.
ㄷ. 핵형 분석은 염색체가 관찰되는 분열기(중기, ⑦)의 세포를 이용한다. 구간 II에는 분열기와 G₂기에 해당하는 세포가 있으므로 구간 II에는 ⑦ 시기의 세포가 있다.

정답⑤

10. 생식세포의 다양성

ⓐ는 상염색체에 있는 3쌍의 대립유전자에 의해 결정되므로 h, R, t가 각각 없는 세포에는 각각 H, r, T가 있다. 따라서 (가)는 H, h, R, r, T를 가지며, (가)의 Ⓛ에 대한 유전자형은 HhRrTT 또는 HhRrTt이다. Ⓜ는 h를 갖지만 R를 갖지 않으므로 핵상이 n인 세포이고, 유전자형은 hrt와 hrT 중 하나이다. hrt인 경우 H+T의 값이 0이 되어 Ⓡ~Ⓓ 중 해당하는 세포가 없으므로 Ⓜ의 유전자형은 hrT이고, H+T의 값이 1인 Ⓡ이 Ⓜ이다. Ⓝ은 h와 R를 모두 갖지 않으므로 핵상이 n인 세포이고, 유전자형은 HrT와 Hrt 중 하나이다. 그중 H+T의 값이 1인 Ⓡ은 Ⓜ이므로 H+T의 값이 2인 Ⓟ이 Ⓝ이고, Ⓠ이 I이다. I에서 H+T의 값이 4가 아닌 3이므로 I은 핵상이 2n인 세포이다. 따라서 (가)의 Ⓛ에 대한 유전자형은 HhRrTT이다.

[정답맞히기] ㄴ. Ⓜ는 Ⓡ이다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. (가)는 대립유전자 t를 갖지 않으므로 h, R, t를 갖는 세포가 없다.

ㄷ. Ⓝ의 유전자형은 HrT이므로 $\frac{T\text{의 DNA 상대량}}{H\text{의 DNA 상대량} + r\text{의 DNA 상대량}} = \frac{1}{2}$ 이다.

11. 막 투과도

자극이 주어질 때 막 투과도가 먼저 급격하게 증가하는 Ⓡ은 Na^+ 이고, 나중에 완만하게 증가하는 Ⓠ은 K^+ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. t_1 일 때 P에서 Na^+ (Ⓡ)의 막 투과도가 상승하며 탈분극이 일어나고 있다.

ㄴ. 살아있는 뉴런에서 K^+ (Ⓠ)의 농도는 항상 세포 안에서가 세포 밖에서보다 높다.

ㄷ. 뉴런의 세포막을 통한 Na^+ (Ⓡ)의 이동을 차단하고, 역치 이상의 자극을 주면 Na^+ 의 이동에 의한 탈분극이 일어나지 않아 활동 전위가 생성되지 않는다.

정답⑤

12. 군집 내 상호 작용

군집 내 상호 작용 중 (가)는 기생의 예이고, (나)는 상리 공생의 예이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 기생의 예이다.

ㄴ. (가)에서 겨우살이가, (나)에서 뿌리혹박테리아와 콩과식물이 이익을 얻는다.

ㄷ. 꽃과 벌새가 모두 이익을 얻는 상호 작용이므로 상리 공생의 예에 해당한다.

정답⑤

13. 사람의 유전

(가)~(다)에서 표현형의 종류는 각각 최대 2가지, 3가지, 3가지이다. (나)와 (다)의 유전자형이 BB^*DF 인 아버지와 BB^*EF 인 어머니 사이에서 Ⓡ이 태어날 때, Ⓡ에게서 나타날 수 있는 (나)의 표현형은 3가지이므로 Ⓡ의 (가)와 (다)의 표현형은 최대 4가지이다. 또, Ⓡ의 (가)~(다)의 표현형이 모두 아버지와 같을 확률이 $\frac{3}{16}$ 인데, (나)의 표현형

이 아버지와 같을 확률이 $\frac{1}{2}$ 이므로 ⑦의 (가)와 (나)의 표현형이 아버지와 모두 같을 확률은 $\frac{3}{8} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{4}$ 이다.

① ⑦의 (가)의 표현형이 아버지와 같을 확률이 $\frac{3}{4}$ 인 경우

아버지와 어머니의 (가)의 유전자형은 모두 AA^* 이며, ⑦의 (가)의 표현형은 2가지가 가능하므로 ⑦의 (나)의 표현형은 2가지이다. 이때 ⑦이 가질 수 있는 (나)의 유전자형은 DE, DF, EF, FF이다. (나)의 표현형이 2가지이고, ⑦이 아버지와 (나)의 표현형이 같을 확률이 $\frac{1}{2}$ 이 되는 경우는 (나)를 결정하는 대립유전자 사이의 우열 관계가 $D > F > E$ 또는 $E > F > D$ 일 때이다.

② ⑦의 (가)의 표현형이 아버지와 같을 확률이 $\frac{1}{2}$ 인 경우

아버지와 어머니의 (가)의 유전자형은 각각 A^*A^* 과 AA^* 중 하나이며, ⑦의 (가)의 표현형은 2가지가 가능하므로 ⑦의 (나)의 표현형은 2가지이다. 이때 ⑦이 가질 수 있는 (나)의 유전자형은 DE, DF, EF, FF이다. (나)의 표현형이 2가지이고, ⑦이 아버지와 (나)의 표현형이 같을 확률이 $\frac{3}{4}$ 인 경우는 (나)를 결정하는 대립유전자 사이의 우열 관계가 $F > D > E$ 또는 $F > E > D$ 일 때이다.

유전자형이 AA^*BBDE 인 아버지와 $A^*A^*BB^*DF$ 인 어머니 사이에서 ⑦이 태어날 때, ⑦에서 어머니와 (가)의 표현형이 같을 확률은 $\frac{1}{2}$ 이고, (나)의 표현형이 같을 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. ⑦이 가질 수 있는 (나)의 유전자형은 DD, DE, DF, EF인데 어머니와 (나)의 표현형이 같을 확률이 $\frac{1}{4}$ 이므로 (나)를 결정하는 대립유전자 사이의 우열 관계는 $E > F > D$ 이다. 따라서 ⑦의 아버지와 어머니는 (가)의 유전자형이 모두 AA^* 이다.

[정답맞히기] ㄴ. ⑦의 아버지와 어머니는 (가)의 유전자형이 모두 AA^* 이므로, ⑦이 가질 수 있는 (나)의 유전자형은 최대 3가지(AA , AA^* , A^*A^*)이다.

ㄷ. ⑦이 아버지와 (가)의 표현형이 같을 확률은 $\frac{1}{2}$ 이고, (나)의 표현형이 같을 확률은 $\frac{1}{2}$ 이고, (나)의 표현형이 같을 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 ⑦이 아버지와 (가)~(나)의 표현형이 모두 같을 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 이다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. (나)를 결정하는 대립유전자 사이의 우열 관계는 $E > F > D$ 이다.

14. 방어 작용

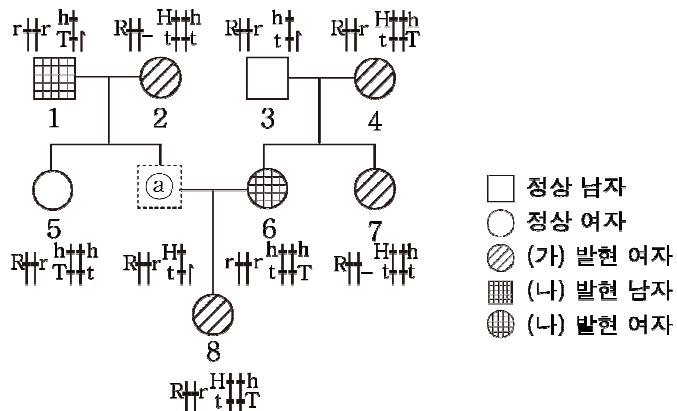
[정답맞히기] ㄱ. 죽은 ⑦을 주사한 Ⅱ에서 ⑦에 대한 항체가 생성되었으므로 (나)의 Ⅱ에서 ⑦에 대한 특이적 방어 작용이 일어났다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. V에 주사한 Ⅱ의 혈장에는 ⑦에 대한 항체가 들어 있고, ⑦에 대한 기억 세포는 없다. 따라서 (다)의 V에서 ⑦에 대한 2차 면역 반응이 일어나지 않는다.

ㄷ. Ⅲ의 혈장(⑧)에는 ⑤에 대한 항체가 있으며, ⑤에 대한 형질 세포는 없다.

15. 가계도 분석

(나)가 발현되지 않은 3과 4에서 (나)가 발현된 6이 태어났으므로 (나)는 열성 형질이고, (나)를 결정하는 유전자는 상염색체에 있다. 따라서 (가)와 (다)를 결정하는 유전자는 모두 X 염색체에 있다. (가)가 열성 형질이라면 정상인 3으로부터 (가)가 발현된 7이 태어날 수 없으므로 (가)는 우성 형질이다. 만일, (다)가 우성 형질이라면 5에서 (가)와 (다)가 모두 발현되지 않았으므로 2는 (가) 발현 대립유전자 H와 (다) 발현 대립유전자 T가 함께 있는 염색체를 갖는다. 남자인 ⑧은 2로부터 H와 T를 물려받고, ⑧은 딸인 8에게 H와 T를 물려주므로 8에서 (가)와 (다)가 모두 발현된다. 하지만 8에서는 (다)가 발현되지 않았으므로 (다)는 열성 형질이다. 따라서 H는 (가) 발현 대립유전자, h는 정상 대립유전자, R는 (나) 발현 대립유전자, r는 정상 대립유전자, T는 정상 대립유전자, t는 (다) 발현 대립유전자이다. 이를 바탕으로 구성원의 (가)~(다)에 대한 유전자형을 가계도에 나타내면 다음과 같다.



[정답맞히기] ㄴ. 4의 (가)~(다)의 유전자형은 $RrX^{Ht}X^{hT}$ 이므로 모두 이형 접합성이다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. (나)의 유전자는 상염색체에 있다.

ㄷ. 8의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 $\frac{1}{2}$ 이고, (나)와 (다)가 모두 발현되지 않을 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. 따라서 이 아이에게서 (가)만 발현될 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$ 이다.

16. 균수축

[정답맞히기] ㄴ. ⑦의 길이, ⑨의 길이, ⑩의 길이의 합이 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 길

므로 t_1 에서 t_2 로 될 때 X는 수축되었으며, H대의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 길다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. 골격근은 근육 섬유 다발로 구성되어 있고, 근육 섬유 다발은 근육 섬유로 되어 있으며, 근육 섬유에는 근육 원섬유가 있다.

ㄴ. ㉠의 길이와 ㉡의 길이의 합이 일정하므로 t_1 일 때 ㉠의 길이, ㉡의 길이, ㉢의 길이의 합에서 t_2 일 때 ㉠의 길이, ㉡의 길이, ㉢의 길이의 합을 뺀 값인 $8d$ 는 ㉢의 길이의 변화량과 같다. 따라서 t_1 에서 t_2 로 될 때 ㉠의 길이는 $4d$ 만큼 짧아지고, ㉡의 길이는 $4d$ 만큼 길어진다. 따라서 t_2 일 때 ㉠의 길이는 $3d$ 이다.

17. 돌연변이

3, 4, 5의 유전자형이 각각 서로 다르므로 1과 2의 유전자형은 모두 이형 접합성이다. 3, 4, 5가 모두 GG가 아니므로 6의 유전자형은 GG이고, 3, 4, 5의 표현형은 D₋, E₋, F₋ 중 서로 다른 하나이다. 따라서 1 혹은 2에 D, E, F가 있다. 만약 1의 유전자형이 DG라면 3과 5가 모두 G를 갖지 않으므로 3과 5는 모두 D를 물려받아 표현형이 같게 된다. 그러므로 1의 유전자형은 DG가 아니다. 만약 1의 유전자형이 FG라면 2의 유전자형은 DE이어야 하는데 이러한 유전자형을 갖는 부모에게서는 표현형이 F₋인 자손이 태어날 수 없다. 그러므로 1의 유전자형은 EG이고, 2의 유전자형은 DF이다. 이들로부터 태어날 수 있는 자손의 유전자형은 DE, DG, EF, FG이다. 그러므로 4의 유전자형은 FG이며, 5의 유전자형은 DE, EF 중 하나이다. 6의 유전자형이 GG이고, 1의 유전자형이 EG, 4의 유전자형이 FG이므로 5의 유전자형이 EF일 수는 없다. 따라서, 5의 유전자형은 DE이다. 1의 유전자형이 EG이므로 7의 유전자형은 DG이며, 2와 8의 표현형이 서로 같으므로 8은 D를 갖는다. 만약 5에서 돌연변이가 일어나 ⓐ 가 형성되었다면 8의 유전자형은 DG이어야 하나 7의 유전자형이 DG이므로 ⓐ는 6에서 형성되었고 8의 유전자형은 DD이다.

[정답맞히기] ㄱ. 5와 7의 표현형은 모두 D₋로 같다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. ⓐ는 6에서 형성되었다.

ㄷ. 1의 표현형은 E₋이다. 2~8 중 1과 표현형이 같은 사람은 1명(3)이다.

18. 생명과학의 탐구 방법

[정답맞히기] ㄴ. 조작 변인은 대조 실험에서 대조군과 실험군을 다르게 처리한 변인이다. (나)에서 집단 A와 B는 딱총새우의 제거 여부 이외에는 모두 같은 조건으로 처리하였으므로 (나)에서 조작 변인은 딱총새우의 제거 여부이다.

ㄷ. 불가사리가 산호를 잡아먹으므로 불가사리와 산호 사이의 상호 작용은 포식과 피식이다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. 산호에 서식하는 딱총새우가 산호를 불가사리로부터 보호해준다는 결론을 내리기 위해서는 딱총새우를 제거한 B에서가 딱총새우를 그대로 둔 A에서보다 산호가 많이 잡아먹혀야 한다. 일정 시간 동안 불가사리에게 잡아먹힌 산호의 비

율이 ㉠에서가 ㉡에서보다 높았으므로 ㉠은 B이다.

19. 티록신 분비 조절

[정답맞히기] ㄱ. 갑상샘을 제거한 쥐에서는 티록신의 농도는 낮으며, 낮은 티록신 농도로 인해 TRH와 TSH의 농도는 높게 유지된다. 따라서 ㉠은 티록신이고, ㉡은 TSH이다. 갑상샘은 갑상샘 자극 호르몬(TSH)의 표적 기관이다.

ㄷ. 티록신의 분비가 과다하면 시상 하부에서 TRH의 분비와 뇌하수체 전엽에서 TSH의 분비가 억제되고, 티록신의 분비가 부족하면 반대로 시상 하부에서 TRH의 분비와 뇌하수체 전엽에서 TSH의 분비가 촉진된다. 이와 같이 최종 결과물인 티록신이 초기 단계를 억제하는 조절을 음성 피드백 조절이라고 한다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. ㉠을 주사하면 음성 피드백 작용에 의해 TSH의 농도가 감소하므로 ㉠을 주사한 생쥐는 C이다.

20. 식물 군집 조사

[정답맞히기] ㄱ. 우점종은 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도를 모두 합한 중요치가 가장 높은 종이다. A~C 각각의 상대 밀도의 합, 상대 빈도의 합, 상대 피도의 합은 100%이다. 그러므로 A의 상대 빈도는 45%이고, B의 상대 밀도는 41%이며, C의 상대 피도는 59%이다. 따라서 중요치가 가장 높은 종은 C이다.

ㄷ. 종 다양성은 종의 수가 많을수록, 군집을 구성하는 각 종의 밀도가 고를수록 높다. I과 II에서 종의 수는 같고, 각 종의 밀도는 I에서가 고르므로 종 다양성은 I에서가 II에서보다 높다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. I과 II의 면적을 x 라고 하면 I에서 A의 개체군 밀도는 $\frac{30}{x}$ 이고, II에서 B의 밀도는 $\frac{30}{x}$ 이다. 따라서 개체군 밀도는 I의 A와 II의 B가 서로 같다.