

2011학년도 대학 수학 능력 시험 과학탐구영역 (생물 I)
정답 및 해설

<정답>

1. ① 2. ② 3. ⑤ 4. ④ 5. ④ 6. ⑤ 7. ④ 8. ④ 9. ④ 10. ⑤
11. ③ 12. ① 13. ⑤ 14. ① 15. ③ 16. ② 17. ③ 18. ② 19. ⑤ 20. ①

<해설>

1. 파리지옥에서 나타나는 ㉠은 생명 현상의 특성 중 자극에 대한 반응성에 해당된다.

- ① 플라나리아가 빛을 피해 이동하는 것은 자극에 대한 반응성에 해당된다.
② 효모가 포도당을 분해하여 에너지를 생성하는 것은 물질대사(이화 작용)에 해당된다.
③ 아버지의 특정 형질이 딸에서 나타나는 것은 유전성에 해당된다.
④ 짙신벌레가 이분법으로 분열하는 것은 생식에 해당된다.
⑤ 올챙이가 자라서 개구리가 되는 것은 생장에 해당된다.

2. 주영양소 중에서 주에너지원으로 사용되는 A는 탄수화물이며, 수단Ⅲ 반응으로 검출되는 B는 지방이다. 부영양소에는 무기염류, 비타민, 물이 속하므로 C는 무기염류이다. 무기염류는 몸을 구성하는 물질이지만 체내에서 합성되지는 않는다.

3. 호흡계를 통해 공급되어 세포 호흡에 이용되는 (가)는 산소이며, 세포 호흡 결과 생성되는 물질로 호흡계를 통해 배출되는 (나)는 이산화탄소이다. 소화계를 통해 세포 호흡에 공급되는 영양소인 (다)는 포도당이다.

ㄱ. ATP에 저장된 에너지는 ATP가 ADP와 인산으로 분해될 때 방출되며, 이 에너지를 이용하여 세포의 다양한 생명 활동이 일어난다.

ㄴ. 심한 운동을 하면 세포 호흡이 활발히 진행되어 이산화탄소의 생성량이 많아지게 되므로 폐를 통해 단위 시간당 방출되는 이산화탄소의 양이 운동 전보다 증가한다.

ㄷ. 혈액에서 포도당의 농도가 정상보다 높아지면 혈당량 조절을 위해 혈당량을 낮추는 호르몬인 인슐린의 분비가 촉진된다.

4. 시세포에 수용된 빛 자극이 대뇌로 전달되어 시각을 형성하는 동안 중뇌에서는 빛 자극의 세기에 따라 홍채를 조절하여 동공 크기를 변화시키는 동공 반사가 일어난다.

ㄱ. 자율 신경 중 교감 신경은 동공이 커지게 하고, 부교감 신경은 동공이 작아지게 조절한다. ㉠은 중뇌와 눈의 홍채를 연결하는 부교감 신경이며 부교감 신경의 절후 신경 말단에서는 신경 전달 물질로 아세틸콜린을 분비한다. 따라서 ㉠의 절후 신경 말단에서 아세틸콜린이 분비될 때 동공은 작아진다.

ㄴ. 왼쪽 눈과 연결된 시신경이 중뇌에서 왼쪽 뿐만 아니라 오른쪽으로 연결된 부교감 신경(㉠)과도 시냅스를 형성하고 있다. 따라서 오른쪽 눈과 연결된 시신경의 A부위가 절단되어도 왼쪽 눈에 강한 빛을 비추면 왼쪽 눈과 함께 오른쪽 눈의 동공도 작아진다.

ㄷ. 오른쪽 눈이 수용한 포도에 대한 시각 정보는 시신경을 따라 교차되어 좌뇌 시각 피질에 전달되며, 왼쪽 눈이 수용한 포도에 대한 시각 정보는 교차 없이 그대로 좌뇌 시각 피질에 전달된다. 따라서 오른쪽에 위치한 포도에 대한 시각 정보는 B부위가 절단되어도 좌뇌 시각 피질에 전달될 수 있다.

5. 폐포의 공기 흡입량이 증가하면 폐포 내 산소 분압(P_{O_2})은 증가하고 이산화탄소 분압(P_{CO_2})은 감소한다.

ㄱ. 과소 호흡의 경우 폐포의 공기 흡입량이 감소하므로 평상시 호흡에 비해 폐포 내 P_{O_2} 는 감소하고 P_{CO_2} 가 증가한다. 따라서 폐포와 폐포 모세혈관의 혈액 사이 CO_2 분압차가 평상 시에 비해 줄어들게 되므로 확산을 통한 혈액 내 CO_2 의 제거율이 감소하여 폐정맥의 P_{CO_2} 값은 평상 시 P_{CO_2} 값인 40mmHg보다 높아진다.

ㄴ. (나)에서 $P_{O_2}=100\text{mmHg}$ 인 동맥혈이 조직을 지난 후 $P_{O_2}=40\text{mmHg}$ 인 정맥혈이 되므로, 혈액이 조직을 지나는 동안 혈액에서 조직 쪽으로 분압 차에 따라 산소가 이동하였음을 알 수 있다. 따라서 조직에서 P_{O_2} 값은 정맥혈의 P_{O_2} 값인 40mmHg 이하이다.

ㄷ. (나)의 폐포에서 $P_{O_2}=100\text{mmHg}$, $P_{CO_2}=40\text{mmHg}$ 이므로, (가)에서 이 기체 분압에 해당하는 공기 흡입량을 찾으면 4L/분이다.

6. 셀로판 주머니에 용액을 담아 물이 든 비커에 넣어두면 용질 분자의 크기가 셀로판 막의 구멍을 통과할 수 있을 정도로 작을 경우 비커의 물로 확산되는데, 이를 투석이라 한다. 침 속에 포함된 아밀라아제는 다당류인 녹말을 이당류인 엿당으로 분해하며, 베네딕트 반응은 단당류(포도당, 갈락토오스, 과당)와 설탕을 제외한 이당류(엿당, 젖당)에서 모두 일어난다.

ㄱ. 30분 후 녹말 용액과 침 희석액을 섞어 넣은 셀로판 주머니 II 안의 용액에서 요오드 반응이 나타났으므로 II 안에 분해되지 않은 녹말이 남아 있다.

ㄴ. 30분 후 녹말 용액과 침 희석액을 섞어 넣은 셀로판 주머니 II 밖의 용액에서 베네딕트 반응이 나타났으므로 녹말이 침에 의해 엿당으로 분해되어 셀로판 주머니를 통과하여 밖으로 이동하였다.

ㄷ. 30분 후 포도당 용액을 넣은 셀로판 주머니 III 밖의 용액에서 베네딕트 반응이 나타났으므로 포도당이 셀로판 주머니를 통과하여 밖으로 이동하였다.

7. 호흡 운동 시 폐포 내압이 대기압보다 크면 호기(날숨), 폐포 내압이 대기압보다 작으면 흡기(들숨)가 일어난다.

ㄱ. (가)에서 흉강 내압은 폐포 내압이나 대기압보다 항상 낮다.

ㄴ. 산소 해리 곡선 X가 a쪽으로 이동하여 헤모글로빈의 산소 포화도가 높아진 경우는 혈액의 CO_2 분압이 40mmHg보다 낮아졌을 때이다. 따라서 정맥혈에서 CO_2 의 감소로 인해 $CO_2 + H_2O \rightarrow HCO_3^- + H^+$ 의 반응이 적게 일어난다.

ㄷ. (나)에서 산소 분압이 100mmHg일 때 X와 b의 산소 포화도는 약 98%로 거의 일치하며, 산소 분압이 40mmHg일 때 X의 산소 포화도는 약 72%이지만, b의 산소 포화도는 약 55%이다. 따라서 산소 분압이 100mmHg에서 40mmHg로 감소할 때 X의 경우 산소 해리도가 $98-72=26\%$ 이지만, b의 경우 $98-55=43\%$ 로, X보다 b에서 해리되는 산소의 양이 더 많다.

8. (가)의 오줌 생성 과정에서 A는 여과, B는 재흡수, C는 분비 과정을 나타낸 것이다.

ㄱ. 크레아틴은 ㉠쪽으로 갈수록 물질량의 비가 1보다 증가하였으므로 여과 후 재흡수보다 분비가 더 많이 일어났다. 따라서 크레아틴의 $\frac{\text{재흡수량}(B)}{\text{분비량}(C)} < 1$ 이다.

ㄴ. 물질 X는 ㉠쪽으로 갈수록 물질량의 비가 1보다 감소하였으므로 여과 후 재흡수가 분비보다 더 많이 일어났다.

그러나 여과된 X의 일부가 재흡수되었으므로, X의 $\frac{\text{여과량}(A) + \text{분비량}(C)}{\text{재흡수량}(B)} > 1$ 이다.

ㄷ. 포도당은 물질량의 비가 0이 되었으므로 여과 후 모두 재흡수되는 물질이다.

9. 뇌하수체 후엽에서 분비되어 혈장 삼투압에 영향을 미치는 A는 항이뇨 호르몬(ADH)이다. 항이뇨 호르몬은

신장에 작용하여 물의 재흡수를 촉진한다.

ㄱ. 땀을 많이 흘리면 체내 수분 감소로 인해 혈장 삼투압이 증가하게 되며, 이 때 호르몬 A의 분비가 촉진된다는 사실을 (나)의 그래프에서 확인할 수 있다.

ㄴ. 혈장 삼투압이 낮을 때 부신 피질에서 분비되는 알도스테론은 신장에서 Na^+ 의 재흡수를 촉진한다.

ㄷ. (나)에서 혈압이 낮거나 혈액량이 적을 때 호르몬 A의 농도가 높아지는 것으로 보아 호르몬 A는 물의 재흡수를 촉진하여 혈압을 높이고 혈액량을 증가시키는 작용을 한다. 따라서 고혈압 환자에게 호르몬 A를 주사하면 혈압이 더 높아져 위험하게 된다.

10. (가)에서 판막 ㉠(대동맥판)과 ㉡(폐동맥판)은 반월판을 나타낸 것이며, (나)에서 심방 수축 시기를 기준으로 할 때 심장의 1회 박동 주기는 0.9초이다.

ㄱ. (나)에서 1분당 심장 박동수는 $\frac{1\text{분}}{\text{박동주기}} = \frac{60\text{초}}{0.9\text{초}} = \text{약 } 67\text{회}$ 이다.

ㄴ. (나)의 t_1 시기는 좌심실압이 대동맥압보다 높다. 따라서 혈액이 좌심실에서 대동맥으로 이동하므로 ㉠과 ㉡은 열려 있다.

ㄷ. (나)의 t_2 시기는 대동맥압이 좌심실압보다 더 높다. 따라서 이 시기에 ㉠이 닫히지 않으면 대동맥에서 좌심실로 혈액이 역류한다.

11. 축색 돌기와 세포체가 연결되는 시냅스의 형태로 보아 C가 감각 뉴런, A는 운동 뉴런이며, 그 사이에 위치한 B는 연합 뉴런이다.

ㄱ. 망치에 의한 자극은 $C \rightarrow B \rightarrow A$ 경로로 전달되어 무릎 반사가 일어난다.

ㄴ. 망치에 의한 자극은 무릎 반사와는 별도로 척수를 따라 대뇌(D)까지 전달되어 망치가 닿았음을 느낄 수 있게 한다.

ㄷ. 감각기가 수용한 외부 자극을 중추 신경(척수, 뇌)까지 전달하는 감각 뉴런(C)과 중추의 명령을 받아 골격근의 운동을 일으키는 운동 뉴런(A)은 말초 신경 중 체성 신경에 해당된다.

12. DO는 용존 산소량, BOD는 생물학적 산소 요구량을 나타내며, 오염된 물 일수록 DO가 낮고 BOD는 높다.

ㄱ. ㉠처럼 빛을 차단하는 것은 물에 포함된 광합성 생물에 의해 산소가 생성될 수 있기 때문이다.

ㄴ, ㄷ. BOD는 물 속에 포함된 유기물의 양을 알아보기 위해 물의 초기 DO와 5일 후 DO를 비교하여 그 차이값으로 계산한다. 이 실험은 물 속의 호기성 세균이 유기물을 분해하기 위해 산소를 이용한다는 전제 아래 5일간의 산소 감소량을 통해 유기물에 의한 물의 오염 정도를 판단한다. 이 연못물의 BOD값을 구하면 $7-3=4\text{ppm}$ 이다.

13. ① 교감 신경 (가)가 흥분되면 호흡이 빨라진다.

② 심한 운동을 하면 교감 신경 (가)와 (나)는 동시에 흥분된다.

③ 교감 신경에서 절전 신경의 신경 전달 물질은 아세틸콜린, 절후 신경의 신경 전달 물질은 아드레날린이다.

④ 심장의 박동원은 심장 내에 있는 동방 결절이며, 교감 신경은 박동을 촉진하는 역할만 한다. 따라서 (나)의 흥분이 억제되어도 심장 박동은 일어난다.

⑤ 호흡 운동과 심장 박동의 조절 중추는 연수이다.

14. (가)는 세균 감염 시 항체가 생성되는 과정을 나타낸 것이다. 백혈구는 식세포 작용을 통해 세균을 분해한 후 그 조각을 백혈구 표면에 항원으로 제시하여 T림프구가 세균을 항원으로 인식하도록 한다. T림프구는 B림프구를 활성화시켜 B림프구의 증식을 도와주며, B림프구는 기억 세포와 항체를 생산하는 형질 세포로 분화된

다.

ㄱ. I에서 X의 체내에 세균 P의 수가 감소한 것은 백혈구의 식세포 작용이 일어났기 때문이다.

ㄴ. II에서 체내에 세균 P의 수가 적은 쪽이 P에 대한 항체의 수가 많아 면역 작용이 일어나는 사람이다. 따라서 항체의 수는 X가 Y보다 많다.

ㄷ. III에서 X의 체내에 세균 P가 없는 것은 항체에 의해 P가 완전히 제거되었기 때문이며, 세균 P에 대한 기억 세포가 있을 것으로 추정할 수 있다.

15. ㄱ. 정상인 부모 사이에서 유전병인 철수(A'A')가 태어났으므로 유전병 유전자(A')는 정상 유전자(A)에 대해 열성이다.

ㄴ. 철수는 7번 염색체 쌍을 어머니로부터만 물려받았으므로 철수의 유전병 유전자 A'A'는 모두 어머니의 난자 ㉠으로부터 전해진 것이다. 어머니는 7번 염색체 쌍에 AA'를 갖고 있으므로 난자 ㉠ 형성 과정에서 염색체의 비분리가 일어나야만 난자의 유전자형이 A'A'가 될 수 있다. 제1감수분열에서 7번 상동염색체 쌍이 비분리되는 경우 형성되는 난자의 유전자형은 AA'가 되며, 제1감수분열이 정상적으로 일어난 후 A'를 가진 7번 염색체가 제2감수분열에서 염색분체간 비분리가 일어나는 경우 난자의 유전자형은 A'A'가 된다.

ㄷ. 철수는 아버지로부터 7번 염색체를 제외한 22개의 염색체를 물려받았고, 어머니로부터는 24개(7번 염색체 1쌍과 나머지 22개)의 염색체를 물려받아 46개의 염색체를 갖게 되었다.

16. (가)의 정자 형성 과정에서 제2감수분열 이전인 A는 제2정모세포(n)이고, 분열 후인 B는 정세포(n)이다. (나)의 난자 형성 과정에서 성숙한 여포로부터 배란되는 C는 제2난모세포(n)이다.

ㄱ. 제1정모세포(2n)에서 제2정모세포(n)가 되는 제1감수분열에서 상동염색체 쌍의 분리가 일어나며 이때 성염색체 XY도 분리가 된다. 따라서 제2정모세포에는 성염색체 X와 Y 중 1개만 들어 있다.

ㄴ. 세포 1개당 염색체 수는 세포 A, B, C가 모두 $n=23$ 으로 같다.

ㄷ. (나)에서 배란을 촉진하는 황체형성호르몬(LH)은 뇌하수체 전엽에서 분비된다.

17. 정자 1개의 DNA 상대량이 1이면 난자의 DNA 상대량도 1이며, 제시된 그래프가 여성의 생식기관에서 관찰된 모든 제2난모세포의 DNA 총량을 나타낸 점에 주의할 필요가 있다.

ㄱ, ㄴ. 배란된 제2난모세포의 DNA 상대량은 난자의 2배가 되므로 2가 되어야 하고, 수정란은 정자와 난자의 DNA 상대량 합이 되므로 2가 되어야 한다. 그런데 제시된 그래프에서 제2난모세포의 DNA 총량이 4이므로, 2개의 제2난모세포가 배란되어 2개의 수정란이 형성된 것으로 추정할 수 있다. 따라서 2세포기 배아는 2개이다. 배아 II의 DNA 총량이 32이므로, 배아 II 1개의 DNA 상대량은 16이다. 수정란 1개의 DNA 상대량이 2이므로 배아 II는 8세포기에 해당되며, 수란관을 따라 이동하는 상태이다.

ㄷ. 난할이 일어날 때마다 할구당 세포질량이 절반으로 감소하므로, 배아 I의 할구당 세포질량은 배아 II의 2배이다.

18. ① 1쌍의 상동염색체에 위치한 유전자들의 종류와 배열은 서로 일치한다. 따라서 (가)의 ㉠과 ㉡은 상동염색체 관계이다.

② ㉢과 ㉣은 상동염색체 관계이며, 1개의 염색체는 유전적으로 동일한 2개의 염색분체로 이루어져 있다.

③ 대립 유전자는 항상 상동염색체의 동일한 위치에 존재한다. 따라서 (가)에서 B와 b는 대립 유전자 관계이다.

④ (나)에서 ㉤은 유전자 D가 위치한 부위가 결실된 염색체이다.

⑤ (다)에서 ㉥은 유전자 M이 위치한 부위가 중복된 염색체이다.

19. 3개체의 유전자형이 $HhRr$ 이며 교차는 고려하지 않는다고 했으므로, 이 식물의 키 유전자와 꽃 색깔 유전자는 독립 또는 완전 연관에 해당된다. 두 유전자의 관계가 독립인 경우 개체 간 교배 결과는 항상 $9 : 3 : 3 : 1$ 이 되어야 하는데, 표에 제시된 결과는 I 과 II의 교배 시 $2 : 1 : 1$, II와 III의 교배 시 $3 : 1$ 이므로 독립에 해당되지 않는다. 연관의 경우 H와 R, h와 r이 각각 같은 염색체에 존재하는 상인 연관일 때와 H와 r, h와 R이 각각 같은 염색체에 존재하는 상반 연관일 때를 가정할 수 있다. II와 III이 모두 상인 연관인 경우 배우자의 유전자형은 HR , hr 이므로 이들의 교배 결과 자손의 유전자형은 $HHRR$, $2HhRr$, $hhrr$ 이다. 따라서 표현형은 $H-R- : hhrr = 3 : 1$ 로 제시된 실험 결과와 일치한다. I 이 상반 연관인 경우 배우자의 유전자형은 Hr , hR 이므로 II와 교배시켰을 때 자손의 유전자형은 $HHRr$, $HhRR$, $Hhrr$, $hhRr$ 이다. 따라서 표현형은 $H-R- : H-rr : hhR- = 2 : 1 : 1$ 로 제시된 실험 결과와 일치한다.

ㄱ. I 은 두 유전자가 상반 연관인 경우이므로 H와 r이 같은 염색체에 존재한다.

ㄴ. II와 III은 모두 두 유전자가 상인 연관인 경우이므로, 이들이 생성하는 생식세포(배우자)의 유전자형은 HR , hr 로 서로 일치한다.

ㄷ. I 과 II를 교배하여 나온 F_1 의 유전자형은 $HHRr$, $HhRR$, $Hhrr$, $hhRr$ 로 4가지이다.

20. ㄱ. (가)는 핵 치환(핵 이식) 기술이 사용되었으며, RR 의 유전자형을 가지는 체세포의 핵이 무핵 난자에 이식되어 발생하였으므로 태어나는 송아지는 반드시 RR 의 유전자형을 갖는다.

ㄴ, ㄷ. (나)는 조직 배양 기술을 사용하여 식물의 형성층(분열 조직)에서 분리한 세포를 체세포 분열로 증식시켜 캘러스(미분화 세포 덩어리)를 얻은 후 호르몬 처리로 분화시켜 완전한 식물 개체를 생산하는 과정이다.