

2011학년도 9월 모의 평가 과학탐구영역 (생물I)

정답 및 해설

<정답>

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

<해설>

1. 박테리오파지(A)는 세균에 기생하는 바이러스로 세포 구조를 볼 수 없다. 대장균(B)은 세균의 일종으로 세포 구조로 되어 있으나 핵이 없다. 사람의 혈구 중 핵이 있는 것은 백혈구이며, 적혈구(C)와 혈소판은 핵이 없다.

ㄱ. 박테리오파지(A), 대장균(B), 적혈구(C)는 모두 핵을 가지고 있지 않다.

ㄴ. 대장균(B)과 적혈구(C)는 물질대사를 통해 세포의 생명을 유지한다.

ㄷ. 적혈구(C)는 산소 운반에 적합한 구조로 분화된 세포이며, 더 이상 세포 분열을 하지 않는다.

2. 주영양소(3대 영양소)는 탄수화물(여기서는 포도당), 지방, 단백질이 해당되며, 포도당은 베네딕트 반응(청색→황적색), 지방은 수단Ⅲ 반응(적색→선홍색), 단백질은 뷰렛 반응(청색→보라색)을 통해 검출할 수 있다. 뷰렛 반응 결과로 볼 때 B가 포함된 (가)와 (다)에서만 단백질이 검출되었으므로, B는 단백질이다. A와 B가 포함된 (가)에서 베네딕트 반응이 일어났으므로 A는 포도당이며, A와 C가 포함된 (나)에서 수단Ⅲ 반응이 일어났으므로 C는 지방이다.

① (가)에는 지방(C)이 없으므로 ㉠은 적색, (다)에는 지방이 있으므로 ㉡은 선홍색이다.

② (나)에는 포도당(A)이 있으므로 ㉢은 황적색이다.

③ A는 포도당, B는 단백질, C는 지방이다.

④ 단백질(B)의 최종 소화 산물인 아미노산은 수용성이므로, 용털의 모세혈관으로 흡수된다.

⑤ 단백질(B)은 펩신, 지방(C)은 리파아제에 의해 화학적으로 소화된다.

3. 시험관에 첨가한 물질에 따른 지방산의 생성량을 비교할 때 B는 지방을 직접 분해하는 효소이며, A는 지방을 분해하지는 못하지만 지방 분해 효소의 작용을 도와주는 물질이다. A와 B가 쓸개나 이자에서 분비되는 물질이라 했으므로, A는 쓸개즙, B는 이자액에 포함된 리파아제로 추정할 수 있다.

ㄱ. 쓸개즙(A)에는 소화 효소가 포함되어 있지 않으며, 소화 과정에서 지방산은 더 이상 분해되지 않는다.

ㄴ. 리파아제(B)는 이자에서 생성된 이자액에 포함되어 있으며, 십이지장으로 분비된다.

ㄷ. 자율신경 중 부교감신경은 소화액의 분비와 소화관 운동을 촉진한다. 따라서 부교감신경에 의해 쓸개즙(A)과 리파아제(B)가 포함된 이자액의 분비가 촉진된다.

4. (가)에서 식세포는 식균 작용을 통해 세균 P를 제거하며, 이 과정에서 세균 P의 분해 물질 중 일부를 세포 표면에 항원으로 게시하여 세균 P가 침입했음을 알린다. 보조 T 세포는 식세포가 게시한 항원을 인식한 후 활성화되며, B 세포의 증식과 분화를 촉진한다. B 세포 중 일부는 형질세포로 전환되어 세균 P를 항원으로 인식하는 항체 Y를 생산하며, 나머지는 기억세포로 전환되어 세균 P의 재침입에 대비한다.

ㄱ. ㉠은 보조 T 세포가 결핍된 경우이므로 식세포의 식균 작용은 일어나지만, 항체 Y가 정상적으로 생산되지 못한다.

ㄴ. t_1 에서 ㉠보다 ㉡의 세균 P 수가 상대적으로 적은 것은 ㉠과 달리 ㉡에서는 보조 T 세포의 작용으로 항체 Y가 생산되어 세균 P가 지속적으로 제거되었기 때문이다.

ㄷ. 세균 P의 물질 일부가 항원으로 작용하여 항체 Y가 생산되었으므로, 항체 Y는 세균 P를 항원으로 인식하여 결합한다.

5. ㉠과 ㉡ 사이에 습지 형성 후 ㉡에서 질소 노폐물량이 감소되었고, 용존 산소량(DO; dissolved oxygen)은 증가하였다.

ㄱ. 노폐물량이 감소하고 용존 산소량(DO)이 증가한 것으로 보아 습지의 형성으로 수질이 정화되었다.

ㄴ. ㉡에서 용존 산소량(DO)은 습지 형성 전보다 후에 증가하였다.

ㄷ. 축산 폐수에 포함된 유기물이 분해될 때 생기는 질소(N) 노폐물은 인(P) 노폐물과 함께 부영양화를 발생시키는 물질이다.

6. (가)에서 두 기체 중 분압이 높은(100mmHg 내외) A는 O_2 이고, 낮은(40mmHg 내외) 것은 CO_2 이다.

ㄱ. O_2 (A)는 분압이 높은 폐포 내부에서 분압이 낮은 혈액 쪽으로 확산되고, CO_2 는 분압이 높은 혈액에서 분압이 낮은 폐포 내부 쪽으로 ㉠방향으로 확산된다.

ㄴ. 외부의 신선한 공기가 폐로 유입되는 경우에는 폐포 안의 O_2 분압이 높아지고 CO_2 분압이 낮아지게 된다. 그러나 t_1 은 폐포 안의 O_2 분압이 낮아지고 CO_2 분압이 높아지는 시기이므로, 폐의 공기가 몸 밖으로 유출되고 있다.

ㄷ. $t_1 \sim t_2$ 는 폐의 공기가 몸 밖으로 유출되는 시기이므로 폐의 부피가 감소한다. 폐의 부피가 감소하는 경우는 횡격막이 이완하여 위로 이동할 때이다.

7. ① (가)에서 배란 후 황체 형성 시기부터 분비가 증가한 ㉠은 프로게스테론이며, 배란 전 여포의 성장 시기부터 분비가 증가한 ㉡은 에스트로겐이다.

② 수정 후 난할이 진행되는 동안 프로게스테론(㉠)의 분비량은 지속적으로 증가한다.

③ 프로게스테론(㉠)과 에스트로겐(㉡)은 모두 자궁 내벽을 두껍게 발달시키는 호르몬이다.

④ (나)에서 A는 배란된 제2난모 세포이므로 핵상이 n 이며, 수정 후 난할 중인 배(B)를 구성하는 할구 1개의 핵상은 $2n$ 이다. 따라서 B의 할구 1개의 염색체 수는 A의 2배이다.

⑤ 수정란의 난할 과정은 체세포 분열에 해당하며, 상동염색체의 접합은 감수 분열 과정에서만 일어난다.

8. ㄱ. (가)에서 신경 X는 절전 뉴런이 길고 절후 뉴런이 짧은 것으로 보아 부교감 신경이며, 신경 Y는 절전 뉴런이 짧고 절후 뉴런이 긴 것으로 보아 교감 신경이다.

ㄴ. ㉠은 부교감 신경의 절후 뉴런 말단에서 분비되는 아세틸콜린이며, 이 물질에 의해 방광은 수축된다. 반면 교감 신경의 절후 뉴런 말단에서 분비되는 노르아드레날린은 방광을 이완시킨다.

ㄷ. (나)는 Na^+ 통로가 닫히고, K^+ 통로가 열려 세포 안에서 밖으로 K^+ 이 이동하는 시점이므로 탈분극 후 재분극될 때의 이온 이동을 나타낸 것이다.

9. ㄱ. (가)에서 호르몬 A는 혈중 Ca^{2+} 이 과다할 때 갑상선에서 분비가 촉진되는 호르몬이므로 칼시토닌이며, (나)에서 ㉡에 해당한다.

ㄴ. (가)에서 호르몬 B는 혈중 Ca^{2+} 이 부족할 때 부갑상선에서 분비가 촉진되는 호르몬이므로 파라토르몬이며, (나)에서 ㉠에 해당한다. 파라토르몬(B)은 혈중 Ca^{2+} 농도를 높이기 위해 소장에서 혈액으로 Ca^{2+} 의 흡수를 촉진하고, 뼈에서 Ca^{2+} 을 방출시키며, 신장에서 Ca^{2+} 의 재흡수를 촉진한다.

ㄷ. 칼시토닌(㉡)은 혈중 Ca^{2+} 농도를 낮추기 위해 혈액에서 뼈로 Ca^{2+} 의 이동을 촉진하고, 신장에서 Ca^{2+} 의 재흡수를 억제한다.

10. 그림은 염색체 돌연변이 중 구조적 이상이 발생하는 경우를 나타낸 것이며, 정자 ㉠은 결실, ㉡은 역위에 해당한다.

ㄱ. 터너증후군은 성염색체 X가 1개만 존재하는 경우로, 염색체 돌연변이 중 수의 이상에 해당한다.

ㄴ. ㉡의 형성 과정에서 염색체의 일부가 절단되어 거꾸로 붙는 역위가 일어났다.

ㄷ. ㉠과 ㉡은 염색체의 일부분에서 구조적 이상이 생긴 경우이므로 염색체의 수는 정상과 같다.

11. ㄱ. t_1 에서 A와 B의 좌심실 압력은 같은데, t_2 에서 A보다 B의 좌심실 압력이 낮다. 따라서 이 시기 동안 A보다 B에서 좌심실 압력은 느리게 상승한다.

ㄴ. P에서 A의 좌심실 압력이 대동맥 혈압보다 낮으므로 좌심실과 대동맥 사이의 판막(반월판)은 닫혀 있다.

ㄷ. $t_2 \sim t_3$ 에서 A의 좌심실 압력은 대동맥 혈압보다 높다. 따라서 이 시기에는 반월판이 열려 있어 좌심실 혈액은 대동맥으로 이동한다.

12. ㉠ t_1 은 심호흡 과정에서 폐의 부피가 증가하는 시기이므로 흡기가 일어나고 있다. 흡기는 늑골이 A 방향으로 이동하여 흉강의 부피가 증가할 때 일어난다.

- ② 폐의 부피가 $t_1 > t_2$ 이므로, 폐의 압력은 $t_1 < t_2$ 이다. 폐의 압력은 흉강의 압력에 따라 변하게 되므로 t_1 보다 t_2 에서 흉강의 압력이 더 높다.
- ③ t_2 는 심호흡 과정에서 폐의 부피가 최저인 시기이므로 최대 호기하여 폐포의 압력이 대기압과 같아진 상태이다.
- ④ t_2 에서 폐의 부피가 최저일 때 폐에 남아 있는 공기량(잔기량)은 1200mL이다. 따라서 폐의 부피가 2200mL인 t_3 에서 추가로 내쉴 수 있는 공기의 최대량은 $2200 - 1200 = 1000$ mL이다.
- ⑤ 폐활량은 최대 흡기 시 폐의 부피에서 최대 호기 시(t_2) 폐의 부피를 뺀 차이값이므로, 폐활량은 $5700 - 1200 = 4500$ mL이다.

13. 눈 색의 발현에 관여하는 두 대립 유전자 A와 A*가 성염색체에 있다고 했으며, (나)에서 이 유전자에 대한 DNA량을 비교할 때 암컷(㉔ 또는 ㉕)에 비해 수컷(㉖)은 절반이다. 따라서 암컷(XX)에 비해 수컷(XY)의 성염색체 수가 절반에 해당되는 X 염색체에 눈 색의 발현에 관여하는 유전자가 존재한다.

- ① 수컷(XY)은 눈 색의 발현에 관여하는 유전자가 X 염색체에만 1개 존재하며, 흰눈 수컷(㉖)이 유전자 A*를 가지므로 A*는 흰눈을 나타내는 유전자이다. 따라서 같은 흰눈 수컷인 ㉗도 A*를 가지고 있다.
- ② ㉗과 ㉔ 사이에서 ㉔(AA*), ㉕(A*Y), ㉖(A*A*)의 자손이 태어났으므로, ㉗의 유전자형은 A*Y이고 ㉔의 유전자형은 AA*이다. 따라서 ㉔과 ㉕의 유전자형은 AA*로 같다.
- ③ ㉕의 눈 색 유전자형은 A*A*이므로 동형접합이다.
- ④ ㉔의 유전자형은 AA*이고, ㉕의 유전자형이 A*A*이므로, ㉔의 $\frac{A \text{의 수}}{A^* \text{의 수}} = 1$ 이고, ㉕의 $\frac{A \text{의 수}}{A^* \text{의 수}} = 0$ 이다. 따라서 $\frac{A \text{의 수}}{A^* \text{의 수}}$ 의 값은 ㉔ > ㉕이다.
- ⑤ A는 붉은눈, A*는 흰눈이며, 유전자형이 이형 접합일 때 표현되는 쪽이 우성이다. 따라서 암컷의 이형 접합인 AA*에서 붉은눈이 표현되는 것으로 보아 붉은눈(A)은 흰눈(A*)에 대해 우성이다.

14. (나)에서 A는 여과 후 재흡수가 전혀 없는 물질의 이동 방식, B는 여과 후 일부가 재흡수되는 물질의 이동 방식, C는 여과 후 100% 재흡수되는 물질의 이동 방식이다.

ㄱ. 배설량=여과량-재흡수량이므로, 재흡수량이 0인 A 방식의 경우 여과량=배설량이다. 따라서 $\frac{\text{배설량}}{\text{여과량}} = 1$ 이다.

ㄴ. 구간 I에서 물질 X는 배설량=0, 여과량=재흡수량이므로, 여과 후 100% 재흡수되는 C 방식으로 이동한다.

ㄷ. X의 혈중 농도가 400mg/100mL일 때 배설량>0이므로, X는 오줌에서 검출된다.

15. (가)에서 I은 제1분열, II는 제2분열, III은 분화가 일어나는 시기를 나타낸 것이다. 만약 I(제1분열)에서 성염색체의 비분리가 일어나는 경우 A의 핵상이 n+1 또는 n-1이 되므로, A로부터 생성되는 두 개의 정자는 모두 n+1이거나 n-1이 되어야 한다. 그러나 A로부터 생성되

는 정자의 핵상이 모두 n 이므로 제1분열에서는 성염색체의 비분리가 일어나지 않았다. 반면 B로부터 생성되는 정자의 핵상이 $n-1$, 정자 C가 $n+1$ 인 것으로 보아 II(제2분열)에서 성염색체의 비분리가 일어났다.

ㄱ. A는 제2정모세포이며 핵상이 $n=23$ 이므로, 성염색체 1개를 제외한 상염색체의 수는 22개이다. B는 정세포이며 핵상이 정자($n-1$)와 일치하므로 B의 총 염색체 수는 22개이다. 따라서 $\frac{A\text{의 상염색체수}}{B\text{의 총염색체수}}$ 의 값은 1이다.

ㄴ. 제2분열에서 성염색체가 비분리되었으므로, B는 성염색체가 없이 상염색체만 22개 존재하며, C는 $22+XX$ 또는 $22+YY$ 이다. C와 정상 남자($22+X$)가 수정하는 경우 $44+XXX$ 또는 $44+XYY$ 가 된다. 클라인펠터 증후군($44+XXY$)은 정자 형성 과정의 제1분열에서 비분리가 일어나 생긴 정자($22+XY$)와 정상 남자($22+X$)가 수정하는 경우에 나타난다.

ㄷ. (나)는 2가 염색체가 적도면에 배열된 것으로 보아 시기 I(제1분열)을 나타낸 것이다. (가)의 염색체 비분리 현상은 시기 II(제2분열)에 일어났다.

16. Rh^+ 형인 첫째 아이의 출산 과정에서 Rh 응집원이 Rh^- 형인 여성의 체내에 유입되면 Rh 응집소가 생성된다. 이후 Rh^+ 형인 아이를 임신하는 경우 모체에서 태반을 통해 이동한 Rh 응집소에 의해 적아세포증이 나타나게 된다.

ㄱ. 적아세포증이 나타난 ㉠은 Rh^+ 형이며 Rh^+ 형은 Rh 응집원만 있고 응집소가 생성되지 않는다. ㉠의 체내에 있는 Rh 응집소는 생성되는 것이 아니라, 모체(여성 X)에서 태반을 통해 전해진 것이다.

ㄴ. ㉡과 같이 Rh 항체(Rh 응집소) 주사를 맞게 되면 Rh^+ 형인 첫째 아이의 출산 과정에서 모체(여성 Y)의 체내로 유입되는 Rh 응집원을 항원-항체 반응을 통해 신속히 제거할 수 있어 모체 내에서 Rh 응집소가 형성되지 않게 된다. 따라서 기억세포는 형성되지 않으며, Rh^+ 형인 둘째 아이를 임신해도 적아세포증이 나타나지 않는다.

ㄷ. 첫째 아이의 출산 후 여성 X는 체내에 Rh 응집소가 형성되므로, 남편(Rh^+ 형)의 혈액을 수혈받는 경우 Rh 응집원이 유입되어 응집 반응이 일어난다. 따라서 첫째 아이의 출산 후 X는 남편의 혈액을 수혈받을 수 없다.

17. ㄱ. ㉠은 비타민 A로부터 생성되는 물질이므로 레티넨, 로돕신을 구성하는 또 다른 물질인 ㉡은 옵신이다.

ㄴ. 레티넨(㉠)과 옵신(㉡)의 결합은 어두울 때 많이 일어난다. 따라서 ㉠과 ㉡의 결합은 구간 I보다 어두워서 동공이 커지는 구간 II에서 많이 일어난다.

ㄷ. 시세포 X는 간상세포이며, 이 세포의 작용으로 어두운 곳에서 물체의 명암과 형태가 구별된다. 밝은 곳에서 물체의 색깔을 구별할 수 있게 해주는 것은 원추세포이다.

18. 유전자 C는 남자에만 있는 Y 염색체에 존재하며, 나머지 유전자는 X 염색체에 존재한다. 삼촌의 X 염색체가 할머니로부터 물려진 것이므로, 고모와 삼촌이 가진 aBD는 할머니로부터 물려진 것이다. 영수의 X 염색체가 어머니로부터 물려진 것이므로, 영수와 누나가 가진 abD는

어머니로부터 물려진 것이다. 누나는 어머니로부터 물려받은 abD 외에 Abd 를 갖고 있으며, 이것은 아버지로부터 물려받은 것이다.

ㄱ. 아버지가 가진 Abd 는 할머니로부터 물려받았으므로 할머니는 고모와 삼촌에게 물려준 aBD 와 아버지에게 물려준 Abd 를 함께 갖고 있어서 할머니의 유전자형은 $AaBbDd$ 이다.

ㄴ. 할아버지의 X 염색체는 딸인 고모에게 물려졌다. 고모는 할머니가 물려준 aBD 외에 AbD 를 함께 갖고 있으며, 이것은 할아버지로부터 물려받은 것이다. 따라서 할아버지의 X 염색체에는 유전자 A , b , D 가 존재한다.

ㄷ. 아버지의 X 염색체에는 유전자 Abd 가 존재하며, 고모의 두 X 염색체에는 각각 유전자 aBD 와 AbD 가 존재한다. 따라서 고모의 두 X 염색체와 아버지의 X 염색체를 비교할 때 대립 유전자의 종류와 배열 순서는 동일하지 않다.

19. 반성 유전은 유전자가 성염색체 X 에 존재할 때 나타나는 유전 현상이다.

ㄱ. ㉠의 손녀가 O 형이므로 ㉠의 아들은 O 형 유전자를 갖고 있다. 따라서 ㉠의 유전자형은 AO 이다.

ㄴ. ㉡이 AB 형이고, O 형인 자매가 있으므로 부모의 유전자형은 AO 와 BO 이다. ㉠이 AO 이므로 ㉡의 어머니는 AO , 아버지는 BO 이다. 따라서 ㉡의 동생이 A 형일 확률은 $1/4$ 이다. ㉡의 어머니인 ㉢은 ㉠과 유전자형이 동일하므로 AO 이며, ㉡의 아버지는 AB 형이다. 따라서 ㉡의 동생이 A 형일 확률은 $1/2$ 이다. ㉡의 동생과 ㉡의 동생이 모두 A 형일 확률은 $1/4 \times 1/2 = 1/8 = 12.5\%$ 이다.

ㄷ. ㉡의 동생이 ㉠과 같이 유전자형이 AO 일 확률은 $1/4$ 이다. ㉠의 유전병 유전자형이 X^+X^- 이므로 ㉢ 유전자형은 XX^+ 이다. 따라서 XX^+ 인 어머니와 X^+Y 인 아버지 사이에서 태어나게 될 ㉡의 동생이 ㉠(X^+X^-)일 확률은 $1/4$ 이다. ㉡의 동생이 태어날 때 ABO 식 혈액형과 유전병의 유전자형이 ㉠과 같을 확률은 $1/4 \times 1/4 = 1/16 = 6.25\%$ 이다.

20. ㄱ. Q 는 제한 효소 α 를 사용하여 항생제 X 저항성 유전자 부위를 절단한 후 유전자 I 을 삽입하여 DNA 연결효소(리가아제)로 연결하여 재조합하였다.

ㄴ. F 는 항생제 X 에 대해 저항성이 없으며, 항생제 Y 에 대해서는 저항성을 가진다. 따라서 F 는 항생제 Y 가 포함된 배지에서는 생존할 수 있지만, 항생제 X 가 포함된 배지에서는 생존할 수 없다.

ㄷ. 제한효소로 절단하고 DNA 연결효소로 연결한 부위는 동일한 제한효소에 의해 다시 절단될 수 있다. 따라서 R 은 A 부위에 유전자 I 을 삽입하였고, B 부위에 유전자 II 를 삽입하였으므로 α 와 β 로 완전히 자르는 경우 4조각이 된다.