

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

1. 세포 분획법

[정답맞히기] ㄱ. 원핵 세포와 진핵 세포에는 모두 리보솜이 있다. 따라서 진핵 세포인 동물 세포에도 리보솜이 있으며, 동물 세포의 파쇄액인 ㉠에 리보솜이 있다.

ㄴ. 상층액 ㉡은 동물 세포에서 핵을 제외한 세포질 성분이 포함되어 있다. 따라서 ㉡에는 미토콘드리아와 같은 DNA를 갖는 세포 소기관이 있다.

ㄷ. 세포 분획법은 세포를 균질기로 부순 다음 원심 분리기를 이용하여 크기와 밀도에 따라 세포 소기관을 분리 및 침전시키는 세포 연구 방법이다. 따라서 동물 세포 파쇄액으로부터 원심 분리기를 이용하여 핵을 분리하는 과정에 세포 분획법이 이용되었다.

정답⑤

2. 세균, 식물 세포, 동물 세포의 구조 비교

자료로 제시된 남세균, 대장균, 시금치의 공변세포의 특징은 아래와 같이 정리된다.

구분	핵막이 있다.	세포벽이 있다.	광합성을 한다.
공변세포(A)	○	○	○
대장균(B)	×	○	×
남세균(C)	×	○	○

(○: 있음, ×: 없음)

[정답맞히기] ㄱ. 대장균에는 없고, 시금치의 공변세포와 남세균에만 있는 특징인 ㉢은 '광합성을 한다.'이다.

ㄷ. 남세균(C)의 세포벽에는 펩티도글리칸 성분이 있다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. 핵막이 없고, 광합성을 하지 않지만 세포벽은 가지는 B는 대장균이다.

3. 광합성의 명반응과 엽록체의 구조

㉠은 스트로마이고, ㉡은 틸라코이드 내부이다. (가)는 광합성의 암반응(캘빈 회로)에서 일어나는 NADPH의 산화 과정이고, (나)는 광합성의 명반응에서 일어나는 물의 광분해 반응이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 암반응(캘빈 회로)에서 일어나는 NADPH의 산화 과정이며, 캘빈 회로는 스트로마(㉠)에서 일어난다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. (나)는 명반응에서 일어나는 물의 광분해 반응이며, 광계 II에서 일어난다.

ㄷ. (나)에서 방출된 전자가 전자 전달계를 거치면서 H^+ 을 스트로마(㉑)로부터 틸라코이드 내부(㉒)으로 능동 수송시키면서 H^+ 의 농도는 스트로마(㉑)에서 틸라코이드 내부(㉒)에서보다 낮아진다. 이로 인해 틸라코이드 내부(㉒)에서 스트로마(㉑)로 ATP 합성 효소를 통한 H^+ 의 촉진 확산이 일어난다.

4. 생명체의 탄생과 진화

[정답맞히기] ㄴ. 원핵생물(㉑), 단세포 진핵생물(㉒), 다세포 진핵생물(㉓)에서는 모두 유전자의 발현 과정에서 RNA가 생성된다. 따라서 단세포 진핵생물(㉒)에 RNA가 있다.

ㄷ. 지구에서 최초로 출현한 생물 ㉑은 원핵생물이고, 이후 단세포 진핵생물(㉒), 다세포 진핵생물(㉓)이 순서대로 출현하였다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. 효모는 단세포 진핵생물이므로 ㉒에 속한다.

5. 세포 분화 과정에서의 유전자 발현 조절

유전자 발현의 조절에 의해 세포의 분화가 영향을 받는다. 수정란으로부터 분열과 분화 과정을 통해 형성된 체세포의 전체 유전자는 보존되지만 발현되는 유전자의 종류는 시기와 조직에 따라 달라질 수 있다.

[정답맞히기] ㄴ. 체세포는 수정란으로부터 세포 분열 및 분화 과정을 거쳐 생성된다. 따라서 분화된 각 세포에서 발현되는 유전자는 수정란에도 있다. 그러므로 수정란에는 근육 세포에서 발현되는 마이오신 유전자와 모근 세포에서 발현되는 케라틴 유전자가 모두 있다.

ㄷ. 모근 세포에 케라틴 유전자의 전사되게 하는 전사 인자가 있기 때문에 케라틴 유전자가 발현된다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. 마이오신과 케라틴은 단백질의 아미노산 배열 순서가 서로 다르다. 따라서 단백질의 아미노산 배열 순서를 결정하는 DNA의 염기 배열 순서도 서로 다르다.

6. 세포 호흡과 발효

I 은 아세트 알데하이드(A)가 생성되는 과정, II 는 젖산(B)이 생성되는 과정, III 은 아세틸 CoA(C)가 생성되는 과정이다. ㉑은 NAD^+ , ㉒은 $NADH$, ㉓은 CO_2 이다.

[정답맞히기] ㄴ. III 은 산소 호흡 과정 중 피루브산의 산화 과정이므로 미토콘드리아 기질에서 일어난다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. I 은 알코올 발효에서 피루브산으로부터 아세트 알데하이드(A)가 생성되는 과정으로 탈수소 반응은 일어나지 않고, 탈탄산 반응만 일어나므로 NAD^+ (㉑)와 $NADH$ (㉒)은 생성되지 않는다. 따라서 ㉓은 'x'이다.

ㄷ. 1분자당 수소 수는 아세트 알데하이드(A)가 4, 젖산(B)이 6이고, 1분자당 탄소 수

는 아세트 알데하이드(A)가 2이고 젖산(B)이 3이다. 그러므로 1분자당 $\frac{\text{수소 수}}{\text{탄소 수}}$ 는 아세트 알데하이드(A)와 젖산(B)이 모두 2로 같다.

7. 효소의 작용

[정답맞히기] ㄱ. 아밀레이스는 녹말을 엿당으로 분해한다. 아밀레이스가 작용하는 기질이 녹말이므로, 아밀레이스는 기질인 녹말이 결합하는 활성 부위가 있다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. I에서는 무즙에 포함된 아밀레이스의 촉매 반응으로 녹말 분해 반응의 활성화 에너지가 II에서보다 작아진다.

ㄷ. 녹말이 엿당으로 분해되는 과정에 작용하는 아밀레이스는 가수 분해 효소이다.

8. 비들과 테이텀의 실험

㉠은 시트룰린, ㉡은 오르니틴, ㉢은 아르지닌이다. I은 유전자 b에, II는 유전자 a에 돌연변이가 일어난 것이다.

야생형, 유전자 a와 유전자 b에 이상이 생긴 돌연변이를 최소 배지, 최소 배지에 오르니틴, 시트룰린, 아르지닌이 각각 첨가된 배지에서 생장 여부와 합성되는 물질의 종류는 아래와 같이 정리된다.

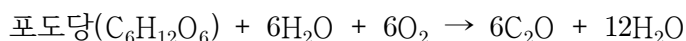
구분	최소 배지		최소 배지 + 오르니틴(㉡)		최소 배지 + 시트룰린(㉠)		최소 배지 + 아르지닌(㉢)	
	생장	합성 물질	생장	합성 물질	생장	합성 물질	생장	합성 물질
야생형	○	오르니틴 시트룰린 아르지닌	○	오르니틴 시트룰린 아르지닌	○	오르니틴 시트룰린 아르지닌	○	오르니틴 시트룰린 아르지닌
유전자 a 돌연변이 (II)	×	없음	○	시트룰린 아르지닌	○	아르지닌	○	없음
유전자 b 돌연변이 (I)	×	오르니틴	×	오르니틴	○	오르니틴 아르지닌	○	오르니틴

[정답맞히기] ㄷ. II가 최소 배지에 오르니틴(㉡)이 첨가되어 배양될 때 아르지닌(㉢)이 합성되므로 II는 유전자 a 돌연변이이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ, ㄴ. I과 II 모두가 최소 배지에서 배양될 때 합성되지 않고, 최소 배지에 한 가지 물질이 첨가되어 배양될 때는 모두 합성될 수 있는 물질 ㉢은 아르지닌이다. I과 II 모두에서 아르지닌이 합성될 때 최소 배지에 첨가된 물질 ㉠은 시트룰린이므로, 물질 ㉡은 오르니틴이다. 효소 B의 기질은 오르니틴이므로 ㉡이다.

9. TCA 회로와 산화적 인산화

세포 호흡의 화학 반응식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.



포도당 1분자가 해당 과정을 통해 2분자의 피루브산으로 분해될 때 2분자의 NADH

와 2분자의 ATP가 생성된다. 2분자의 NADH가 산화적 인산화에 이용되면 1분자의 O_2 가 소모되고 2분자의 H_2O 가 생성되어 6ATP가 생성된다. 한편 2분자의 피루브산이 TCA 회로와 산화적 인산화를 거쳐 분해될 때 TCA 회로에서 기질 수준 인산화를 통해 2ATP가 생성되고, 탈탄산 반응을 통해 $6C_2O$ 가 생성되며, 탈수소 반응을 통해 8NADH와 2FADH₂가 생성된다. 산화적 인산화에서는 8NADH로부터 24ATP가 생성되고 2FADH₂로부터 4ATP가 생성된다. 따라서 ㉠은 6, ㉡은 5, ㉢은 10, ㉣은 30이다.

[정답맞히기] ㄱ. ㉡은 5, ㉢은 10, ㉣은 30이므로 $\frac{㉡+㉢}{㉣} = \frac{1}{2}$ 이다.

ㄷ. 미토콘드리아 내막에 있는 전자 전달계에서 전자의 최종 수용체는 O_2 이다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. (가)의 ㉠은 TCA 회로에서 생성되는 CO_2 이다. TCA 회로는 미토콘드리아 기질(Ⅱ)에서 일어난다. 미토콘드리아에서 Ⅰ은 막사이 공간, Ⅱ는 기질이다.

10. DNA 복제

Ⅰ의 염기는 40개이고, $\frac{A+T}{G+C} = \frac{2}{3}$ 이므로 $A+T=16$, $G+C=24$ 이다. 따라서 (가)와 Ⅰ 사이의 염기 간 수소 결합 총개수는 $2 \times 16 + 3 \times 24 = 104$ 개다. Ⅱ의 염기는 18개이고, $\frac{A+T}{G+C} = \frac{1}{2}$ 이므로 $A+T=6$, $G+C=12$ 이다. 따라서 (나)와 Ⅱ 사이의 염기 간 수소 결합 총개수는 $2 \times 6 + 3 \times 12 = 48$ 개다.

[정답맞히기] ㄴ, ㄷ. (나)와 Ⅱ 사이의 염기 간 수소 결합 총개수가 48개이고, X와 상보적인 Y와 (나) 사이의 염기 간 수소 결합 총개수는 11개이다. 따라서 (나)와 ㉠ 사이는 총 59개이다. (나)와 Ⅲ 사이의 개수는 (나)와 Ⅱ 사이의 개수와 같은 48개이므로 (나)와 Z 사이의 개수는 $115 - (48 + 11 + 48) = 8$ 개다. 따라서 (나)와 ㉢ 사이는 총 56개이다.

Ⅰ에서 $\frac{A+T}{G+C} = \frac{2}{3}$ 이다. Ⅱ와 Ⅲ에서 각각 $A+T=6$, $G+C=12$ 이다. Z는 4개의 염기로 이루어져 있으며, (나)와 Z 사이의 염기 간 수소 결합 총개수가 8이므로 $A+T=4$ 또는 $A+U=4$ 이다. 그런데 Ⅲ과 Z로 이루어진 ㉢에서 $\frac{A}{G} = \frac{2}{3}$ 이고, $\frac{T}{C} = 1$ 이므로, ㉢에서 $\frac{A+T}{G+C} = \frac{10}{12} = \frac{5}{6}$ 이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. 염기 간 수소 결합의 총개수는 (가)와 ㉠ 사이가 115개이고, (가)와 Ⅰ 사이가 104개이다. 따라서 (가)와 X 사이는 11개이다. X는 피리미딘 계열에 속하는 C와 U로 이루어져 있으므로 1개의 U와 3개의 C로 이루어짐을 알 수 있다.

11. 세포막을 통한 물질의 이동 방식

I 은 능동 수송, II 는 촉진 확산이다.

[정답맞히기] ㄱ. 그림에서 처음에는 세포 안과 밖의 ㉠ 농도가 C로 같다가 ㉠이 세포 안으로 이동하며 점점 세포 안의 ㉠ 농도는 높아졌으며, 그동안 세포 밖의 ㉠ 농도는 C보다 낮아졌다. ㉠은 저농도에서 고농도로 이동하므로 ㉠의 이동 방식은 능동 수송(I)이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 인슐린은 세포 외 배출 방식으로 세포 밖으로 분비된다.

ㄷ. t_1 에서 t_2 로 시간이 흐르면서 세포 안의 ㉠ 농도는 높아졌으며, 그동안 세포 밖의 ㉠ 농도는 C보다 낮아졌다.

12. 광합성의 암반응

1분자당 탄소 수는 3PG(PGA)가 3, RuBP가 5이고, 1분자당 인산기 수는 3PG(PGA)가 1, RuBP가 2이다. 따라서 1분자당 $\frac{\text{탄소 수}}{\text{인산기 수}}$ 가 큰 ㉠이 3PG(PGA)이고, 작은 ㉡이 RuBP이다.

[정답맞히기] ㄱ. 시간이 지남에 따라 RuBP(㉡)의 농도가 감소하므로 주어진 조건(가)는 '빛 차단'임을 알 수 있다.

ㄴ. 캘빈 회로의 CO_2 고정 단계에서는 RuBP(㉡)가 CO_2 와 결합하여 3PG(㉠)로 전환된다.

ㄷ. 캘빈 회로의 3PG 환원 단계에서는 NADPH가 사용되어 3PG(㉠)가 G3P로 전환된다. 정답⑤

13. 그리피스와 에이버리의 형질 전환 실험

㉠은 S형균, ㉡은 R형균이다.

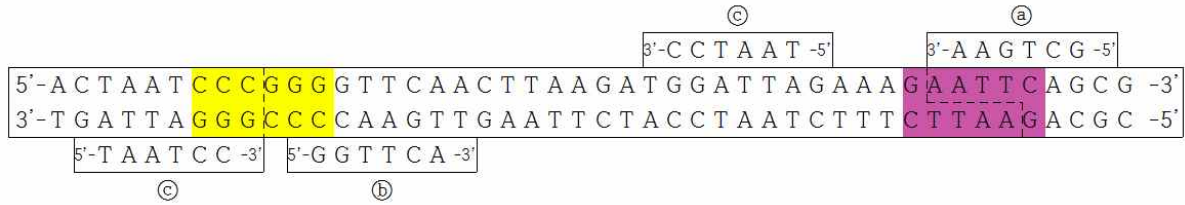
[정답맞히기] ㄷ. ㉠은 피막(협막)을 가지는 S형균이다. 정답③

[오답피하기] ㄱ. 그리피스의 형질 전환 실험을 통해 죽은 S형균(㉠)에 있는 어떤 물질이 R형균(㉡) 내로 들어가 R형균(㉡)을 S형균(㉠)으로 형질 전환시켰다는 결론을 내릴 수 있으나, 형질 전환을 일으키는 물질이 DNA임은 밝혀지지 않았다.

ㄴ. (나)에서 S형균(㉠)의 DNA가 DNA 분해 효소에 의해 분해되었으므로, R형균(㉡)이 S형균(㉠)으로 형질 전환되지 못했다.

14. 중합 효소 연쇄 반응(PCR)

2중 가닥 DNA x의 염기 서열에 프라이머 ㉠, ㉡, ㉢의 결합 위치와 제한 효소 EcoRI, SmaI의 인식 및 절단 부위를 정리하면 아래와 같다.



(보라색 부위는 EcoR I, 노란색 부위는 Sma I 인식 서열임)

[정답맞히기] ㄱ. 프라이머 ①의 염기 서열은 5'-GCTGAA-3'이므로 3' 말단 염기는 아데닌(A)이다.

ㄴ. II에서 프라이머 ③ (5'-TAATCC-3')이 DNA *x*의 두 단일 가닥에 각각 결합하여 PCR이 시행되면 30개의 염기쌍으로 이루어진 DNA 조각이 증폭된다. 정답④

ㄷ. 위 그림에서 말단 부위의 방향성을 고려하면 EcoR I의 인식 서열은 보라색으로 칠해진 한 군데만 있다.

15. 생물의 분류 단계와 계통수

수수미꾸리와 기름종개는 미꾸리과에 속하고, 누치, 물개, 긴물개, 쉬리는 잉어과에 속하며, ㉠은 미꾸리과와 잉어과가 아닌 다른 과에 속한다. ㉡은 물개와 긴물개 중 하나이다.

[정답맞히기] ㄴ. 계통수에서 누치와 물개가 분기된 시점이 물개와 쉬리가 분기된 시점보다 오래되었으므로, 물개와 누치의 유연관계는 물개와 쉬리의 유연관계보다 가깝다. 정답③

[오답피하기] ㄱ. 물개와 긴물개는 같은 속이므로 각각 ㉢과, ㉢과의 공통 조상으로부터 최근에 분기한 종 중 하나이다. 따라서 ㉠은 수수미꾸리가 아니다.

ㄷ. ㉠은 잉어과와 미꾸리과가 아닌 다른 과에 속한다.

16. 원생생물계, 식물계, 균계의 분류

아메바(㉠)와 김(㉡)은 원생생물계에 속한다. 아메바(㉠)와 검은빵곰팡이(㉢)은 종속 영양 생활을 한다. 솔이끼(㉣)와 검은빵곰팡이(㉢)은 포자로 번식한다.

[정답맞히기] ㄱ. 아메바(㉠)는 원생생물 중 위족 운동을 하는 위족류이다.

ㄴ. 솔이끼(㉣)는 엽록소 a와 b를 가지는 선대 식물이다.

ㄷ. 검은빵곰팡이(㉢)는 균사에 격벽이 없어 하나의 세포에 여러 개의 핵이 존재하는 다핵성 균사를 가지는 접합균류이다. 정답⑤

17. 동소적 종 분화와 이소적 종 분화

지리적 격리가 일어나 종이 분화되는 경우는 이소적 종 분화이고, 지리적 격리 없이 경우는 동소적 종 분화이다.

[정답맞히기] ㄴ. A와 C는 서로 다른 생물학적 종이므로 자연 상태에서 자유로이 교배하여 생식 능력이 있는 자손을 낳을 수 없다. 즉 생식적으로 격리되었다. 정답②

[오답피하기] ㄱ, ㄷ. 종 A로부터 종 B로의 분화가 종 A로부터 종 C로의 분화보다 먼저 일어났다. 따라서 종 A(⊖)과 유연관계가 가까운 ㉠이 종 C이고 유연관계가 먼 ㉡이 종 B이다. 종 A로부터 종 B가 분화된 것은 지리적 격리로 인한 것이므로 이소적 종 분화이고, 종 A로부터 종 C가 분화된 거은 지리적 격리 없이 일어난 것이므로 동소적 종 분화이다. 종 B가 분화된 이후 종 C가 분화되었으므로 이소적 종 분화가 동소적 종 분화보다 먼저 일어났다.

18. 하디-바인베르크 법칙

[정답맞히기] 긴 털 대립 유전자 A가 짧은 털 대립 유전자 A*에 대해 완전 우성으로 가정하면, I에서 임의의 긴 털 암컷이 임의의 짧은 수컷과 교배하여 자손(F₁)을 낳을 때 이 F₁이 긴 털을 가질 확률이 $\frac{4}{9}$ 라는 조건을 만족하는 짧은 털 대립 유전자 A*의 빈도를 구하면 그 빈도가 1보다 큰 값($\frac{5}{4}$)을 가지게 되어 모순이 발생한다. 따라서 짧은 털 대립 유전자 A*가 긴 털 대립 유전자 A에 대해 완전 우성이다.

집단 I에서 짧은 털 대립 유전자 A*의 빈도를 p_1 , 긴 털 대립 유전자 A의 빈도를 q_1 라 하고, I에서 임의의 긴 털 암컷이 임의의 짧은 수컷과 교배하여 자손(F₁)을 낳을 때 이 F₁이 긴 털을 가질 확률이 $\frac{4}{9}$ 임을 적용하면, (임의의 짧은 털 수컷의 유전자형이 A*A*일 확률)×(임의의 긴 털 암컷과의 사이에 긴 털의 자손이 태어날 확률) + (임의의 짧은 수컷의 유전자형이 A*A일 확률)×(임의의 긴 털 암컷과의 사이에 긴 털의 자손이 태어날 확률) = $\frac{p_1^2}{p_1^2 + 2p_1q_1} \times 0 + \frac{2p_1q_1}{p_1^2 + 2p_1q_1} \times \frac{1}{2} = \frac{4}{9}$ 이다. 따라서 $p_1 = 0.2$, $q_1 = 0.8$ 이다.

집단 I과 II에서 짧은 털을 갖는 개체수의 합이 15600이므로 $20000 \times (1 - q_1^2) + 10000 \times (1 - q_2^2) = 15600$ 이다. 이를 통해 $p_2 = 0.6$, $q_2 = 0.4$ 임을 알 수 있다.

II의 유전자형이 A*A인 암컷이 II의 임의의 짧은 털 수컷과 교배하여 자손(F₁)을 낳을 때 이 F₁이 짧은 털을 가질 확률은 (임의의 짧은 털 수컷의 유전자형이 A*A*일 확률)×(유전자형이 A*A인 암컷과의 사이에 짧은 털의 자손이 태어날 확률) + (임의의 짧은 수컷의 유전자형이 A*A일 확률)×(유전자형이 A*A인 암컷과의 사이에 짧은 털의 자손이 태어날 확률) = $\frac{p_2^2}{p_2^2 + 2p_2q_2} \times 1 + \frac{2p_2q_2}{p_2^2 + 2p_2q_2} \times \frac{3}{4} = \frac{6}{7}$ 이다. 정답①

19. 자연선택

I에서 II로 시간이 지나는 동안 부리의 크기가 큰 개체가 환경 적응에 유리하여 자연선택된다.

[정답맞히기] ㄱ. I에서 부리 크기는 작은 것부터 큰 것까지 개체수가 다양하게 분포하므로 변이가 있었다.

ㄴ. I과 II에서 P는 표현형의 변이도 다르고, 유전자 풀을 구성하는 대립 유전자의 빈도도 같지 않다. 따라서 I과 II에서 P의 유전자풀은 서로 다르다. 정답④

[오답피하기] ㄷ. 부리 크기가 a 인 개체수는 I에서 II에서보다 많다.

20. 유전 암호와 돌연변이

제시된 가닥은 전사 주형 가닥이다. 다음은 w , x , y , z 로부터 전사되는 mRNA의 유전 암호와 이로부터 번역된 폴리펩타이드 W, X, Y, Z의 아미노산 배열 순서를 나타낸 것이다.

w : 5'-AUG/GGC/AGC/CAC/CAC/UCG/UAA/CUAA-3'

W: 메싸이오닌/글라이신/세린/히스티딘/히스티딘/세린 (6개, 4종류)

x : 5'-AUG/GGC/AGC/CAC/CCC/ACU/CGU/AAC/UAA-3'

X: 메싸이오닌/글라이신/세린/히스티딘/프롤린/트레오닌/아르지닌/아스파라진 (8개, 8종류)

y : 5'-AUG/GGC/AGC/CAC/CGG/ACU/CGU/AAC/UAA-3'

Y: 메싸이오닌/글라이신/세린/히스티딘/아르지닌/트레오닌/아르지닌/아스파라진 (8개, 7종류)

z : 5'-AUG/GGC/AGC/CAU/AGG/ACU/CGU/AAC/UAA-3'

Z: 메싸이오닌/글라이신/세린/히스티딘/아르지닌/트레오닌/아르지닌/아스파라진 (8개, 7종류)

[정답맞히기] ㄴ. Y에서 다섯째와 일곱째 아미노산이 아르지닌이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. ㉠은 'CC'이며, 위 자료에서 y 의 전사된 mRNA에 붉은색의 'GG'로 표시되어 있다.

ㄷ. ㉡은 5'-TA-3'이며, 위 자료에서 z 의 전사된 mRNA에 붉은색의 '5'-UA-3'으로 표시되어 있다.