

2021학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가
과학탐구영역 생명과학Ⅱ 정답 및 해설

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

1. 세포의 구조와 기능

A는 매끈면 소포체, B는 리보솜, C는 세포벽이다.

[정답맞히기] ㄱ. A는 표면에 리보솜이 붙어 있지 않으므로 매끈면 소포체이다.

ㄴ. 리보솜(B)에서 단백질 합성이 일어난다.

ㄷ. 세포벽(C)의 구성 성분에는 셀룰로스가 포함된다.

정답⑤

2. 생명체의 유기적 구성

위는 소화계에 속하는 기관이므로 A는 위, 표피 조직은 표피 조직계에 속하는 조직이므로 B는 표피 조직, C는 줄기이다.

[정답맞히기] ㄱ. 위는 동물의 구성 단계에서 기관의 예이므로 A는 위이다.

ㄷ. 식물의 줄기는 식물의 구성 단계 중 기관에 해당한다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. 체관 세포는 통도 조직에 속한다.

3. 효소

㉠은 반응을 통해 분해가 되므로 기질이고, ㉡은 기질과 결합하여 효소·기질 복합체를 형성하므로 효소이며, ㉢은 효소·기질 복합체이다.

[정답맞히기] ㄱ. 기질과 효소가 결합되어 있는 ㉢은 효소·기질 복합체이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 활성화 에너지는 어떤 물질이 화학 반응을 일으키기 위해 필요한 최소한의 에너지이다. A는 효소가 없을 때 이 반응의 활성화 에너지와 반응열을 합한 에너지이다.

ㄷ. 기질(㉠)의 농도가 증가해도 이 반응의 활성화 에너지는 변하지 않는다.

4. 생명체를 구성하는 기본 물질

인지질은 중성 지방에서 지방산 1분자 대신 인산기를 포함한 화합물이 결합한 것으로 세포막, 핵막 등과 같은 생체막의 주요 성분이다. RNA는 핵산의 한 종류이다.

[정답맞히기] ㄱ. 세포막의 주성분은 인지질과 단백질이다.

ㄷ. 인지질과 RNA의 구성 원소에 모두 인(P)이 있다.

정답④

[오답피하기] ㄴ. RNA의 기본 단위는 뉴클레오타이드이다. 아미노산은 단백질의 기본 단위이다.

5. 비순환적 전자 흐름(비순환적 광인산화)

[정답맞히기] ㄴ. 광계 I의 반응 중심 색소는 P₇₀₀이고, 광계 II의 반응 중심 색소는 P₆₈₀이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 비순환적 전자 흐름(비순환적 광인산화)에서 최종 전자 수용체는 NADP⁺이다.

ㄷ. 고에너지 전자가 전자 전달계를 거쳐 이동하는 과정에서 H⁺이 스트로마에서 틸라코이드 내부로 능동 수송된다. X를 처리하면 스트로마에서 틸라코이드 내부로 H⁺의 이동이 억제되므로 틸라코이드 내부의 pH는 높아지고 스트로마의 pH는 낮아진다. 따라서 $\frac{\text{틸라코이드 내부의 pH}}{\text{스트로마의 pH}}$ 는 X를 처리한 후가 처리하기 전보다 크다.

6. 세포막을 통한 물질의 이동

I은 세포내 섭취, II는 능동 수송, III은 삼투이다.

[정답맞히기] ㄴ. Na⁺-K⁺ 펌프를 통한 Na⁺의 이동은 능동 수송 방식으로 일어난다. 능동 수송(II)은 세포막의 인지질을 사이에 두고 물질의 농도가 낮은 쪽에서 농도가 높은 쪽으로 에너지를 이용하여 물질을 이동하는 방식이다.

ㄷ. 원형질 분리가 일어난 식물 세포를 저장액에 넣으면 세포막을 통해 물의 유입과 유출이 모두 일어난다. 이때 유입되는 물의 양이 더 많아 식물 세포의 부피는 증가하고 내액의 농도는 낮아지게 된다. 따라서, ㉠에서 물은 세포 안으로 유입된다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. 백혈구의 식세포 작용에서 세포 안으로 세균의 이동은 세포내 섭취 방식으로 일어난다. 따라서, I은 세포내 섭취이다.

7. 광합성의 명반응 과정

㉠은 틸라코이드 막, ㉡은 틸라코이드 내부, ㉢은 스트로마이다.

[정답맞히기] ㄱ. ㉠은 틸라코이드를 이루는 막으로 광합성 색소(엽록소 a, 엽록소 b 등)와 단백질로 이루어진 복합체인 광계가 존재한다. 따라서, 엽록소 a는 틸라코이드 막(㉠)에 존재한다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 광계에서 방출된 고에너지 전자의 에너지를 이용하여 틸라코이드 막(㉠)을 경계로 H⁺의 농도 기울기가 형성되고, 틸라코이드 내부(㉡)에서 스트로마(㉢)로 H⁺이 ATP 합성 효소를 통해 이동하는 과정에서 ATP가 합성된다. 따라서, 단위 시간당 ATP 합성 효소를 통해 틸라코이드 내부(㉡)에서 스트로마(㉢)로 이동하는 H⁺의 양은 광합성이 활발한(작용 스펙트럼이 높은) 파장인 450nm인 빛에서가 550nm인 빛에서보다 많다.

ㄷ. 빛이 있을 때 광계 II의 틸라코이드 내부(㉡) 쪽에서 H₂O이 2H⁺, 전자(2e⁻), 산소($\frac{1}{2}$ O₂)로 광분해된다. 따라서, 광합성에서 H₂O의 광분해는 틸라코이드 내부(㉡) 쪽에서 일어난다.

8. 원핵세포와 진핵세포

대장균은 원핵세포, 사람의 간세포는 진핵세포이다.

[정답맞히기] ㄱ. 대장균은 원핵세포로 유전체가 원형 DNA로 구성되어 있고, 사람의 간세포는 진핵세포로 유전체가 선형 DNA로 구성되어 있다.

ㄴ. 사람의 간세포는 진핵세포로 핵막과 막성 세포 소기관을 갖고, 대장균은 원핵세포로 핵막과 막성 세포 소기관을 갖지 않는다. 정답④

[오답피하기] ㄷ. 대장균은 펩티도글리칸 성분이 포함된 세포벽을 갖고, 사람의 간세포는 동물 세포로 세포벽을 갖지 않는다.

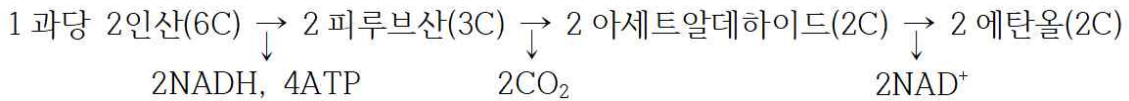
9. 알코올 발효

㉔는 과당 2인산, ㉕는 아세트알데하이드, ㉖는 피루브산, ㉗는 에탄올이다. ㉘는 CO₂, ㉙은 ATP, ㉚는 NADH, ㉛은 NAD⁺이다.

[정답맞히기] ㄴ. 과정 I은 1분자의 과당 2인산이 2분자의 아세트알데하이드로 전환되는 과정이다. 과정 II는 1분자의 피루브산이 1분자의 에탄올로 전환되는 과정이다. 과정 I과 II에서 모두 생성되는 물질은 CO₂(㉘)이다. 과정 I에서 생성되는 ATP와 NADH의 분자 수 비가 4:2=2:1이므로 ㉙은 ATP, ㉚는 NADH, ㉛은 NAD⁺이다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. 과당 2인산이 효모의 알코올 발효에 이용되는 과정에서 물질 전환과 생성되는 물질을 반응으로 나타내면 그림과 같다.(괄호 안은 탄소 수를 의미한다.)



㉘~㉛ 중 과정 I에서 3종류의 물질이 생성되고, 과정 II에서 2종류의 물질이 생성된다. 따라서, ㉖는 피루브산이다.

ㄷ. 1분자당 ㉔(과당 2인산)의 탄소 수는 6, ㉕(아세트알데하이드)의 탄소 수는 2, ㉖(피루브산)의 탄소 수는 3이다. 따라서, $\frac{\text{㉕의 탄소 수} + \text{㉖의 탄소 수}}{\text{㉔의 탄소 수}} = \frac{5}{6} < 1$ 이다.

10. 효소의 작용

조건 I 은 물질 X가 없을 때, 조건 II는 X가 있을 때이다. X는 효소 E의 활성 부위가 아닌 다른 부위에 결합하여 E의 작용을 저해하므로 비경쟁적 저해제이다.

[정답맞히기] ㄴ. (나)에서 E의 농도가 C_1 일 때, X(비경쟁적 저해제)를 넣으면 X가 E의 활성 부위가 아닌 다른 부위에 결합하여 E의 활성 부위의 구조를 변형시켜 기질이 결합하지 못하게 한다. 따라서, 초기 반응 속도는 v_1 보다 감소한다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 기질의 농도가 충분히 높은 조건에서 초기 반응 속도는 I 일 때가 II일 때보다 빠르다. 따라서, I 은 X(비경쟁적 저해제)가 없을 때이다.

ㄷ. (나)에서 기질의 농도가 충분하고 X가 없을 때, 단위 시간당 생성물의 양은 E의 농도가 높아 효소·기질 복합체의 농도가 높은 C_2 일 때가 E의 농도가 낮아 효소·기질 복합체의 농도가 낮은 C_1 일 때보다 많다.

11. TCA 회로

(가)는 5탄소 화합물, (나)는 4탄소 화합물, ㉠은 NADH, ㉡은 CO_2 , ㉢은 ATP, ㉣은 $FADH_2$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 시트르산(1분자당 탄소 수=6)이 5탄소 화합물로 전환되는 과정과 5탄소 화합물이 4탄소 화합물로 전환되는 과정에서만 공통으로 생성되는 ㉡은 CO_2 이다.

ㄴ. (가)(5탄소 화합물)가 (나)(4탄소 화합물)로 전환되는 과정에서 ㉢(ATP)이 생성된다. 이때 생성되는 ATP는 기질 수준 인산화에 의해 생성된다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 1분자당 탄소 수는 옥살아세트산(탄소 수=4)과 (나)(4탄소 화합물)가 같지만, (나)가 옥살아세트산으로 전환되는 과정에서 탈수소 효소의 작용으로 NADH와 $FADH_2$ 가 생성되므로 1분자당 수소 수는 (나)(4탄소 화합물)가 옥살아세트산보다 많다. 따라서, 1분자당 $\frac{\text{수소 수}}{\text{탄소 수}}$ 의 값은 (나)가 옥살아세트산보다 크다.

12. 광합성의 탄소 고정 반응

㉠은 3PG, ㉡은 RuBP이다.

[정답맞히기] ㄱ. 캘빈 회로는 탄소 고정→3PG 환원→RuBP 재생의 세 단계가 반복해서 일어난다. 탄소 고정 단계에서 CO_2 가 RuBP와 결합하여 6탄소 화합물을 형성한 다음 3PG 2분자로 나누어진다. 따라서, CO_2 농도가 감소한 구간에서 농도가 감소한 ㉠은 3PG이고, CO_2 농도가 감소한 구간에서 농도가 증가한 ㉡은 RuBP이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 캘빈 회로에서 ㉡(RuBP)이 ㉠(3PG)으로 전환되는 단계는 루비스코라는 효소에 의해 일어나며, ATP는 사용되지 않는다. ATP는 3PG가 PGAL로 전환되는 단계와 PGAL이 RuBP로 재생되는 단계에서 사용된다.

ㄷ. 1분자당 $\frac{\text{인산기 수}}{\text{탄소 수}}$ 의 값은 ㉡($\frac{2}{5}$)이 ㉠($\frac{1}{3}$)보다 크다.

13. 효소의 종류

(가)는 이성질화 효소, (나)는 가수 분해 효소, (다)는 전이 효소이다.

[정답맞히기] ㄴ. 리소좀에는 단백질, 탄수화물, 지질, 핵산 등을 분해하는 다양한 가수 분해 효소((나))가 있다.

ㄷ. 효소는 활성 부위와 입체 구조가 맞는 특정 기질에만 결합하여 작용하는 기질 특이성을 갖는다. 따라서, 전이 효소인 (다)도 기질 특이성을 갖는다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. 기질 내의 원자 배열을 바꾸어 이성질체로 전환시키는 효소는 이성질화 효소이다. 따라서, (가)는 이성질화 효소이다.

14. 젖산 발효

㉠은 젖산, ㉡은 O_2 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 운동으로 인해 근육 내에 O_2 공급이 부족해지면 젖산 발효를 통해 ATP를 합성하는 과정에서 생성된 젖산이 근육 내에 축적된다. 따라서, 운동 전보다 운동 중 증가한 ㉠은 젖산이고, 운동 전보다 운동 중 감소한 ㉡은 O_2 이다.

ㄴ. 근육 내에서 피루브산이 ㉠(젖산)으로 환원되는 단계에서 NADH가 NAD^+ 로 산화되며, NAD^+ 는 해당 과정에 다시 이용된다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 발효는 해당 과정을 통해 생성된 피루브산이 O_2 가 없거나 부족할 때 세포질에서 중간 단계까지만 불완전하게 분해되는 과정이다. 따라서, 포도당 1분자당 생성되는 ATP의 분자 수는 산소 호흡에서가 젖산 발효에서보다 많다.

15. 호흡 기질과 호흡률

㉠은 지방, ㉡은 탄수화물, ㉢은 단백질, ㉣은 글리세롤, ㉤은 지방산이다.

[정답맞히기] ㄱ. 포도당은 탄수화물(㉡)에 속하고, 아미노산은 단백질(㉢)의 기본 단위이다. 따라서, ㉠은 지방이며, 지방은 지방산과 글리세롤로 가수 분해되어 호흡 기질로 사용된다. 지방산은 아세틸 CoA로 전환된 후 TCA 회로에 이용되고, 글리세롤은 해당 과정의 중간 단계 물질로 이용되어 피루브산으로 전환된다.

ㄴ. 호흡 기질이 세포 호흡을 통해 분해될 때 소비된 O_2 의 부피에 대해 발생한 CO_2 의 부피비를 호흡률이라고 한다. 호흡 기질에 따라 탄소, 수소, 산소 원자의 구성비가 다르므로 호흡률도 다르며, 탄수화물은 1, 지방은 약 0.7, 단백질은 약 0.8이다. 따라서, 호흡률은 ㉡(탄수화물)이 ㉠(지방)보다 크다.

ㄷ. 피루브산은 O_2 가 있을 때 미토콘드리아 기질로 이동하여 아세틸 CoA로 산화되며, 아세틸 CoA는 미토콘드리아 기질에서 TCA 회로를 거친다. 따라서, 미토콘드리아에서 (가) 과정이 일어난다. **정답⑤**

16. DNA 복제

⊙이 ^{14}N 가 들어 있는 배양액, ⊖이 ^{15}N 가 들어 있는 배양액인 경우 실험 결과는 다음과 같다.

배양액	대장균	이중 나선 DNA(상대량)	대장균	이중 나선 DNA(상대량)
	A(G ₀)	$^{14}\text{N}-^{14}\text{N}(1)$	B(G ₀)	$^{15}\text{N}-^{15}\text{N}(1)$
⊙(^{14}N)	A(G ₁)	$^{14}\text{N}-^{14}\text{N}(1)$	B(G ₁)	$^{14}\text{N}-^{15}\text{N}(1)$
	A(G ₂)	$^{14}\text{N}-^{14}\text{N}(2)$	B(G ₂)	$^{14}\text{N}-^{14}\text{N}(1), ^{14}\text{N}-^{15}\text{N}(1)$
	A(G ₃)	$^{14}\text{N}-^{14}\text{N}(4)$	B(G ₃)	$^{14}\text{N}-^{14}\text{N}(3), ^{14}\text{N}-^{15}\text{N}(1)$
⊖(^{15}N)			B(G ₄)	$^{14}\text{N}-^{15}\text{N}(7), ^{15}\text{N}-^{15}\text{N}(1)$
			B(G ₅)	$^{14}\text{N}-^{15}\text{N}(7), ^{15}\text{N}-^{15}\text{N}(9)$

이 경우는 실험 결과 상층, 중층, 하층이 모두 나타나야 하므로 실험 결과와 다르다.

⊙이 ^{15}N 가 들어 있는 배양액, ⊖이 ^{14}N 가 들어 있는 배양액인 경우 실험 결과는 다음과 같다.

배양액	대장균	이중 나선 DNA(상대량)	대장균	이중 나선 DNA(상대량)
	A(G ₀)	$^{14}\text{N}-^{14}\text{N}(1)$	B(G ₀)	$^{15}\text{N}-^{15}\text{N}(1)$
⊙(^{15}N)	A(G ₁)	$^{14}\text{N}-^{15}\text{N}(1)$	B(G ₁)	$^{15}\text{N}-^{15}\text{N}(1)$
	A(G ₂)	$^{14}\text{N}-^{15}\text{N}(1), ^{15}\text{N}-^{15}\text{N}(1)$	B(G ₂)	$^{15}\text{N}-^{15}\text{N}(2)$
	A(G ₃)	$^{14}\text{N}-^{15}\text{N}(1), ^{15}\text{N}-^{15}\text{N}(3)$	B(G ₃)	$^{15}\text{N}-^{15}\text{N}(4)$
⊖(^{14}N)			B(G ₄)	$^{14}\text{N}-^{15}\text{N}(8)$
			B(G ₅)	$^{14}\text{N}-^{14}\text{N}(8), ^{14}\text{N}-^{15}\text{N}(8)$

이 경우 중층($^{14}\text{N}-^{15}\text{N}$)의 상대량은 9, 하층($^{15}\text{N}-^{15}\text{N}$)의 상대량은 3으로 실험 결과와 일치한다. 따라서 ⊙은 ^{15}N 가 들어 있는 배양액, ⊖은 ^{14}N 가 들어 있는 배양액이고, I은 하층, II는 상층, III은 중층이다.

[정답맞히기] ㄴ. III은 중층($^{14}\text{N}-^{15}\text{N}$)이므로 ^{15}N 로 표시된 DNA가 존재한다. 정답ⓐ

[오답피하기] ㄱ. I은 하층($^{15}\text{N}-^{15}\text{N}$)이므로 A를 이용하여 얻은 G₃의 DNA만 존재한다.

ㄷ. B를 이용하여 얻은 G₅의 DNA를 추출하여 원심 분리하였을 때 DNA는 상층($^{14}\text{N}-^{14}\text{N}$)과 중층($^{14}\text{N}-^{15}\text{N}$)에 존재한다.

17. 생명과학의 역사

파스퇴르는 백조목 플라스크를 이용하여 생물 속생설을 입증하였다. 플레밍은 세균 배양 접시에 핀 푸른곰팡이에서 세균의 증식을 억제하는 물질인 페니실린을 발견하였다. 레이우엔훅은 자신이 만든 단렌즈 현미경으로 침, 호숫물, 빗물 등을 관찰하였으며 단세포 조류, 원생동물, 세균 등의 미생물을 처음으로 발견하였다.

[정답맞히기] ㄱ. ⊙은 파스퇴르, ⊖은 플레밍, ⊕은 레이우엔훅이다. 정답ⓐ

[오답피하기] ㄴ. ⊕은 푸른곰팡이이므로 균계이다.

ㄷ. (가)는 1800년대 후반, (나)는 1900년대 초반, (다)는 1600년대 후반이므로 (가)~(다)를 시대 순으로 배열하면 (다)→(가)→(나)이다.

18. 세포 호흡

H⁺이 ATP 합성 효소를 통해 막 사이 공간에서 미토콘드리아 기질로 확산될 때 미토콘드리아 기질 쪽에서 ATP가 합성되므로 I은 미토콘드리아 기질, II는 막 사이 공간이다. 따라서 I은 ⊙, II는 ⊚이다.

[정답맞히기] ㄱ. I은 미토콘드리아 기질이므로 ⊙이다.

ㄷ. 고에너지 전자는 미토콘드리아 내막에 있는 일련의 전자 전달 효소 복합체와 전자 운반체의 산화 환원 반응에 의해 차례로 전달된다. 고에너지 전자가 차례로 전달되는 과정에서 단계적으로 방출되는 에너지를 이용해 미토콘드리아 기질에서 막 사이 공간으로 H⁺이 능동 수송된다. **정답④**

[오답피하기] ㄴ. 미토콘드리아 기질에서 막 사이 공간으로 H⁺이 능동 수송되므로 H⁺의 농도는 막 사이 공간에서가 미토콘드리아 기질에서보다 높다. 따라서 pH는 막 사이 공간(⊚)에서가 미토콘드리아 기질(⊙)에서보다 낮다.

19. 유전 물질

⊙은 히스톤 단백질, ⊚은 DNA이다.

[정답맞히기] ㄱ. 아미노산의 결합으로 히스톤 단백질이 형성되므로 히스톤 단백질(⊙)에는 펩타이드 결합이 있다.

ㄴ. DNA(⊚)를 구성하는 당은 디옥시리보스이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 대장균의 유전체 DNA는 히스톤 단백질과 결합되어 있지 않다. 따라서 대장균의 염색체에는 히스톤 단백질(⊙)이 없다.

20. DNA 복제

㉔의 총 염기 수는 88인데 $\frac{A+T}{G+C} = \frac{25}{18}$ 이므로 ㉔에는 U를 2개 가지는 프라이머가 존재한다. ㉕의 총 염기 수도 32인데 $\frac{A+T}{G+C} = \frac{4}{11}$ 이므로 ㉕에 속하는 ㉔와 ㉕ 중 한 곳에 U를 2개 가지는 프라이머가 존재한다. ㉕의 총 염기 수는 22인데 $\frac{T}{A} = \frac{3}{8}$, $\frac{C}{G} = \frac{7}{4}$ 이므로 ㉕에서 A가 8개, T가 3개, C가 7개, G가 4개 존재한다. 따라서 ㉕에는 U를 2개 가지는 프라이머가 없다. X와 Z에서 각각 $\frac{\text{퓨린 계열 염기의 개수}}{\text{피리미딘 계열 염기의 개수}} = 2$ 이고, X와 Z의 염기 서열은 서로 다르며, X와 Y는 서로 상보적인 조건을 만족할 때 X는 5'-UUUGGGG-3', Y는 5'-CCCCAA-3', Z는 5'-UUAAAA-3'이다.

[정답맞히기] ㄴ. Z의 염기 서열은 5'-UUAAAA-3'이므로 Z와 주형 가닥 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수는 $6 \times 2 = 12$ 개이다. 정답 ㉔

[오답피하기] ㄱ. ㉔의 ㉕ 영역에 프라이머가 존재하므로 ㉔가 ㉕보다 먼저 합성되었다.

ㄷ. ㉔의 총 염기 수는 88인데 $\frac{A+T}{G+C} = \frac{25}{18}$ 이므로 ㉔와 ㉕에서 $A+T=26$, $G+C=18$ 이다.

II의 총 염기 수는 22이고, $\frac{A+T}{G+C} = 1$ 이므로 I에서 $A+T=15$, $G+C=7$ 이다. ㉔에서 A는 8, T는 3, C는 7, G는 4이므로 ㉔의 ㉕에 상보적인 DNA 영역에서 A는 3, T는 8, C는 4, G는 7이다. ㉕에서 $\frac{G}{A} = \frac{3}{4}$ 인데 ㉔의 ㉕에 상보적인 DNA 영역에서 A는 3, G는 7이고 ㉔의 ㉕에 상보적인 DNA 영역에서 $A+T=15$, $G+C=7$ 이므로 ㉔에서 A는 12, G는 9이다. (I과 ㉔에 프라이머 X와 Z가 존재하기 때문에 ㉔에서 A는 16, G는 12가 될 수 없다.) 따라서 ㉔의 ㉕에 상보적인 DNA 영역에서 A는 9, T는 6, C는 5, G는 2이므로 ㉔에서 A는 6, T는 7, U는 2, C는 2, G는 5이므로 $\frac{A+G}{C+T} = \frac{11}{9}$ 이다.