

2010학년도 의·치의학교육입문검사

제 2 교시

자연과학추론 I

계열 공통

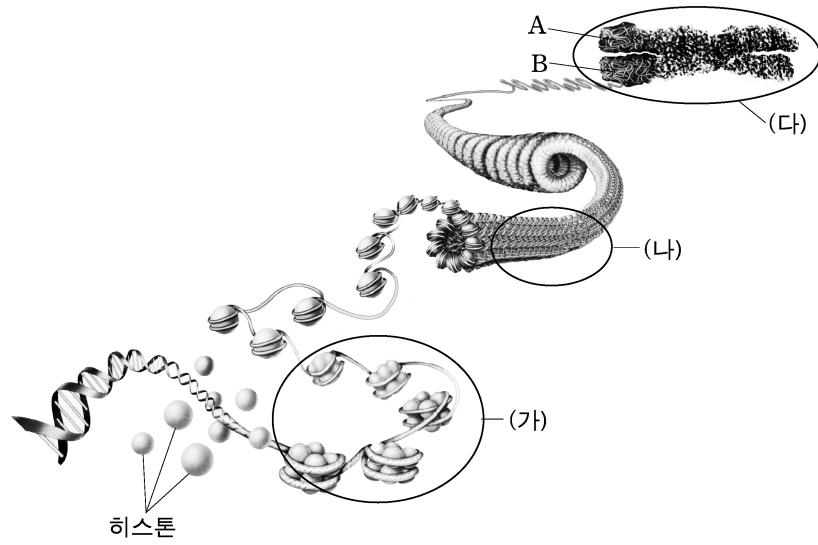
성명 : _____ 수험번호 : _____

홀수형

1

- 검사가 시작되기 전에 문제지를 넘기지 마십시오. 문항을 미리 볼 경우 부정행위에 해당될 수 있습니다.
- 수험 번호 끝자리가 홀수인 수험생은 홀수형 문제지로, 짝수인 수험생은 짝수형 문제지로 응시해야 합니다. 문제지가 자신에게 맞는 문형인지 확인하십시오.
- 이 문제지는 **40문항**으로 구성되어 있습니다. 검사가 시작되면 문항 수를 확인하십시오.
- 문제지에 성명과 수험 번호를 정확하게 표기하십시오.
- 답안지에 수험 번호와 답을 표기할 때에는 답안지 우측에 있는 ‘답안지 작성시 반드시 지켜야 하는 사항’에 따라 표기하십시오.
- 시험 시간은 **11:00~12:40 (100분)**입니다.
- 이 문제지는 검사 종료 후 답안지와 함께 제출하여야 합니다.

1. 다음은 진핵생물에서 DNA가 염색체로 응축되는 과정을 나타낸 모식도이다.



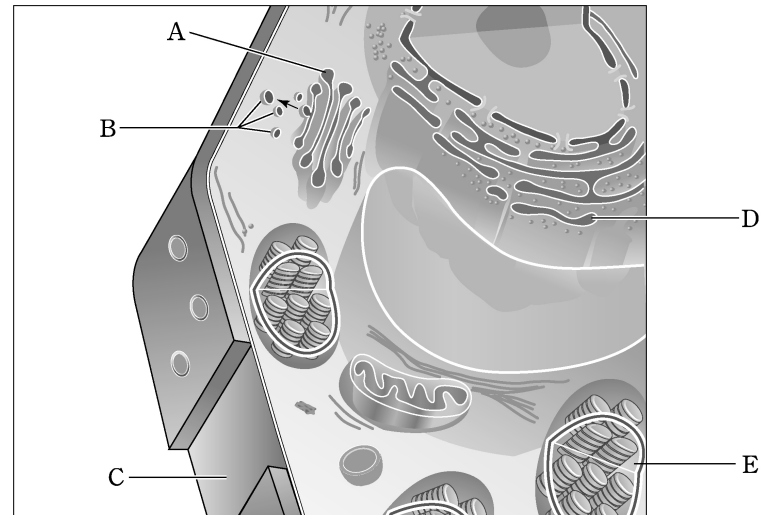
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. A는 B의 상동염색체이다.
 ㄴ. 히스톤에서 염색사 응축에 관여하는 리신 잔기들은 (가)의 상태에서보다 (나)의 상태에서 더 많이 아세틸화되어 있다.
 ㄷ. (나)에서 히스톤 H4의 수는 히스톤 H1의 수보다 더 많다.
 ㄹ. 유사분열에서 (다)의 모양이 가장 뚜렷하게 관찰되는 시기는 중기이다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄹ
 ④ ㄷ, ㄹ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

2. 다음은 식물세포의 모식도이다.



세포벽 및 세포벽 구성 성분에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 세포분열 시 세포벽 합성은 세포판의 형성과 함께 시작한다.
 ② 세포벽 단백질의 당화작용(glycosylation)은 A와 D에서 일어난다.
 ③ B의 이동에 미세소관(microtubule)이 필요하다.
 ④ 셀룰로오스는 C에서 합성된다.
 ⑤ 펙틴은 E에서 합성된다.

3. 표는 촉매 기작이 서로 동일한 효소 A, B, C의 특성을 비교한 것이다.

효소	$K_M (\mu M)$	$K_{cat} (sec^{-1})$	$\frac{K_{cat}}{K_M} (10^6 M^{-1} sec^{-1})$
A	20	20	1.00
B	500	5	0.01
C	2,000	4	0.002

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 효소 A, B, C는 동일한 위치의 아미노산 하나만 서로 다르다.)

<보 기>

ㄱ. 효소의 기질 친화력은 A가 가장 크다.

ㄴ. 촉매 효율(catalytic efficiency)은 C가 A보다 500 배 더 크다.

ㄷ. 촉매 전환율(catalytic turnover number)은 C가 B보다 4 배 더 크다.

- ① ㄱ

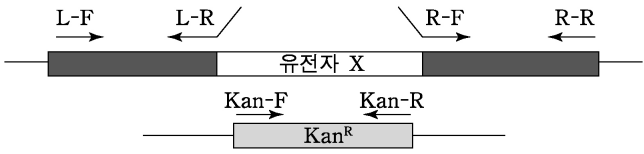
② ㄴ

③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ

⑤ ㄴ, ㄷ

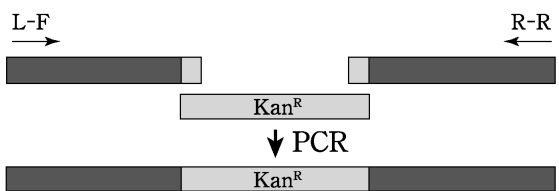
4. 다음은 세균의 유전자 X를 결실시키기 위한 실험 과정이다.

(가) 유전자 X의 왼쪽, 오른쪽 부분과 카나마이신 내성 유전자 (Kan^R)를 PCR로 각각 증폭한다.



(L-F, L-R, R-F, R-R, Kan-F, Kan-R : 프라이머)

(나) (가)에서 증폭된 세 절편을 섞은 후 L-F와 R-R을 이용하여 세 절편이 연결된 증폭 산물을 얻는다.



(다) (나)의 증폭 산물을 세균에 직접 도입하여 상동재조합을 유도한다.



(라) (다) 반응 후의 세균을 카나마이신이 포함된 배지에서 배양한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① (가)의 L-R은 $Kan-F$ 에 대한 상보적 염기서열을 포함한다.

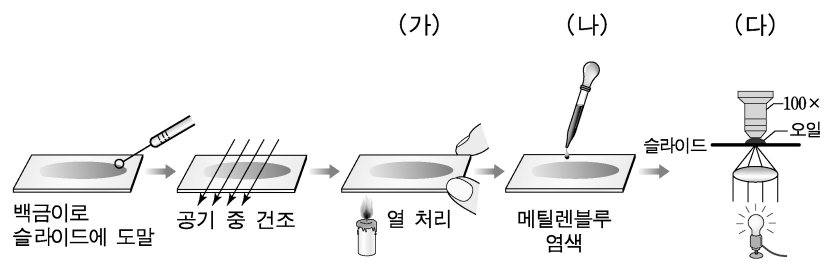
② (나)의 산물은 세균 내에서 단독으로 자가복제한다.

③ (다)에서 상동재조합은 두 DNA 사이의 염기서열이 다를수록 효율적으로 일어난다.

④ (다)에서 카나마이신 내성 균주를 이용한다.

⑤ L-F와 L-R을 사용하여 (라)의 세균 DNA를 증폭하면 유전자 X의 결실 여부를 확인할 수 있다.

5. 그림은 세균을 염색하여 광학현미경으로 관찰하는 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. (가)에서 세균의 단백질은 열에 의해 변성되어 슬라이드 표면에 고정된다.
 ㄴ. (나)의 메틸렌블루는 세포 안의 양전하를 띠는 단백질을 염색한다.
 ㄷ. (다)에서 해상도를 높이기 위해 오일(immersion oil)을 사용한다.
 ㄹ. 현미경의 해상도는 청색 가시광선보다 적색 가시광선을 사용하면 더 높다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄹ
 ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

6. 표는 야생형 수컷 초파리와 노란색 몸(y)과 흰색 눈(w)을 가진 암컷 초파리를 교배하여 얻은 결과이다.

표현형	자손 수
(가) 야생형 암컷	1,998
(나) yw 수컷	1,997
(다) yw 암컷	3
(라) 야생형 수컷	2

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
 (단, y 와 w 는 성염색체 X에 있고 열성이다.)

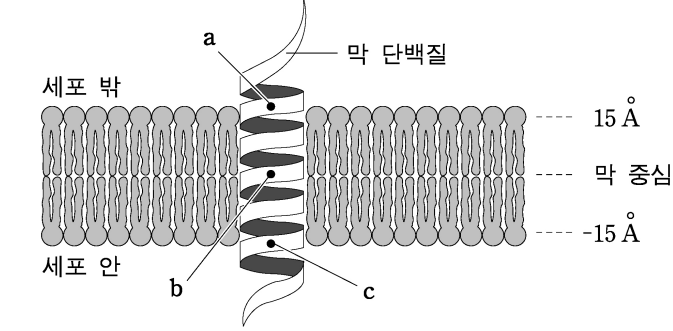
<보 기>

- ㄱ. (가)와 (나)를 교배시키면 y 와 w 사이의 교차율을 구할 수 있다.
 ㄴ. (다)의 체세포에서는 1개 이상의 바소체(Barr body)가 관찰된다.
 ㄷ. (다)와 (라)로부터 초파리의 성 결정인자는 성염색체 Y에 있음을 알 수 있다.

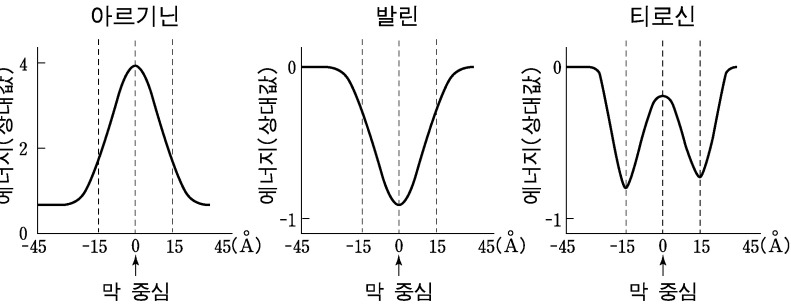
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

7. 그림 (가)는 세포막 단백질의 막 관통 부위를 나타낸 것이다. 그림 (나)는 세포막 단백질을 구성하는 아미노산 중 아르기닌, 발린, 티로신 잔기의 막 위치에 따른 안정화 에너지 값을 나타낸 것이다.

(가)



(나)



(가)의 막 단백질 아미노산 잔기에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 리신은 (나)의 아르기닌과 유사한 양상을 보인다.
- ㄴ. 이소류신은 b보다는 a 또는 c에서 더 안정하다.
- ㄷ. 페닐알라닌은 (나)의 티로신과 유사한 양상을 보인다.
- ㄹ. 류신은 히스티딘보다 b에서 발견되는 빈도가 더 크다.

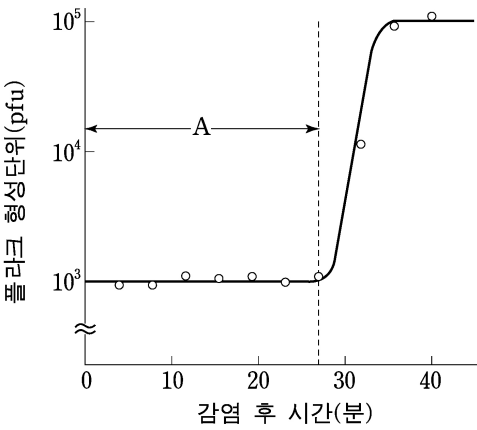
- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄷ, ㄹ

8. 다음은 T4 파지(bacteriophage)의 일단계 증식 실험(one-step growth experiment)이다.

<실험 과정>

- (가) T4 파지의 현탁액을 MOI(multiplicity of infection)가 0.1이 되도록 대장균과 섞어 항온수조에서 천천히 흔들면서 2 분간 배양한다.
- (나) (가)의 배양액을 배지로 100 배 희석한다.
- (다) (나)를 배양하면서 동량의 샘플을 4 분 간격으로 취한다.
- (라) (다)의 샘플과 미리 준비한 대장균 배양액을 45℃의 0.5% 한천용액에 넣고 신속하게 섞어 한천평판배지에 붓는다.
- (마) (라)의 평판배지를 37℃에서 24 시간 배양하고 플라크(plaque) 수를 센다.

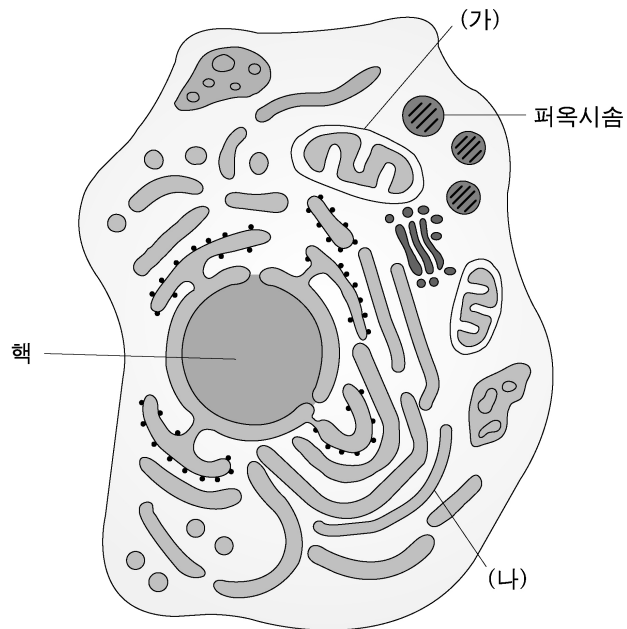
<실험 결과>



이 실험에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① (가)에서 2 분간 배양할 때 파지가 대장균에 부착한다.
- ② (가)에서 MOI 0.1보다 MOI 1.0을 사용하면 하나의 대장균에 두 개 이상의 파지가 함께 감염할 확률이 더 높다.
- ③ (나)에서 배양액을 100 배 희석한 것은 대장균에 더 이상의 새로운 파지가 감염하는 것을 막기 위해서이다.
- ④ 구간 A는 파지 감염 시부터 자손 파지가 방출될 때까지 걸린 시간이다.
- ⑤ 이 실험에서 T4 파지의 방출량(burst size)은 10⁵ 이다.

9. 다음은 동물세포의 모식도이다.



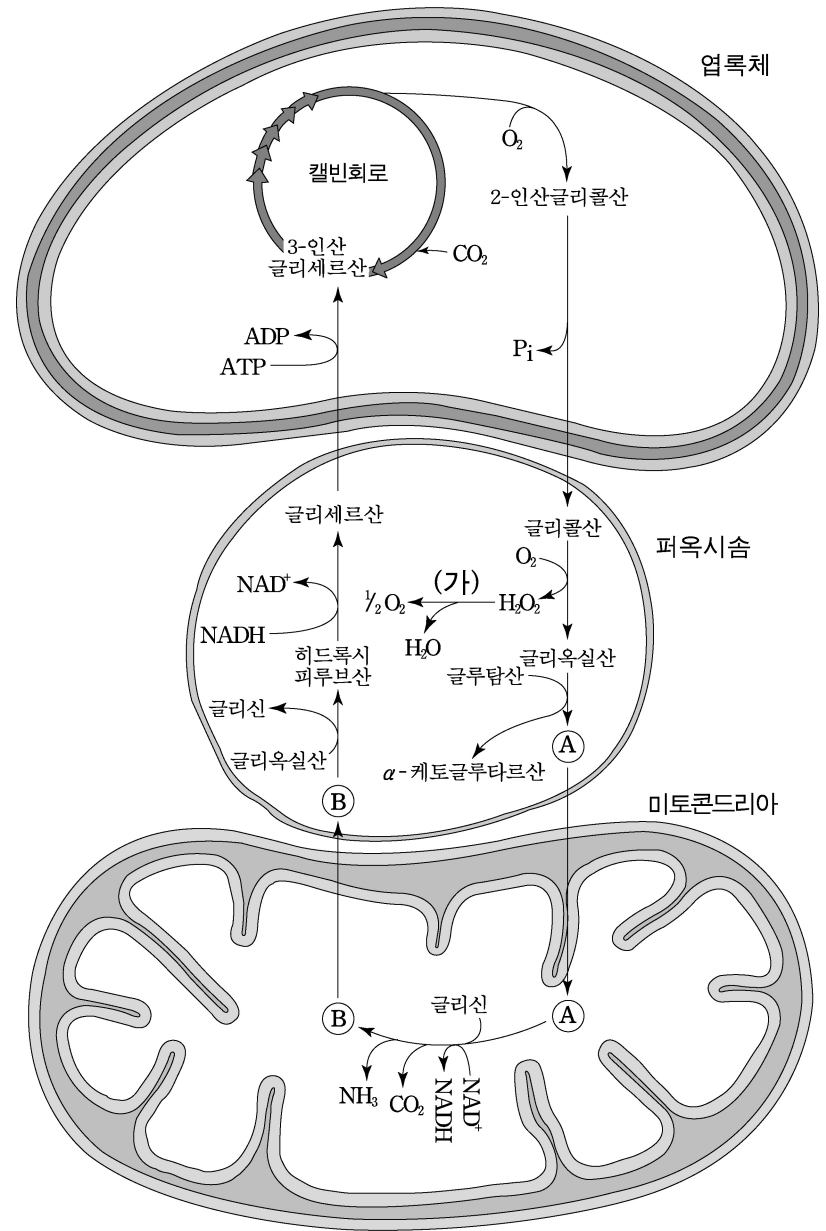
지방산 합성에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 지방산합성효소(fatty acid synthase)는 (가)의 내막에 존재한다.
- ㄴ. 포화지방산은 (나)에서 불포화지방산으로 전환된다.
- ㄷ. 팔미트산(C_{16})은 퍼옥시솜에서 스테아르산(C_{18})으로 전환된다.
- ㄹ. 지방산 합성에 필요한 NADPH는 세포기질(cytosol)에서 공급된다.

- ① ㄱ, ㄷ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄷ, ㄹ

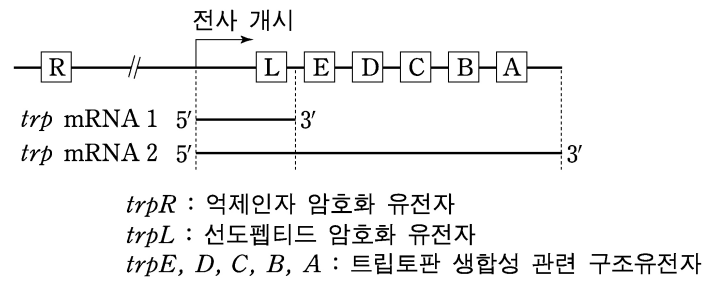
10. 그림은 식물세포 내 세 종류의 세포소기관을 통해 일어나는 물질 대사 경로의 일부를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① A는 글리신이고, B는 세린이다.
- ② C_4 식물의 유관속초세포에는 퍼옥시솜이 없다.
- ③ 위 그림의 물질대사는 광호흡 과정을 포함한다.
- ④ 2-인산글리콜산은 루비스코(Rubisco)에 의해서 만들어진다.
- ⑤ (가)를 촉매하는 효소는 퍼옥시솜의 지표효소(marker enzyme)이다.

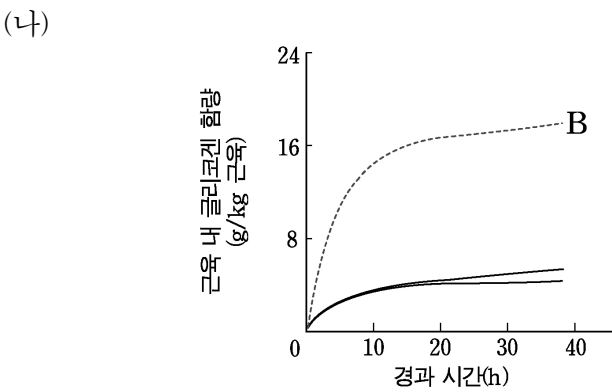
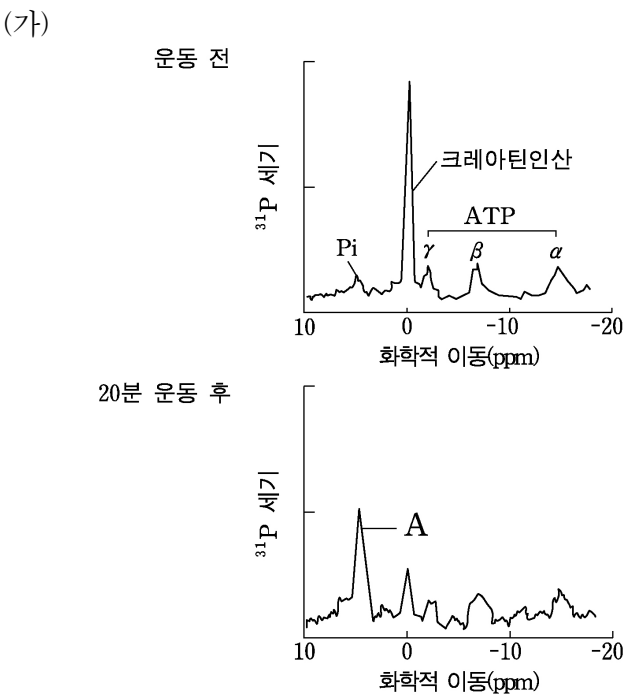
11. 다음은 대장균의 트립토판 오페론(*trpLEDCBA*)과 이 오페론으로부터 합성된 mRNA의 모식도이다.



트립토판 오페론의 유전자 발현 조절에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 기능성 억제인자(TrpR)를 만들지 못하는 *trpR* 돌연변이체에서는 세포 내 트립토판의 농도 변화와 상관없이 *trp* mRNA 2의 합성이 유도된다.
- ② 트립토판과 결합한 tRNA^{Trp}의 농도가 세포 내에서 높을 때, *trpL* 과 *trpE* 사이에서 Rho-의존적 전사 종결이 유도된다.
- ③ *trpL* 의 트립토판 코돈들을 모두 결실시키면, *trpL* 과 *trpE* 사이에서 조기 전사 종결이 유도된다.
- ④ *trp* mRNA 2의 선도펩티드 암호화 부분에 리보솜이 머물면 (stalling), 이 mRNA에서 다른 폴리펩티드는 합성되지 않는다.
- ⑤ 트립토판 오페론의 전사감쇄(attenuation) 기작은 진핵생물에서도 일어난다.

12. 그림 (가)는 운동 전후 근육의 인산 핵자기공명(NMR) 스펙트럼을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 글리코겐이 소모된 세 집단에게 각각 단백질, 지방 또는 탄수화물 위주의 식사를 제공하면서 근육 내 글리코겐의 함량을 시간에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

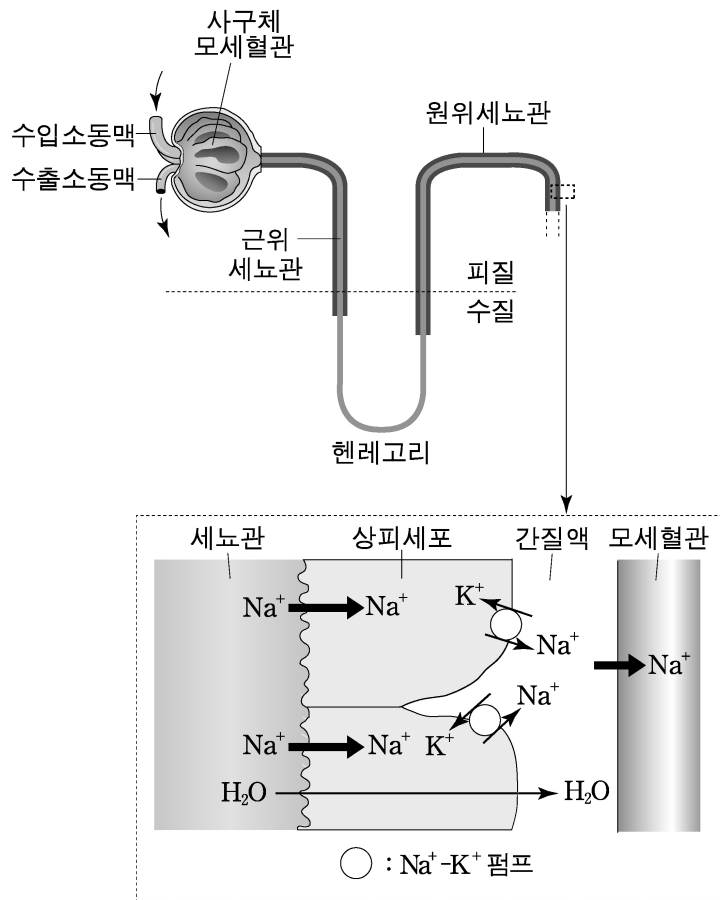
ㄱ. ATP가 ADP와 Pi로 가수분해될 때보다 크레아틴인산이 가수분해될 때 표준자유에너지의 변화가 더 크다.

ㄴ. (가)의 A는 크레아틴인산이 ATP로 전환되면서 생긴 크레아틴의 피크(peak)이다.

ㄷ. (나)의 B는 단백질 위주의 식사를 했을 때 나타나는 근육 내 글리코겐의 함량 변화이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

13. 그림은 신장의 원위세뇨관에서 나트륨의 재흡수 과정을 나타낸 것이다.



짠 음식을 많이 섭취하여 혈중 Na^+ 농도가 높아졌을 때, 체액의 삼투압 항상성 유지를 위한 신장의 조절 작용에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 신장의 사구체여과율(GFR)은 증가한다.
 ㄴ. 상피세포의 Na^+-K^+ 펌프 활성이 증가한다.
 ㄷ. 사구체 수입소동맥이 수축되어 혈류량이 감소한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

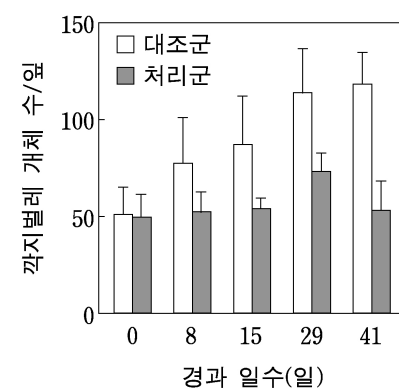
14. 다음은 어떤 식물의 잎에 함께 서식하는 깍지벌레와 개미의 관계를 조사한 실험이다.

<실험 과정>

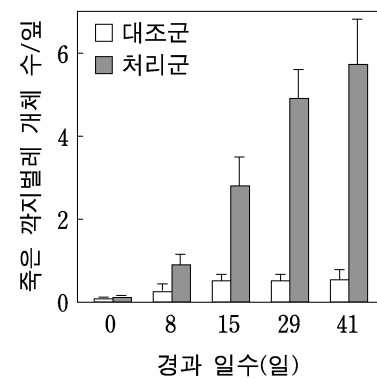
- 대조군은 식물 잎에 개미를 그대로 두고, 처리군은 잎에서 개미를 제거한 채 (가)와 (나)를 관찰한다.
 (가) 식물 잎 한 장에 서식하는 깍지벌레의 개체 수
 (나) 식물 잎 한 장에서 포식자에 의해 죽은 깍지벌레의 개체 수
 (단, 이 깍지벌레의 이동성은 극히 낮다.)

<실험 결과>

(가)



(나)



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 잎에 개미가 있으면 깍지벌레의 개체 수가 증가한다.
 ㄴ. 개미는 깍지벌레 포식자의 포식 작용을 억제한다.
 ㄷ. 개미와 깍지벌레는 서식지에 대해 경쟁한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

15. 생식샘저하증(hypogonadism)은 생식샘의 발달 및 기능 이상 또는 이로 인해 발생하는 증세이다. 다음은 남성 생식샘저하증 환자에 대한 사례이다.

○ 사례 I : 정소의 기능이 정상이었던 성인 남자 A에게서 이 병의 증세가 나타났다. A에게 LH를 투여했더니 정자형성(spermatogenesis)이 다시 시작되었고, LH와 FSH를 함께 투여했더니 LH만 투여했을 때보다 정자형성이 약간 더 증가하였다.

○ 사례 II : 성인 남자 B는 사춘기 전에 이 병에 이미 걸린 것으로 진단되었다. B에게 LH를 투여했더니 정자형성이 일어나지 않았으나, LH와 FSH를 함께 투여했더니 정자형성이 시작되었다.

○ 사례 III : LH 수용체 유전자의 돌연변이를 가진 환자 C를 관찰했더니 간질세포(Leydig cell)와 정자형성이 비정상적이었다.

LH : 황체형성호르몬
FSH : 난포자극호르몬

위 환자들에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 환자 A의 간질세포에서 정상적인 LH 수용체가 발현된다.

ㄴ. 치료 전 환자 A와 B의 혈중 FSH 농도는 정상인에 비해 낮다.

ㄷ. 치료 전 환자 A와 B의 혈중 테스토스테론의 농도는 정상인보다 높다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

16. 붉은빵곰팡이(*Neurospora crassa*)에서 a^+b^+ 유전자형 균주와 ab 유전자형 균주를 서로 대량으로 교배하여 자낭(ascus)을 얻었다. 표는 이 중 드물게 나타나는 자낭 (가)~(다)를 분석한 것이다.

포자 순서 \ 자낭	(가)	(나)	(다)
1	a^+b^+	a^+b^+	a^+b^+
2	a^+b^+	a^+b^+	a^+b^+
3	a^+b^+	a^+b^+	a^+b
4	a^+b^+	a^+b^+	a^+b^+
5	$a\ b^+$	$a\ b$	$a\ b^+$
6	$a\ b^+$	$a\ b^+$	$a\ b$
7	$a\ b$	$a\ b$	$a\ b$
8	$a\ b$	$a\ b$	$a\ b$
자낭 비율(%)	0.01	0.015	0.005

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. (가)는 네 가닥의 염색분체 중 세 가닥이 교차하여 형성된다.

ㄴ. (가), (나), (다)는 b 유전자 좌위에서 교차가 일어나 형성된다.

ㄷ. DNA 재조합 후, 이형이중가닥(heteroduplex)이 복구(repair)되면 (다)가 형성된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17. 다음은 옥수수 자엽초 생장에 대한 IAA(옥신의 일종)의 효과를 조사한 실험이다.

<실험 과정>

(가) 자엽초 절편의 내생 IAA를 제거한 후, 10 μ M의 IAA를 처리하고 배양하면서 성장률을 측정한다.

(나) 배양 60 분 후에 다음과 같은 조건에서 배양하면서 성장률을 측정한다.

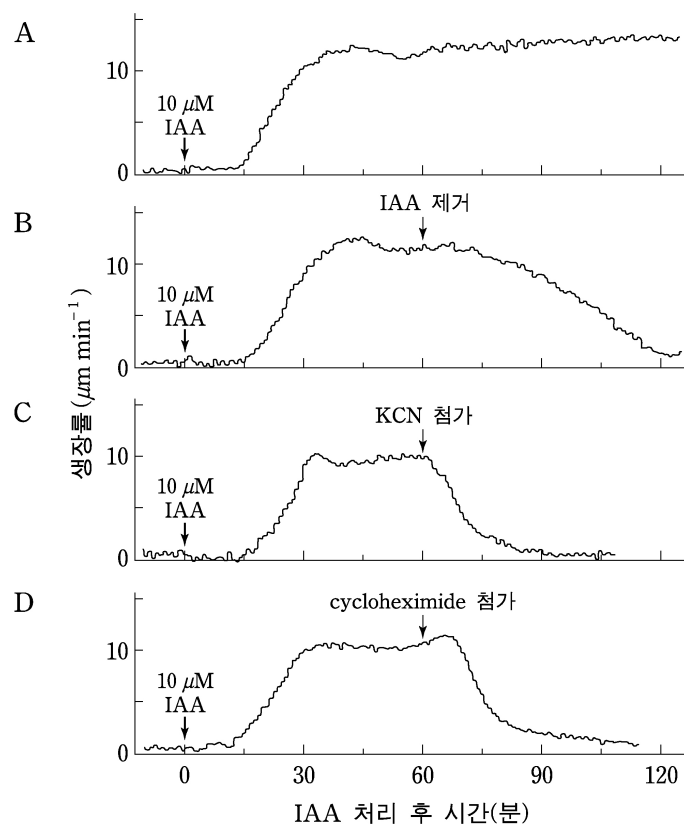
A: 처리 안 함

B: IAA 제거

C: 1 mM KCN 첨가

D: 10 μ M cycloheximide 첨가

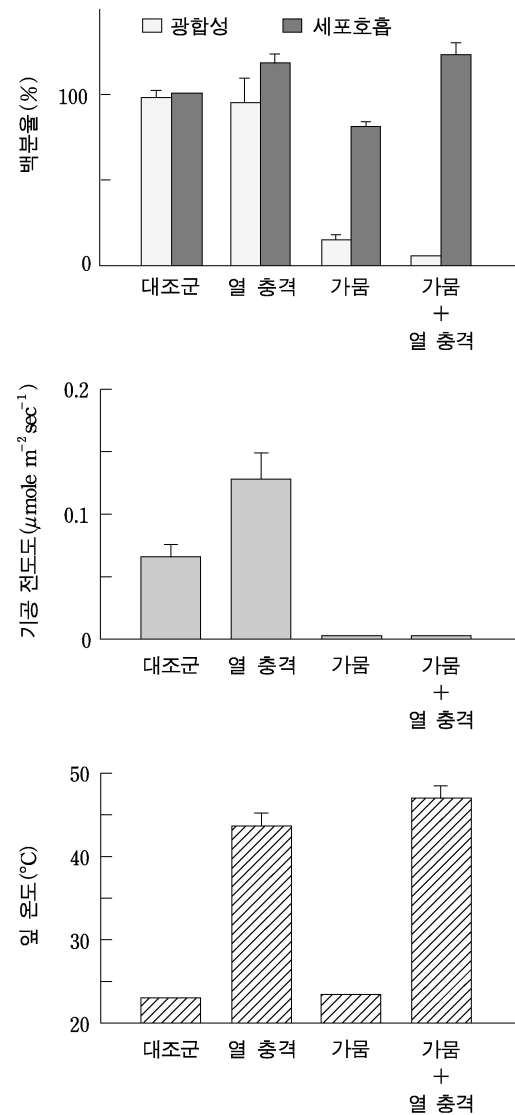
<실험 결과>



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① (가)에서 자엽초 대신 어린 뿌리를 사용해도 A와 유사한 결과를 얻는다.
- ② 자엽초의 생장에 IAA가 지속적으로 필요하다.
- ③ 원형질막의 양성자 펌프가 저해되면 생장이 저해된다.
- ④ 자엽초 성장 반응에 새로 합성된 단백질이 필요하다.
- ⑤ C에서 KCN 첨가 후 세포벽의 신장성(extensibility)이 감소된다.

18. 다음은 열 충격 및 가뭄이 담배(*Nicotiana tabacum*)의 광합성 및 세포호흡, 기공 전도도 그리고 잎 온도에 미치는 영향을 조사한 결과이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 이 식물은 열 충격보다 가뭄에 의해 더 큰 스트레스를 받는다.
- ㄴ. 열 충격을 받으면 기공이 닫히고 세포호흡률이 낮아진다.
- ㄷ. 가뭄 조건에서는 앱시스산(ABA)이 축적되고 광합성이 억제된다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

19. 다음은 최대단순성(maximum parsimony)의 원리와 생물 중 I ~ IV의 어떤 상동유전자(homologous gene)에서 염기서열이 서로 다른 위치만을 나타낸 것이다.

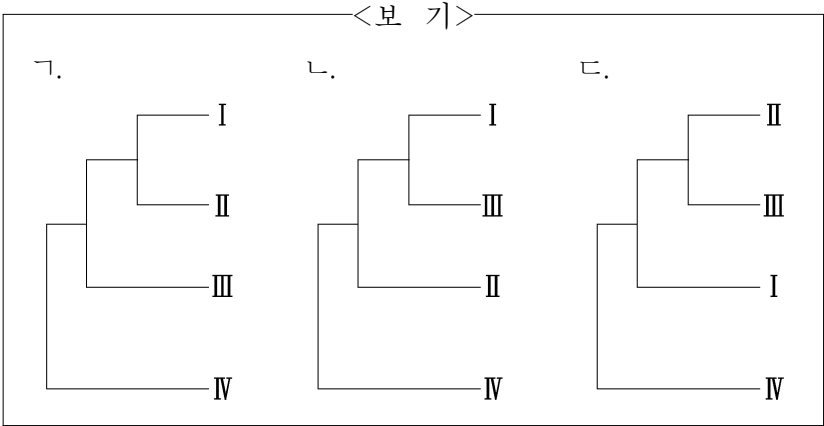
<최대단순성의 원리>

○ 추론 가능한 계통도 중에서 형질 상태 변화 횟수의 총합이 가장 작은 것을 선택한다.

<염기서열>

생물 종 \ 염기서열 위치	3	25	102	133
I	A	G	A	A
II	A	G	T	A
III	G	G	A	G
IV	G	C	T	A

최대단순성의 원리에 의한 I ~ III 사이의 계통학적 유연관계로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, IV는 외부군(outgroup)이다.)



- ① ㄱ

② ㄴ

③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ

⑤ ㄴ, ㄷ

20. 다음은 벼 유전자 X가 암호화하는 단백질과 녹색형광단백질(GFP)을 연결시킨 혼성 단백질(fusion protein)을 벼에서 발현시키기 위한 실험이다.

<실험 과정>

(가) *Sal*I과 *Eco*RI으로 절단된 X의 cDNA 절편을 준비한다.

(나) GFP 발현 벡터 Y를 *Xho*I과 *Eco*RI으로 절단한다.

(다) 그림과 같이 (가)의 cDNA 절편과 (나)의 절단된 벡터를 혼합하여 연결반응을 수행한다.

(라) (다)의 산물로 대장균을 형질전환시켜 재조합된 벡터를 선별한다.

○ 제한효소 인식 염기서열 및 절단 부위

<i>Sal</i> I	<i>Xho</i> I	<i>Eco</i> RI
5' ∇ TCGAC 3'	5' ∇ TCGAG 3'	5' ∇ AATTC 3'
3' CAGCTG $\blacktriangle$ 5'	3' GAGCTC $\blacktriangle$ 5'	3' CTTAAG $\blacktriangle$ 5'

<실험 결과>

○ 벼에서 혼성 단백질을 발현시킬 수 있는 9.2 kb의 재조합 벡터를 얻었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X의 cDNA 절편과 벡터 Y에서 그림에 표시된 *Sal*I, *Xho*I, *Eco*RI 인식 부위 이외에, 이들 제한효소가 인식하는 다른 부위는 없다.)

<보 기>

ㄱ. (가)의 cDNA 절편은 X의 개시코돈부터 종결코돈까지의 염기서열을 포함한다.

ㄴ. <실험 결과>의 재조합 벡터를 *Xho*I과 *Eco*RI으로 처리하면 9.2 kb의 DNA 절편이 얻어진다.

ㄷ. 형질전환된 벼를 항생제로 선별하는 경우, 벡터 Y의 형질전환 식물 선별 유전자로 암피실린 내성 유전자를 사용한다.

- ① ㄱ

② ㄴ

③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ

⑤ ㄴ, ㄷ

21. 다음은 세균에서 단백질을 추출하여 정량하는 실험이다.

<실험 과정>

- (가) 세균 배양액 1 ml를 원심분리하여 침전물을 얻는다.
 (나) (가)의 침전물에 PBS(완충용액, pH 7.4)를 첨가하여 초음파로 분쇄한다.
 (다) (나)의 용액을 원심분리한 후 상층액(supernatant) 0.5 ml를 회수하여 세균단백질 샘플로 사용한다.
 (라) 다음과 같이 BSA(소 혈청 알부민) 용액을 준비한다.

시험관 용액(μl)	A	B	C	D	E
BSA (1 mg/ml)	0	3	6	9	12
PBS	100	97	94	91	88

- (마) (다)의 세균단백질 샘플 5 μl와 PBS 95 μl를 시험관에 넣어 섞는다.
 (바) (라)와 (마)의 시험관에 Bradford 시약 1 ml를 각각 첨가한 후 10 분 동안 반응시킨다.
 (사) (바) 반응물의 흡광도를 595 nm 파장에서 측정한다.

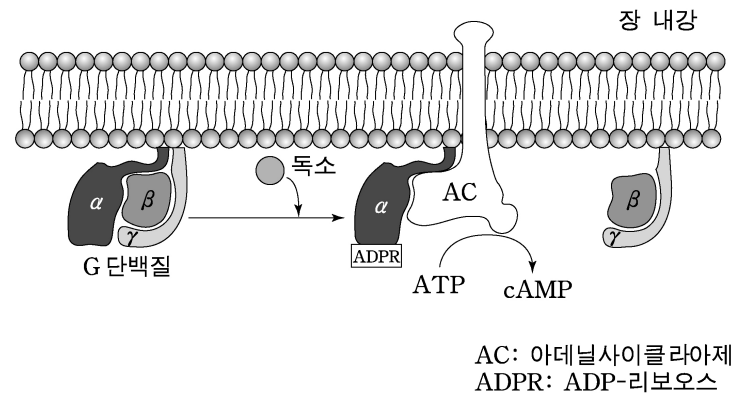
<실험 결과>

시험관	A	B	C	D	E	세균단백질 샘플
흡광도	0.00	0.15	0.30	0.45	0.60	0.40

(다)의 상층액 0.5 ml에 들어 있는 단백질 총량으로 옳은 것은?

- ① 160 μg ② 200 μg ③ 400 μg
 ④ 800 μg ⑤ 1,600 μg

22. 그림은 소장 상피세포에서 콜레라 독소의 작용을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

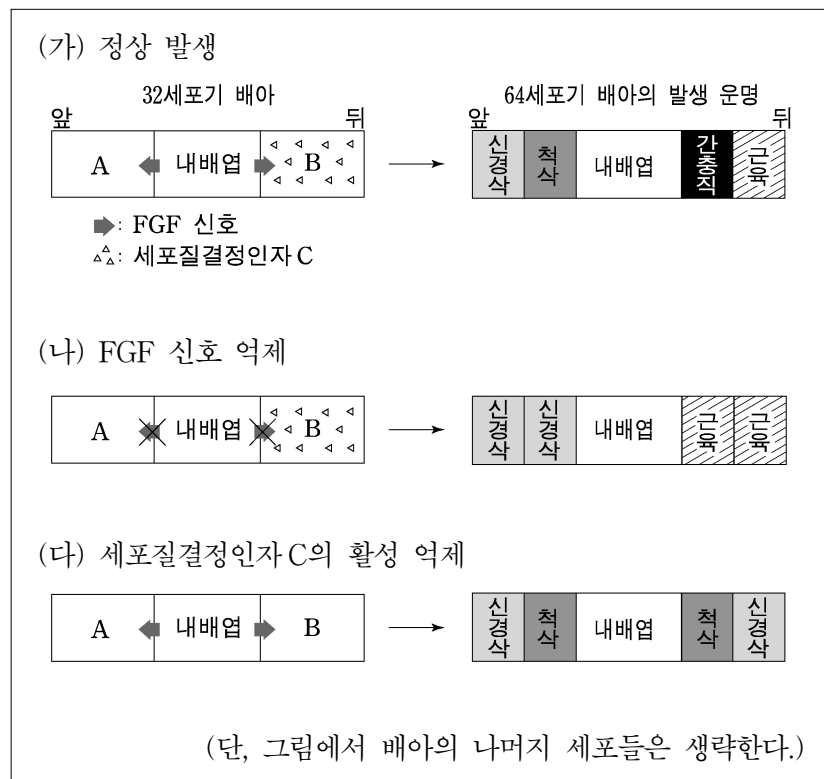
<보 기>

- ㄱ. 세포 내 cAMP의 증가로 음이온 채널이 활성화된다.
 ㄴ. G 단백질에 결합한 GTP가 콜레라 독소의 기질로 사용된다.
 ㄷ. ADPR은 콜레라 독소에 의해 ATP와 포도당이 반응하여 형성된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

- ① $\neg$ ② $\perp$ ③ $\sqsubset$
④ $\neg, \sqsubset$ ⑤ $\perp, \sqsubset$

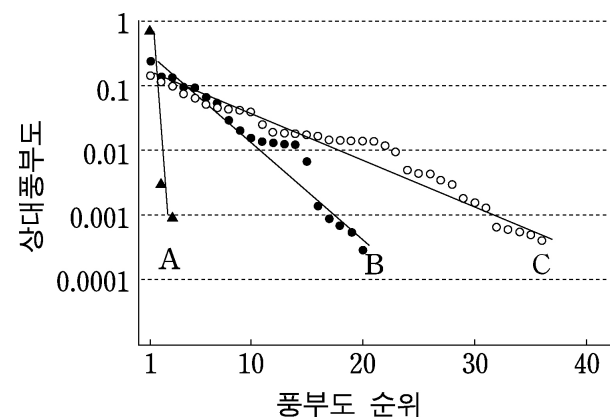
25. 다음은 명계의 발생 과정에 대한 실험이다. 정상 발생의 32세포기 배아에서 세포 A와 세포 B는 내배엽 전구세포에서 분비되는 FGF (섬유아세포 성장인자) 신호를 받는다. 64세포기에서 세포 A는 신경삭과 척삭 전구세포로, 세포 B는 간충직과 근육 전구세포로 분열한다.



이 실험을 근거로 하여 정상 32세포기 배아의 세포 A에서 세포질결정인자 C를 발현시킬 때 64세포기 배아의 발생 운명으로 가장 적절한 것은? (단, 세포 A의 발생 조건은 세포질결정인자 C의 발현을 제외하고 세포 B와 동일하다.)

- ①
- 앞 뒤
- 척삭 신경삭 내배엽 간충직 근육
- ②
- 신경삭 신경삭 내배엽 간충직 근육
- ③
- 근육 간충직 내배엽 간충직 근육
- ④
- 간충직 근육 내배엽 간충직 근육
- ⑤
- 근육 근육 내배엽 간충직 근육

26. 어떤 목초지 군집에서 주기적으로 비료를 주면서 100 년 동안 종들의 풍부도를 조사하였다. 그림은 개시 연도, 중간 연도, 최종 연도에 조사된 종들의 상대풍부도와 풍부도 순위와의 관계를 나타낸 것이다.



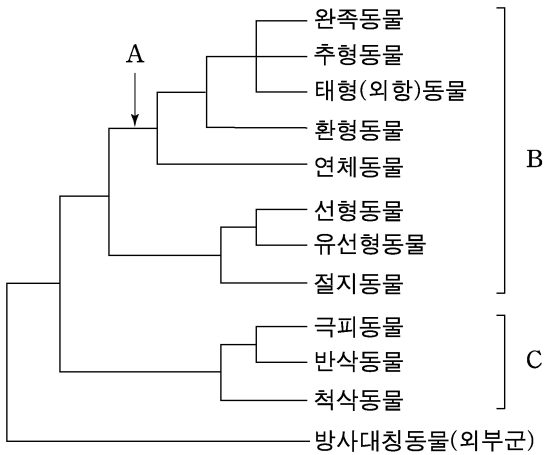
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 그림의 회귀직선은 각 연도의 자료에 대한 것이다.)

<보 기>

- ㄱ. 군집의 종균등도는 A가 B보다 낮다.
- ㄴ. 군집의 종다양도는 A가 C보다 낮다.
- ㄷ. 최종 연도의 군집 유형은 C이다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

27. 그림은 좌우대칭동물에 속하는 일부 동물 문(phylum)들의 계통수이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 위의 계통수에만 근거하여 판단한다.)

- <보 기>
- ㄱ. 입 주위에 측수관(lophophore)을 가지는 동물 문들의 가장 최근의 공동조상은 A이다.
 - ㄴ. B에서 몸의 체절성(segmentation)을 나타내는 동물 문들은 서로 자매군(sister group)이 아니다.
 - ㄷ. 척삭과 신경삭은 C의 공유파생형질(shared derived character)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

28. 어떤 거북의 성 결정에 관여하는 호르몬 A는 효소 B에 의해 테스토스테론으로부터 만들어진다. 다음은 수정된 거북의 알을 이용한 실험 결과이다.

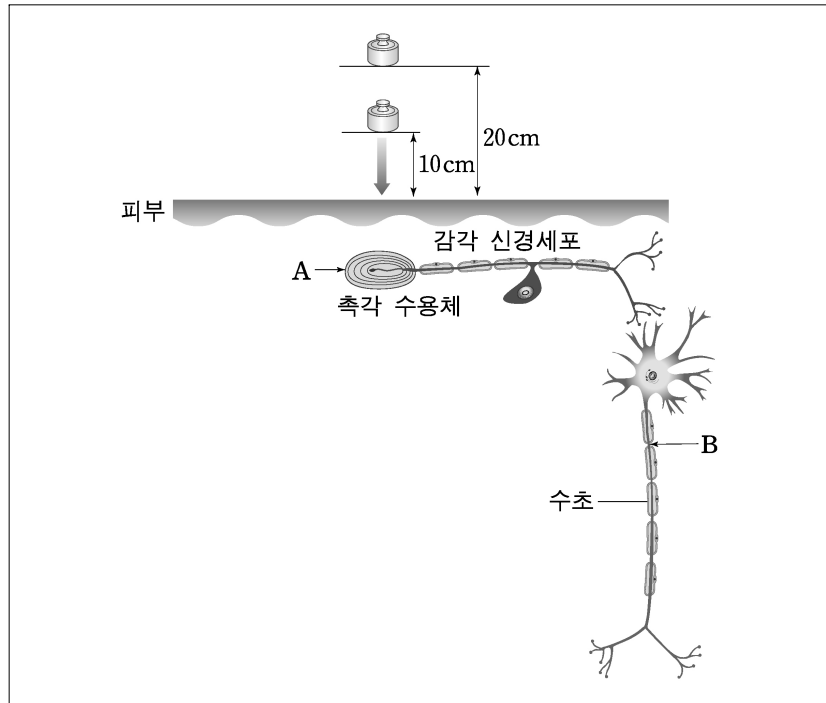
온도	처리 물질	부화된 거북의 성
26℃	없음	수컷
32℃	없음	암컷
26℃	호르몬 A	암컷
32℃	효소 B에 대한 억제제	수컷

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

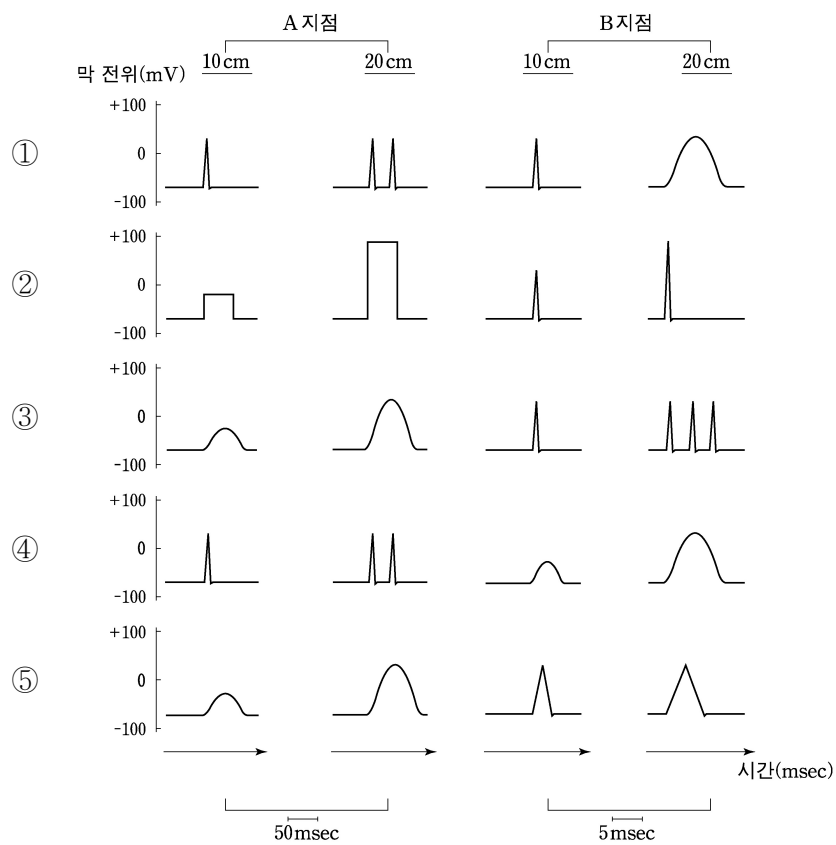
- <보 기>
- ㄱ. 이 거북에서 호르몬 A는 26℃에서 활성이 없다.
 - ㄴ. 효소 B의 활성은 이 거북의 성 결정에 관여한다.
 - ㄷ. 성 결정 시기에 이 거북의 미분화 생식소(gonad)에는 호르몬 A의 수용체가 존재한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

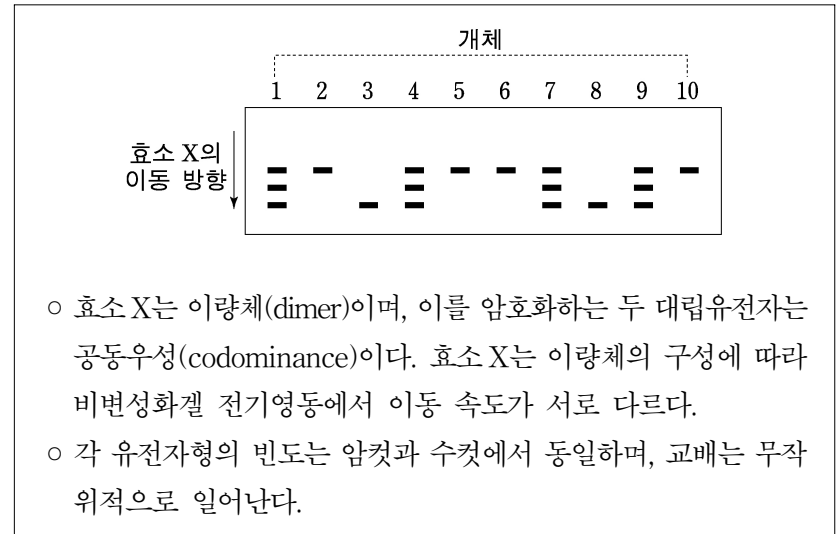
29. 그림은 사람 피부에 존재하는 촉각 수용체와 신경세포들 간의 연결을 나타낸 모식도이다. 실험 대상자의 피부 10 cm 또는 20 cm 위에서 100 g의 추를 떨어뜨렸다.



이때 실험 대상자가 자극의 세기에 대한 차이를 구분하였다면, A와 B 지점에서 측정한 신경세포 막 전위 변화로 가장 적절한 것은?



30. 다음은 어떤 개체군 내에서 임의로 선발한 10 개체에 대한 효소 X의 알로자임(allozyme) 다형현상을 보여주는 비변성화겔(non-denaturing gel)의 전기영동 자료이다.



이 개체군이 다음 세대에서 1,000 개체의 자손을 생산할 때, 효소 X의 이형접합자 유전자형을 가진 자손 수를 예측한 것으로 옳은 것은? (단, 이 개체군은 하디-바인베르크 평형을 유지하며, 선발된 10 개체의 유전자형 빈도는 이 개체군의 유전자형 빈도를 대표한다.)

- ① 160 ② 240 ③ 480
④ 600 ⑤ 720

31. 표 (가)는 어떤 다람쥐 개체군에서 암컷의 연령별 출산율 (age-specific birth rate)과 암컷의 연령별 생존율(age-specific survival rate)을 나타낸 것이다. 이 개체군에서 갓 태어난 암컷 (연령 0) 40 마리, 1년생 암컷(연령 1) 20 마리, 다수의 수컷을 아직 다람쥐가 서식하지 않는 참나무 숲에 도입하였다. 표 (나)는 (가)의 자료에 근거하여 작성된 도입 개체군의 성장 예측표이다.

(가) 연령별 출산율과 생존율 (나) 도입 개체군 성장 예측표

연령	출산율	생존율
0	0.0	0.25
1	2.0	0.50
2	3.0	0.60
3	3.0	0.45
4	0.0	0.00

연도 연령	0	1	2
0	40	50	A
1	20	10	13
2	0	10	5
3	0	0	6
4	0	0	0

(단위 : 마리)

(나)의 A로 옳은 것은? (단, 표 작성 시 암컷만을 추적하고, 이입과 이출은 고려하지 않는다. 다음 연령까지 살아남은 개체만 출산할 수 있다. (나)에서 소수점 이하는 올림하여 계산한다.)

- ① 24 ② 50 ③ 59
- ④ 63 ⑤ 70

32. 표는 포유류 중추신경계 신경세포 A의 내부와 외부의 이온 농도를 나타낸 것이다.

이온	내부(mM)	외부(mM)
K ⁺	150	15
Na ⁺	15	150
Cl ⁻	10	100
Ca ²⁺	0.0001	1

신경세포 A는 총 10 개의 다른 신경세포와 시냅스를 형성한다. 외부 자극 S가 왔을 때 이 중 6 개의 신경세포는 신경세포 A의 축삭둔덕 (axon hillock) 유발영역에 각각 4mV의 흥분성시냅스후전위(EPSP)를, 나머지 4 개의 신경세포는 각각 5mV의 억제성시냅스후전위(IPSP)를 동시에 형성한다. 신경세포 A의 활동전위는 막 전위가 휴지막 전위 보다 +20mV 이상 높을 때 발생한다.

휴지막 전위 값과, 외부 자극 S가 왔을 때 신경세포 A의 활동 전위 생성 여부를 각각 바르게 제시한 것은? (단, 표에 제시한 이온 외에 다른 이온의 존재는 고려하지 않으며, 휴지기의 막에 대한 각 이온의 상대적 투과도 P는 $P_{K^+}:P_{Na^+}:P_{Cl^-}:P_{Ca^{2+}}=1:0:0:0$ 이다.

$2.303\frac{RT}{F}$ 의 값은 60으로 가정한다.)

	휴지막 전위 값	생성 여부
①	-40 mV	생성됨
②	-56 mV	생성됨
③	-56 mV	생성되지 않음
④	-60 mV	생성되지 않음
⑤	-64 mV	생성됨

33. 대장균에 화학물질 I, II, III을 각각 처리하여 여러 원돌연변이체(original mutant)를 만들었다. 이 원돌연변이체에 5-Bromouracil, Hydroxylamine 또는 Acridine orange를 각각 처리하여 복귀돌연변이체(reverse mutant)가 만들어지는지를 확인하였다.

<실험 결과>

원돌연변이체를 유발한 화학물질	복귀돌연변이체 유발에 사용한 화학물질		
	5-Bromouracil	Hydroxylamine	Acridine orange
I	+	-	-
II	+	+/-	-
III	-	-	+

+: 복귀돌연변이체 형성

-: 복귀돌연변이체 미형성

+/-: 원돌연변이체의 DNA 변이 상태에 따라 복귀돌연변이체 형성/미형성

<화학물질의 특징>

- 5-Bromouracil은 티민(T)의 염기유사체로, 아데닌(A) 또는 구아닌(G)과 결합한다.
- Hydroxylamine은 시토신(C)에 수산기를 첨가한다. 수산기가 첨가된 시토신은 아데닌(A)과 결합한다.
- Acridine orange는 DNA 이중나선의 염기 사이에 끼어들어 간다.

이에 대한 추론으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 억제돌연변이(suppressor mutation)에 의한 복귀돌연변이체 형성은 배제한다.)

<보 기>

- ㄱ. I은 $G \cdot C \rightarrow A \cdot T$ 의 염기치환(transition) 돌연변이를 유발한다.
 ㄴ. II는 $A \cdot T \rightarrow C \cdot G$ 의 염기전환(transversion) 돌연변이를 유발한다.
 ㄷ. III은 염기의 삽입 또는 결실을 유발한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

34. 다음은 바이러스 X 감염이 의심되는 사람들의 샘플에 대한 실험이다. 바이러스 X는 표면에 혈구응집소를 가지고 있다.

<실험 I 혈구응집반응>

(가) 식염수로 샘플을 2 배씩 희석하여 웰에 넣는다. (F는 대조군으로 식염수만 넣는다.)

(나) 각 웰에 같은 양의 사람 적혈구를 넣는다.

(다) 4℃에서 1 시간 동안 반응시킨 후 응집을 관찰한다.

<실험 I 결과>

샘플종류	희석배수	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024
A		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
B		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
C		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
D		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
E		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
F		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

<실험 II 혈구응집억제반응>

(가) 바이러스 X를 항원으로 토끼와 염소에 주사하여 항혈청을 각각 얻는다.

(나) (가)의 항혈청을 희석하여 웰에 넣는다. (대조군에는 면역전의 동물 혈청을 사용한다.)

(다) 실험 I의 샘플 E를 64 배 희석하여 (나)의 웰에 넣고 1 시간 동안 반응시킨다.

(라) (다)의 웰에 적혈구를 넣고 반응시킨 후 응집을 관찰한다.

<실험 II 결과>

항혈청종류	희석배수	100	200	400	800	1600	3200	6400	12800	25600
		●	●	●	●	●	●	●	●	●
토끼 항혈청		●	●	●	●	●	●	●	●	●
염소 항혈청		●	●	●	●	●	●	●	●	●
토끼 혈청		●	●	●	●	●	●	●	●	●
염소 혈청		●	●	●	●	●	●	●	●	●

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 샘플 E에는 바이러스 X가 존재한다.
 ② 토끼 항혈청이 염소 항혈청보다 혈구응집억제 효과가 더 좋다.
 ③ 실험 II에서 항혈청의 억제 반응에 보체가 관여하지 않는다.
 ④ 실험 II에서 대조군의 염소 혈청은 혈구응집억제반응을 유도하지 못한다.
 ⑤ 실험 II의 (다)에서 바이러스는 바이러스 X에 대한 항체와 결합한다.

- ① $\neg$ ② $\perp$ ③ $\vdash$
④ $\neg, \perp$ ⑤ $\neg, \vdash$

39. 다음은 사람 유전자 X의 전사조절 기작을 알아보기 위한 실험이다.

<실험 과정>

(가) 유전자 X의 전사활성인자 결합부위가 포함된 프로모터 부분을 루시페라제 유전자 열린해독틀(ORF) 앞에 연결시켜 벡터에 클로닝한다.

(나) 대조군 세포주, 단백질 A 과발현 세포주, 단백질 B 과발현 세포주, 단백질 A와 B 과발현 세포주를 준비한다.

(다) (가)의 재조합 DNA를 (나)의 각 세포주에 형질주입(transfection)한 후, 루시페라제 단백질의 발현량을 측정한다.

(라) ³²P로 표지된 유전자 X의 전사활성인자 결합부위를 포함한 DNA 단편(³²P-DNA)에 (나)의 세포주에서 정제한 A와 B를 반응시킨다.

(마) EMSA (electrophoretic mobility shift assay)를 통해 단백질과 DNA의 결합을 분석한다.

<실험 결과>

○ 루시페라제 발현량 분석

세포주	대조군	A 과발현	B 과발현	A와 B 과발현
루시페라제 발현량	—	+++	—	+

— : 발현되지 않음
+ 수 : 발현량에 비례

○ EMSA 결과

단백질 A	+	—	+	—	+
단백질 B	+	—	—	+	+
³² P-DNA	—	+	+	+	+

⊖
↓
⊕

+ : 반응에 첨가
— : 첨가하지 않음

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 단백질 A는 유전자 X의 프로모터 활성을 촉진한다.

ㄴ. 단백질 B는 유전자 X의 전사활성인자 결합부위에 결합한다.

ㄷ. 단백질 B는 단백질 A가 유전자 X의 전사활성인자 결합부위에 결합하는 것을 저해한다.

- ① ㄱ

② ㄴ

③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ

⑤ ㄱ, ㄷ

40. 표는 어떤 동물세포 X를 37℃, 5% CO₂ 배양기에서 배양하기 위한 세포 배양액의 조성을 나타낸 것이다.

성분	농도
HEPES	2.5 mM
글루타민	2.4 mM
NaHCO ₃	22 mM
페니실린	40 U/ml
스트렙토마이신	40 μg/ml
영양 각테일	12%
소의 태아혈청(FBS)	10%
페놀 레드	0.00012%

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 소의 태아혈청은 세포 성장인자를 포함하고 있다.

ㄴ. 스트렙토마이신은 곰팡이 감염을 억제하기 위해 첨가한다.

ㄷ. 세포 배양 중 배양기에 CO₂ 공급이 차단되면 배양액의 pH가 높아진다.

- ① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

* 확인 사항

○ 문제지와 답안지의 해당란에 필요한 내용을 정확하게 표기했는지 확인하십시오.