

15.

다음은 민말이집 신경 I~Ⅲ의 흥분 전도와 전달에 대한 자료이다.

○ 그림은 I~Ⅲ의 지점 $d_1 \sim d_5$ 의 위치를, 표는 ㉠ I과 II의 P에, Ⅲ의 Q에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 4ms일 때 $d_1 \sim d_5$ 에서의 막전위를 나타낸 것이다. P와 Q는 각각 $d_1 \sim d_5$ 중 하나이다.

신경	4ms일 때 막전위(mV)				
	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5
I	-70	㉠	?	㉡	?
II	㉢	㉠	?	㉣	㉢
III	㉢	-80	?	㉠	?

○ I을 구성하는 두 뉴런의 흥분 전도 속도는 $2v$ 로 같고, II와 III의 흥분 전도 속도는 각각 $3v$ 와 $6v$ 이다.

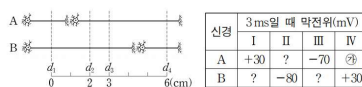
○ I~III 각각에서 활동 전위가 발생 하였을 때, 각 지점에서의 막전위 (mV) 변화는 그림과 같다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, I~III에서 흥분의 전도는 각각 1회 일어났고, 휴지 전위는 $-70mV$ 이다.) [3점]

- <보 기> —
- ㄱ. Q는 d_4 이다.
 - ㄴ. II의 흥분 전도 속도는 $2cm/ms$ 이다.
 - ㄷ. ㉠이 5ms일 때 I의 d_5 에서 재분극이 일어나고 있다.

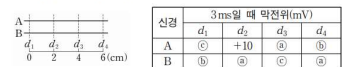
[Comment 1] 당해 6월 평가원과 9월 평가원에서 핵심 논리를 제시한 문항

○ 그림은 A와 B의 지점 $d_1 \sim d_4$ 의 위치를, 표는 ㉠ A와 B의 지점 X에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 3ms일 때 $d_1 \sim d_4$ 에서의 막전위를 나타낸 것이다. X는 $d_1 \sim d_4$ 중 하나이고, I~IV는 $d_1 \sim d_4$ 를 순서 없이 나타낸 것이다.



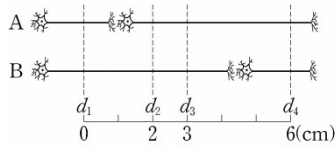
23학년도 6평

○ 그림은 A와 B의 지점 $d_1 \sim d_4$ 의 위치를, 표는 A의 ㉠과 B의 ㉡에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 3ms일 때 $d_1 \sim d_4$ 에서의 막전위를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 $d_1 \sim d_4$ 중 하나이다.



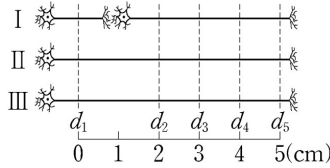
23학년도 9평

[Comment 2] 23학년도 6월 평가원 IDEA이며 자주 활용되는 논리로 자극 지점을 기준으로 동일한 값이 사선으로 나타나면 거리비=속도비이다.



신경	3ms일 때 막전위(mV)			
	I	II	III	IV
A	+30	?	-70	㉠
B	?	-80	?	+30

23학년도 6평



신경	4ms일 때 막전위(mV)				
	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5
I	-70	㉠	?	㉡	?
II	㉢	㉠	?	㉣	㉡
III	㉣	-80	?	㉠	?

23학년도 수능

23학년도 6월 평가원 문항에서 특수 막전위 -80mV을 통해 II가 자극 지점임을 알 수 있고

신경 A의 지점 I 과 신경 B의 지점 IV에서 동일한 특수 막전위 값 +30mV가 나타나므로 I 과 II의 거리 : IV와 II의 거리 = A의 속도 : B의 속도가 성립한다.

[Comment 3] 특수 막전위란 +30과 -80과 같이 막전위 변화 그래프에서 시간과 막전위가 1:1 대응되는 막전위 값을 의미한다.

막전위 값에 대한 막전위 변화 시간이 정확하게 결정되어 특수성을 가지며 막전위 변화 그래프에 따라 다를 수 있으나 일반적으로 -80mV는 (? , 3), +30mV는 (? , 2)으로 뒷 시간이 고정된다.

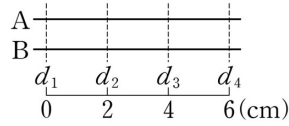
[Comment 4] 경과된 시간에 따른 특정 막전위 값은 (a, b)로 시간을 분류할 수 있다. 이때 a는 흥분 전도 시간을, b는 막전위 변화 시간을 의미한다.

[Comment 5] 23학년도 수능 문항에서 신경 I 과 II의 d_2 의 막전위 값이 모두 ㉠으로 동일하고 I의 d_4 와 II의 d_5 의 막전위 값이 모두 ㉡으로 동일한 것을 알 수 있다.

I을 구성하는 두 뉴런의 흥분 전도 속도는 $2v$, II의 흥분 전도 속도는 $3v$ 이라고 제시되어 있고

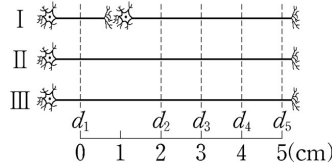
d_2 에서 d_4 까지의 거리 : d_2 에서 d_5 까지의 거리 = 2:3이므로 막전위 값이 ㉠로 동일한 d_2 를 자극 지점으로 추론할 수 있다.

[Comment 6] 23학년도 9월 평가원 IDEA이며 자주 활용되는 논리로 자극 지점을 기준으로 동일한 값이 좌우로 나타나면 대칭성의 표지이다.



신경	3ms일 때 막전위(mV)			
	d_1	d_2	d_3	d_4
A	㉠	+10	㉡	㉢
B	㉣	㉤	㉥	㉦

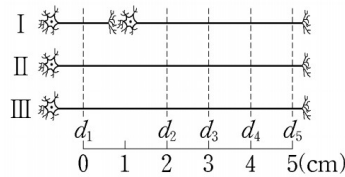
23학년도 9평



신경	4ms일 때 막전위(mV)				
	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5
I	-70	㉡	?	㉢	?
II	㉣	㉤	?	㉥	㉦
III	㉧	-80	?	㉨	?

23학년도 수능

[Comment 7] Comment 2와 6에 의해 I 과 II의 자극 지점은 P는 d_2 이고, ㉡는 -70이다.



신경	4ms일 때 막전위(mV)				
	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5
I	-70	㉡	?	㉢	?
II	㉣	㉤	?	㉥	㉦
III	㉧	-80	?	㉨	?

또한 d_1 과 d_2 사이의 거리는 2cm이고, d_1 과 d_4 사이의 거리는 4cm이며 II와 III의 속도비는 1:2이므로 동일한 막전위 값을 나타낸다. ㉡는 -70이므로 III의 d_4 는 자극 지점 Q이다.

III의 d_2 에서 -80mV은 (1, 3)이므로 III의 d_4 로부터 III의 d_2 까지 흥분이 이동하는 데 걸린 시간은 1ms이고 d_2 에서 d_4 까지 거리는 2cm이므로 III의 흥분 전도 속도는 2cm/ms이다.

[Comment 8] Q는 d_4 이고, II의 흥분 전도 속도는 1cm/ms이며 ㉢이 5ms일 때 I에서 d_5 에서 막전위 값은 (9/2, 1/2)이므로 탈분극이 일어나고 있다.

(\because I의 흥분 전도 속도가 $\frac{2}{3}$ cm/ms이므로 3cm 이동하는데 걸린 시간은 $\frac{9}{2}$ ms)

따라서 답은 ㄱ이다.