

안녕하세요. 사람났어부입니다.

제게 쪽지로 자주 오는 질문 중 하나가 근수축 유형에 대한 풀이법은 없냐는 질문이었습니다.

그래서 그 부분에 대해 짧게 칼럼으로 작성해 보고자 합니다.

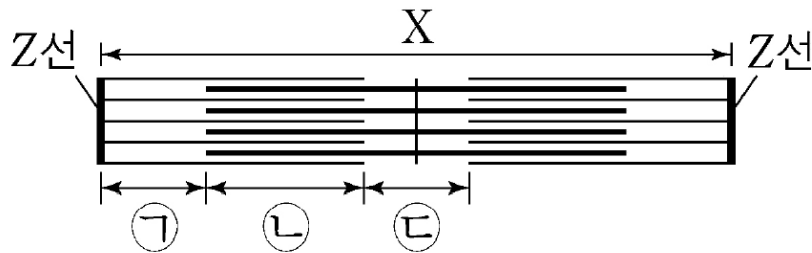
어렵지 않으니 잘 따라와 주세요!

근수축 유형

근수축 유형은 한 마디로 정리하면 '숫자놀이'입니다.

그냥 애랑 애랑 더하면 항상 일정하고... 재는 이완이든 수축이든 같고...

따라서 골격근 문제 풀이는 항상 **길이의 변화량**에 주안점을 두고 푸셔야 합니다.



이 그림을 참고하도록 하겠습니다.

일단 근육이 수축 중인지, 이완 중인지를 봐야 합니다.

이 조건은 굉장히 중요합니다. 왜냐하면 골격근이 수축 과정이나, 이완 과정이나에 따라 ①, ②, ③의 길이가 늘어나느냐, 줄어드느냐가 결정되기 때문입니다.

골격근이 수축 과정이라면, ①과 ③은 점점 길이가 줄어들고, ②는 점점 길이가 늘어납니다.

골격근이 이완 과정이라면, ①과 ③은 점점 길이가 늘어나고, ②는 점점 길이가 줄어듭니다.

그런데 여기서 중요한 점은, ①과 ②의 변화량 절대값은 같고, 이는 ③의 변화량 절대값의 절반이며, ②의 변화량은 골격근 X 전체의 변화량과 같다는 사실입니다.

수축 과정에서 ②이 $4\mu\text{m}$ 만큼 줄어든다면, ③은 $4\mu\text{m}$ 만큼 늘어납니다.

그런데 ③은 반대편에서도 같은 만큼 영향을 받기 때문에 ②이 $4\mu\text{m}$ 만큼 줄어든다면 ③은 $8\mu\text{m}$ 만큼 줄어듭니다. 따라서 골격근 X 전체의 길이도 $8\mu\text{m}$ 만큼 줄어들게 됩니다.

왜 그런지는 직접 수축/이완 과정의 골격근 움직임을 그려보시면 이해하실 수 있습니다.

그 외에 또 문제에서 쓰일 수 있는 조건은 ①과 ③의 합이 같다는 사실입니다.

당연한 이야기죠. ①과 ③의 합은 그냥 액틴 필라멘트 절반의 길이니까요.

마찬가지로 ②+③+③도 항상 일정합니다.

이것도 자명하죠. 그냥 A대의 길이를 얘기하는 겁니다.

정리해 봅시다.

1. 근육이 수축과정인지 이완과정인지 확인한다.

2-1. 골격근이 수축하고 있다면 ㉠이 x만큼 줄어들며, ㉡은 2x만큼 줄어들고 있고, ㉢은 x만큼 늘어나고 있으며, 골격근 X는 ㉢의 변화량인 2x만큼 줄어든다.

2-2. 골격근이 이완하고 있다면 ㉠이 x만큼 늘어나며, ㉡은 2x만큼 늘어나고 있고, ㉢은 x만큼 줄어들고 있으며, 골격근 X는 ㉢의 변화량인 2x만큼 늘어난다.

3. ㉠+㉢은 변화 전이든 변화 후든 항상 일정하다.

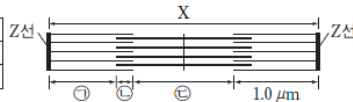
4. ㉡+㉢+㉣도 변화 전이든 변화 후든 항상 일정하다.

한번 기출을 통해서 몇 문제 풀어 봅시다.

16. 다음은 골격근의 구성과 수축 과정에 대한 자료이다.

- 골격근은 근육 섬유 다발로 구성되고, 하나의 근육 섬유는 여러 개의 근육 원섬유를 가지고 있다.
- 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 ㉠과 ㉢에서 근육 원섬유 마디 X의 길이를, 그림은 ㉢일 때 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.

시점	X의 길이(μm)
㉠	2.4
㉢	3.2



- 구간 ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉢은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다.
- ㉢일 때 A대의 길이는 1.6μm이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

— <보 기> —

- ㄱ. 근육 원섬유는 동물의 구성 단계 중 세포 단계이다.
- ㄴ. ㉠일 때 H대의 길이는 0.4μm이다.
- ㄷ. $\frac{\text{㉡의 길이}}{\text{㉠의 길이} + \text{㉢의 길이}}$ 는 ㉢일 때보다 ㉠일 때가 작다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

16수능 16번입니다.

먼저 골격근이 수축하는지 이완하는지 확인합니다. 수축 과정이군요.

조건에서 ㉠과 ㉢의 합을 봤습니다. 1μm이군요. 이건 수축이 되든 뭘 하든 변하지 않습니다.

시점 ㉠과 ㉢에서 ㉢의 길이를 손쉽게 구할 수 있습니다.

㉢일 때 A대의 길이를 봤습니다. 근데 A대의 길이는 마이오신 필라멘트와 같아 변하지 않죠?

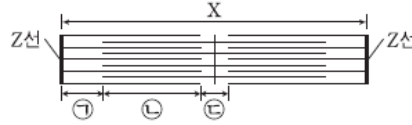
㉠일때의 A대 길이도 알고 있습니다.

그런데 A대의 길이는 ㉡+㉢+㉣이죠? ㉢을 이미 알기 때문에 ㉡이 나오고, ㉠+㉢을 이미 알기 때문에 ㉠이 나옵니다. 따라서 ㉠과 ㉢일때의 ㉠, ㉡, ㉢ 길이를 모두 구할 수 있습니다. 답은 쉽게 구할 수 있습니다.

8. 다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

- 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 ㉠과 ㉡에서 근육 원섬유 마디 X의 길이를, 그림은 ㉡일 때 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.

시점	X의 길이(μm)
㉠	3.0
㉡	2.2



- 구간 ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉢은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다.
- ㉡일 때 ㉢의 길이는 $0.2\mu\text{m}$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

— < 보 기 > —

- ㄱ. ㉠일 때 H대의 길이는 $1.0\mu\text{m}$ 이다.
- ㄴ. ㉡의 길이는 ㉡일 때가 ㉠일 때보다 $0.4\mu\text{m}$ 더 길다.
- ㄷ. $\frac{\text{㉠의 길이} + \text{㉡의 길이}}{\text{㉢의 길이}}$ 는 ㉡일 때가 ㉠일 때의 5배이다.

18년 6평 8번입니다.

우선 골격근 수축 과정임을 확인합니다. ㉠에서 ㉡로 변했군요.

㉡일 때 ㉢의 길이는 $0.2\mu\text{m}$ 입니다. 근데 아까 뭐라고 했죠?

골격근이 수축하고 있다면 ... (중략) ... 골격근 X는 ㉢의 변화량인 2x만큼 줄어든다.

문제에서 보면 골격근은 $0.8\mu\text{m}$ 만큼 줄어들었습니다.

따라서 ㉠일 때 ㉢의 길이는 ㉡일 때 ㉢의 길이보다 $0.8\mu\text{m}$ 만큼 줄어들었습니다.

㉠일 때 ㉢의 길이는 $1.0\mu\text{m}$ 였겠군요.

보기는 그냥 숫자 딱딱딱 넣어서 계산하면 됩니다. 실수가 없다면 길이만 다 구했을 때 못 풀 이유가 없죠

물론 이문제를 이렇게 풀었다면 약간 돌아간 풀이법입니다. 이정도 난이도에서 변화량 생각하고 있을 필요가 없죠. 당연히 그냥 $2.2\mu\text{m}$ 에서 $0.2\mu\text{m}$ 빼서 ㉠+㉡ 합 구하고, 그걸로 ㉠일 때 ㉢의 길이를 구하는 것이 더 빠른 풀이입니다.

다만 약간 더 생각을 필요로 하는 근수축 문제를 위해서 저 풀이법도 의식해 놓는 게 좋다는 겁니다. 원래 모든 문제는 난이도가 어려울 때 문제가 발생하는 거잖아요?

다른 문제도 보겠습니다.

11. 다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

○ 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다.
X는 좌우 대칭이다.

○ 구간 ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉢은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다.

○ 표 (가)는 ㉠~㉢에서 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 유무를, (나)는 골격근 수축 과정의 두 시점 t_1 과 t_2 일 때 X의 길이에서 ㉢의 길이를 뺀 값($X - ㉢$)과 ㉡의 길이와 ㉢의 길이를 더한 값($㉡ + ㉢$)을 나타낸 것이다. ㉠~㉢는 ㉠~㉢을 순서 없이 나타낸 것이다.

구간	액틴 필라멘트	마이오신 필라멘트
㉠	?	○
㉡	○	×
㉢	?	○

시점	$X - ㉢$	$㉡ + ㉢$
t_1	$2.0\mu\text{m}$	$2.0\mu\text{m}$
t_2	$2.0\mu\text{m}$	$0.8\mu\text{m}$

(○: 있음, ×: 없음)

(가)
(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. ㉢은 H대이다.
 ㄴ. ㉠의 길이와 ㉢의 길이를 더한 값은 t_1 일 때와 t_2 일 때가 같다.
 ㄷ. X의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 $0.8\mu\text{m}$ 길다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

이번에 질문이 많이 들어오게 만들었던 이유, 19년 9평 11번입니다.

설명은 그냥 그림을 풀어놓은 거네요. 바로 표로 들어가겠습니다.

구간	액틴 필라멘트	마이오신 필라멘트
㉠	?	○
㉡	○	×
㉢	?	○

(○: 있음, ×: 없음)

액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 유무에 따라 구간을 ㉠, ㉡, ㉢로 나눴습니다.

그리고 ㉠, ㉡, ㉢는 각각 ㉠, ㉡, ㉢ 중 하나입니다.

㉠은 액틴만 있고, 마이오신은 없습니다.

㉡은 액틴과 마이오신 둘다 있습니다.

㉢은 마이오신만 있습니다.

일단 확실한 건 ㉡에게 마이오신 필라멘트가 없고 액틴 필라멘트만 있으므로 ㉡가 ㉠이라는 사실입니다.

골격근이 수축 과정이므로 ㉠은 시간이 지날수록 짧아져야 합니다.

이제 두번째 표를 봅니다.

시점	X-㉔	㉔+㉔
t_1	$2.0\mu\text{m}$	$2.0\mu\text{m}$
t_2	$2.0\mu\text{m}$	$0.8\mu\text{m}$

X는 수축 중이므로 줄어 들고 있습니다.

그런데 X-㉔의 값이 시점 t_1 과 t_2 에서 같습니다.

그렇다는 이야기는 X가 줄어드는 만큼 ㉔도 줄어 들고 있다는 말이지요.

아까 말했던 걸 다시 떠올려 봅니다.

골격근이 수축하고 있다면 ... (중략) ... 골격근 X는 ㉔의 변화량인 2x만큼 줄어든다.

골격근 X의 변화량이 ㉔의 변화량과 같다고 하네요? 여기서 ㉔은 딱 H대입니다.

문제에서도 X의 변화량과 같은 부분은 ㉔입니다. 따라서 ㉔이 ㉔입니다.

자연스레 ㉔이 ㉔이 됩니다.

이제 보기를 보겠습니다.

보기 ㄱ. ㉔은 H대이다. 맞습니다.

보기 ㄴ. ㉔의 길이와 ㉔의 길이를 더한 값은 t_1 일 때와 t_2 일 때가 같다.

㉔와 ㉔는 각각 ㉔과 ㉔입니다.

㉔과 ㉔은 서로 반대되는 길이 변화를 보이긴 하지만, 변화량의 절댓값은 ㉔이 두 배 더 큼니다. 틀립니다.

보기 ㄷ. X의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 $0.8\mu\text{m}$ 길다.

두 번째 표에서 ㉔+㉔는 $2.0\mu\text{m}$ 에서 $0.8\mu\text{m}$ 으로 줄어 듭니다.

㉔는 ㉔, ㉔는 ㉔입니다.

㉔과 ㉔은 서로 동일한 방향의 길이 변화를 보입니다. ㉔이 x만큼 줄어 들면, ㉔은 2x만큼 줄어 들죠.

t_1 일 때에 비해 t_2 일 때에 ㉔+㉔는 3x만큼의 길이가 줄어 들었다고 볼 수 있습니다.

표에서 $3x=1.2\mu\text{m}$ 임을 알 수 있습니다. 따라서 $x=0.4\mu\text{m}$ 이고, $2x$ 는 $0.8\mu\text{m}$ 입니다.

그런데 $2x$ 는 ㉔의 변화량이고, 이는 X의 변화량과 같다고 아까 말씀드렸습니다.

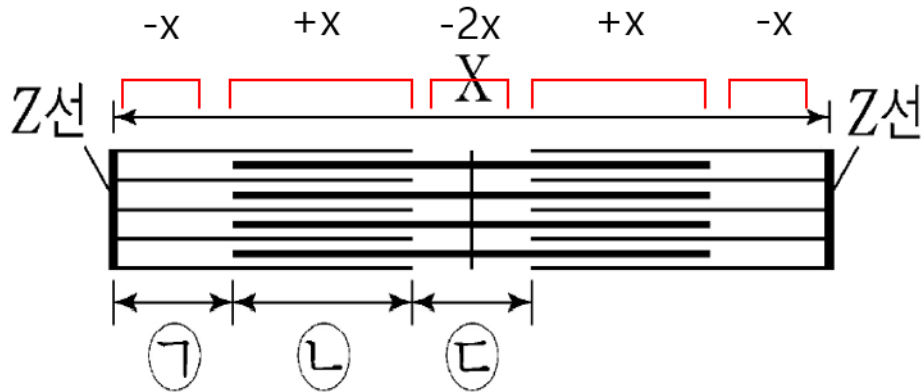
따라서 X의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 $0.8\mu\text{m}$ 더 길다. 맞습니다.

답은 ㉔.

근수축 문제가 처음으로 약간 더 발전해서 계산을 필요로 하게 나온 평가원 문제였습니다.

하지만 결국 골격근이 줄어들 때 같은 만큼 줄어드는 건 누구냐! 를 알고 있었다면 t_1 과 t_2 일 때 X-㉔가 같은 값을 보이는 걸 보고 바로 ㉔가 ㉔임을 알 수 있었을 것입니다. 또한 ㉔이 x만큼 줄어들면, ㉔은 2x만큼 줄어든다는 사실을 알고 있었다면 보기 ㄷ 또한 당황하지 않고 빠르게 풀 수 있었을 것입니다.

따라서 문제 풀 때 아예 이렇게 써놓는 것도 나쁘지 않겠네요.



이정도입니다. 읽어보시고 직접 손으로 써서 풀어보시면 생각보다 그리 난이도가 높진 않다는 사실을 알 수 있습니다. 당연히 풀이법도 막 아주 어렵진 않습니다.

다만 근수축이라고 깨작깨작 대충 쓰면 문제 풀리겠거니 하고 생각없이 풀다가 이번 9평 11번 같은 문제를 마주치게 되면 헛되이 시간을 날릴 수 있습니다.

어떤 상황에도 당황하지 말고 신중히 우리가 알고 있는 사실을 이용해서 문제를 푼다면 큰 난관 없이 문제를 풀 수 있을 것입니다.

사족으로, 6평에서 기존 신경전도문제가 심화되어 나왔고, 9평에서 기존 근수축이 약간 심화되어 나왔습니다.

이제 뭐가 되었든 기존에 우리가 풀었던 것처럼 대충 비빔면 비비듯 비비다 보면 풀리는 풀이로 쉽게 풀리지 않을 가능성이 높습니다.

확실한 풀이방법을 정립하는 것을 추천드립니다. 물론 수험생들에게 가장 의미없는 행동이 수능문제 난이도 예측하기, 수능문제 뭐 나올지 예측하기라는 사실을 가장 잘 알고 있지만 이번 수능에서 근수축이나 신경전도가 암전히 쉽게 나올 것 같진 않습니다.

물론 근수축의 경우 신경전도에 비해 그렇게 어렵게 나오진 않겠지만 턱턱 걸릴 난이도 정도로는 충분히 낼 수 있을 듯 합니다. 보통 근수축은 두번째나 세번째 페이지에서 찾아볼 수 있는데 거기에서 걸려서 '이상하다...이거 풀 수 있을 텐데' 하면서 시간 버리다간 망할 수도 있습니다.

꼭 기억하세요. 올해 수능에선 쉽다고 생각했던 유형이 어렵게 나올 수도 있습니다.

풀리지 않는다면 꼭 일단 넘어가고 다른 쉬운 문제부터 푸세요.