1
00:00:11,168 --> 00:00:17,536
여러분 안녕하세요. 손혜연 선생님입니다. 우리 오늘은
15단원 들어가는 날인데요. 15단원은 저번 시간에

2
00:00:17,564 --> 00:00:24,485
선생님이 끝나면서 얘기했듯이 14단원에서 얘기했던
반응 속도식에서 이제 우리가 설명하지 못한 부분을

3
00:00:24,534 --> 00:00:30,910
채우는 그런 단원이에요. 저번 시간에는 반응속도가 도대체
무엇인지, 어떻게 식을 쓰는지 지난번에 기초적인

4
00:00:30,946 --> 00:00:38,994
내용을 배웠다면 오늘은 반응속도가 왜 그렇게 변하는지
영향을 미치는 요인을 화학 반응의 원리와 함께

5
00:00:39,009 --> 00:00:47,628
좀 알아보도록 하겠습니다. 일단 우리가 반응속도 얘기를
하기 전에 가장 먼저 얘기할 부분은 충돌이랑 관련된

6
00:00:47,642 --> 00:00:54,317
부분이에요. 갑자기 이제 반응속도를 얘기를 하는데
충돌은 또 무슨 말인가. 여러분들이 궁금해할 수

7
00:00:54,350 --> 00:01:00,597
있을 거 같은데요. 우리 화학 반응이 뭔지를 좀
생각을 해본다면 이해하기가 편할 거 같습니다.

8
00:01:00,636 --> 00:01:08,065
우리 화학 반응이라고 하는 거는 원자들이 결합을 끊고, 또
새롭게 결합을 만들고 하는 그런 과정을 의미를 하죠.

9
00:01:08,105 --> 00:01:15,651
자, 그런데 원자들이 결합을 끊으려면 가만히 있으면
될까요? 뭔가 충격이 주어지고 에너지가 주어져야만

10
00:01:15,665 --> 00:01:23,689
그 결합이 끊어지고 또 새로운 결합이 만들어지고 할
수가 있겠죠. 그래서 모든 화학 반응에서는 그 물질들이

11
00:01:23,710 --> 00:01:32,605
어떻게 해서든 서로 부딪치고, 부딪치면서 원자들을 또
옮기고 하는 과정이 필요합니다. 그래서 우리는 오늘

12
00:01:32,635 --> 00:01:42,710
반응 메커니즘에 대해서 얘기를 할 텐데 그중에서도
제일 먼저 충돌에 대해서 먼저 좀 얘기를 할게요.

13
00:01:42,737 --> 00:01:51,323
일단 우리 충돌이 일어난다고 모두 다 반응이 일어나는
건 아니에요. 왜냐하면 방금 얘기했듯이 반응이

14
00:01:51,351 --> 00:01:58,419
일어난다는 거는 결합이 만들어지고 끊기는 거를 의미를
하죠. 그런데 그냥 입자들이 와서 콩 이렇게 살짝만

15
00:01:58,452 --> 00:02:05,186
부딪친다고 결합이 끊기겠어요? 정말 꽝꽝 부딪쳐야
그 결합들이 좀 끊기기도 하고 새로운 결합이

16
00:02:05,235 --> 00:02:12,448
만들어질 수도 있겠죠. 그래서 반응이 일어날 수
있는 충돌을 우리가 유효 충돌이라고 얘기를 합니다.

17
00:02:12,462 --> 00:02:25,988
그래서 반응으로 연결되는 어떤 충돌의 형태를 유효
충돌이라고 얘기하는데 그러면 어떤 충돌들이 반응으로

18
00:02:26,015 --> 00:02:37,943
연결될 수가 있느냐 그 조건이 중요하겠죠. 그 조건은
방금 얘기한 2가지가 있습니다. 하나는 충돌 방향이고요.

19
00:02:37,976 --> 00:02:48,689
또 하나는 이제 충돌 속도라고도 얘기할 수 있고 아니면
에너지라고도 얘기할 수가 있을 거 같아요. 자, 우리

20
00:02:48,716 --> 00:02:58,554
방향이 중요한 이유는 예를 들어서 어떤 입자가 이렇게
있는데 다른 애가 접근을 할 때 이런 방향으로

21
00:02:58,578 --> 00:03:06,452
접근하는 게 가능하고요. 아니면 이런 방향으로 접근하는
게 가능할 텐데 여러 가지 방향에서 접근을 해서

22
00:03:06,485 --> 00:03:13,027
충돌을 할 수가 있겠죠. 그런데 그 충돌하는 방향에
따라서 결합이 끊길 수도 있고, 안 끊길 수도 있어요.

23
00:03:13,048 --> 00:03:20,134
그런데 문제는 뭐냐면 이 충돌 방향 같은 경우에는 너무
다양한 방향이 존재를 하고 우리가 분자를 핀셋으로

24
00:03:20,164 --> 00:03:26,562
집어서 야, 저쪽으로 한번 가서 충돌을 해봐. 이렇게
분자한테 시킬 수는 없겠죠. 그래서 충돌 방향 같은

25

00:03:26,574 --> 00:03:34,034
경우에는 정말 중요한 요소 중의 하나지만 랜덤하게
분자가 운동하기 때문에 우리가 컨트롤할 수는 없는

26
00:03:34,060 --> 00:03:41,496
그런 요소라고 생각을 하시면 될 거 같아요. 그래서
충돌 방향은 유효 충돌을 결정을 짓기는 하지만

27
00:03:41,530 --> 00:03:51,623
우리가 제어할 수가 없다라는 거 하나 기억을 해주시면 될
거 같아요. 대신 우리는 뭐를 좀 조정할 수가 있냐면

28
00:03:51,650 --> 00:04:01,024
충돌 속도 즉, 충돌과 관련된 에너지적인 요소를 좀
바꿔줄 수는 있을 거 같아요. 그래서 얘 같은 경우에는

29
00:04:01,045 --> 00:04:11,176
제어가 가능한 부분이다. 자, 그렇다면 이렇게 에너지가
중요하다라고 얘기를 했는데요. 한번 그 커트라인이

30
00:04:11,203 --> 00:04:18,430
어느 에너지를 가지는데 한번 얘기를 해볼 수가 있을 거
같아요. 방금 에너지가 클수록 이제 반응이 잘 일어날 수

31
00:04:18,450 --> 00:04:24,482
있다라고 얘기를 했죠. 그런데 그냥 클수록 잘
일어난다가 아니라 어떤 선을 넘어가면 반응이

32
00:04:24,516 --> 00:04:33,069
일어날 수 있고, 어떤 선 이하에 있다면 반응이 일어날
수 없는 그런 기준점이 존재하는데 그 에너지를 우리가

33
00:04:33,083 --> 00:04:42,603
활성화 에너지라고 얘기를 합니다. 활성화 에너지는
우리가 activation energy라고 해서 Ea라고도 많이

34
00:04:42,636 --> 00:05:01,173
표시를 하는데요. 얘는 반응이 일어나기 위해서 필요한
최소 에너지를 활성화 에너지라고 얘기를 해요.

35
00:05:01,225 --> 00:05:11,195
자, 우리가 반응이 일어날 때의 에너지 변화를
한번 그래프로 그려볼 수가 있을 거 같은데요.

36
00:05:11,219 --> 00:05:22,152
일반적으로 우리가 그래프를 그린다면 이런 식으로
많이 표현을 하게 됩니다. 물론 뭐 높이가 반응물이

37
00:05:22,185 --> 00:05:30,647

더 낮을 수도 있고, 그런 좀 차이는 존재하지만
반응물과 생성물이 이렇게 에너지가 다를 수가 있겠죠.

38
00:05:30,661 --> 00:05:37,839
항상 생성물이 낮은 거는 아니에요. 자, 이런 반응
같은 경우에 반응물이 생성물로 갈 때 더 안정해져야

39
00:05:37,867 --> 00:05:46,198
될 거 같은데 중간에 더 높은 에너지를 이렇게 거치는
에너지 경로를 보이게 돼요. 자, 여기에서 반응물이

40
00:05:46,219 --> 00:05:52,414
생성물로 가기 위해서는 어떤 결합을 끊고 새로운
결합을 만드는 그런 불안정한 상태를 한 번 거쳐야

41
00:05:52,440 --> 00:06:00,328
되는데요. 이 불안정한 상태를 우리가 뭐라고 하냐면
전이 상태라고 얘기를 합니다. 자, 그런데 아무리 이제

42
00:06:00,336 --> 00:06:06,359
마지막에 안정하더라도 그 결합이 끊기는 과정에서
불안정한 상태를 거쳐야 되니까 그 불안정한 상태로

43
00:06:06,367 --> 00:06:15,240
가기 위해 필요한 에너지가 존재를 하겠죠. 그런
반응물과 이 전이 상태 사이의 에너지 간격이 존재를

44
00:06:15,266 --> 00:06:23,897
할 텐데 이 에너지 간격을 우리가 활성화 에너지라고
얘기를 합니다. 자, 그러면 이 활성화 에너지가 크면

45
00:06:23,928 --> 00:06:32,594
당연히 반응이 일어나기가 더 힘들어지게 되겠죠.
그래서 반응이 점점 얼마나 쉽게 일어날 수 있는지를

46
00:06:32,615 --> 00:06:45,829
결정하는 척도 중의 하나인데요. 활성화 에너지가 클수록
반응속도는 일반적으로 더 느려진다라고 볼 수가

47
00:06:45,844 --> 00:06:54,783
있습니다. 그래서 우리는 활성화 에너지가 이런 충돌이
일어나게 하기 위한, 유효 충돌이 일어나게 하기 위한

48
00:06:54,804 --> 00:07:00,870
최소 에너지를 의미한다고 봐주시면 될 거 같아요.
즉, 가지고 있는 에너지가 활성화 에너지보다 크면

49
00:07:00,910 --> 00:07:06,727
이 고개를 넘어갈 수 있는 거고요. 이 가지고 있는

에너지가 이 활성화 에너지보다 작다면 이 고개를

50
00:07:06,747 --> 00:07:15,255
못 넘어가고 생성물까지 도착을 못 하게 되겠죠. 자,
이런 식으로 활성화 에너지가 어떤 충돌의 중요한

51
00:07:15,275 --> 00:07:25,386
기준점이 되는구나라고 이해를 해주시면 될 거 같아요.
자, 그러면 모든 반응들이 한 번의 충돌만으로 반응을

52
00:07:25,401 --> 00:07:32,793
끝낼까요? 그렇지는 또 않아요. 어떤 반응인지에 따라서
어떤 애들은 충돌을 한 번만 해서 반응을 끝내는

53
00:07:32,813 --> 00:07:40,571
애들이 있고 어떤 애들은 충돌을 여러 번 해서 반응이
일어나는 애들도 있어요. 우리가 이렇게 충돌 과정을

54
00:07:40,601 --> 00:07:55,577
밝혀주는 거를 보고 반응 메커니즘이라는 단어를 사용을
합니다. 반응 메커니즘은 충돌 단계를 방금 말한 것처럼

55
00:07:55,598 --> 00:08:04,056
표현하는 건데요. 충돌을 몇 번 하는지에 따라서 우리가
단계라고 표현을 해요. 그래서 우리는 일반적으로

56
00:08:04,089 --> 00:08:15,445
단일단계 반응과 여러 단계 반응 이렇게 표현을 하게
됩니다. 단일단계 반응이라고 하는 거는 우리가

57
00:08:15,472 --> 00:08:22,398
저번 시간에도 잠깐 얘기를 했었는데요. 충돌이 딱 한 번만
일어나면 되는 반응을 우리가 단일단계 반응이라고

58
00:08:22,422 --> 00:08:38,844
얘기를 해요. 그래서 얘는 충돌이 1번. 자, 그러면 예를
들어서 A랑 B가 만나서 C를 만드는데 얘가 단일단계

59
00:08:38,864 --> 00:08:47,999
반응이다라고 얘기를 해볼게요. 자, 단일단계 반응의
가장 중요한 특징은 뭐냐면 충돌이 1번밖에 없기 때문에

60
00:08:48,020 --> 00:09:05,356
이 앞에 있는 계수가 반응 차수랑 똑같아진다라는 게
정말 중요한 특징인데요. 반응 계수가 반응 차수랑

61
00:09:05,386 --> 00:09:14,490
똑같은 걸 이용해서 방금 쓴 화학 반응식의 반응
속도식을 한번 써보도록 하겠습니다. 얘 같은 경우에는

62
00:09:14,517 --> 00:09:24,297
반응 속도식이 k를 이제 상수를 먼저 하나 써주고요.
A의 계수가 1이니까 A에 대해서 1차, 그리고

63
00:09:24,317 --> 00:09:31,408
B에 대해서도 계수가 1이니까 B에 대해서도 1차,
그러면 총 2차가 되는 걸 볼 수가 있을 거예요.

64
00:09:31,425 --> 00:09:40,983
그렇다면 한번 이렇게 써볼까요? A가 2개 반응을 해서
이번에는 D라는 애를 만든다고 화학 반응식을 한번

65
00:09:41,016 --> 00:09:51,655
써보도록 하겠습니다. 자, 우리 얘 같은 경우에는 A의
계수가 지금 2인 게 보이죠. 그러면 v를 했을 때

66
00:09:51,701 --> 00:09:58,797
A의 농도에 대해서 2차가 된다라고 봐주시면 됩니다.
사실 조금 얘를 풀어쓰면 어떻게 볼 수도 있냐면

67
00:09:58,821 --> 00:10:06,005
얘를 A+A 이렇게 나눠서 쓸 수도 있잖아요. 그러면
우리 A에 대해서 1차, 옆에 있는 A에 대해서도 1차

68
00:10:06,061 --> 00:10:13,338
이렇게 봐서 두 번 곱해지게 돼서 얘가 2차가
되는구나라고 이해를 해주시면 될 거 같습니다.

69
00:10:13,364 --> 00:10:19,842
자, 이렇게 단일단계 반응만 있다면 우리가 반응속도를
공부하는 게 훨씬 쉬울 텐데 문제는 여러 단계 반응이

70
00:10:19,872 --> 00:10:26,332
있어요. 즉, 여러 번의 충돌을 거쳐서 반응이 종결되는
반응입니다. 여러 단계 반응은 어떤 게 있는지

71
00:10:26,359 --> 00:10:45,449
한번 볼게요. 여러 단계 반응 같은 경우에는 교재에
있는 예시를 가지고 한번 보도록 할게요. A랑 B랑

72
00:10:45,469 --> 00:10:57,125
만나서 C랑 X를 만드는 첫 번째 단계가 있을 수 있어요.
그래서 얘는 1단계. 자, 그리고 두 번째 단계로

73
00:10:57,168 --> 00:11:06,231
A랑 X랑 충돌을 해서 D를 만드는 이런 예시를 지금
주었습니다. 얘는 이제 2단계라고 한번 해볼게요.

74
00:11:06,249 --> 00:11:12,809
여기에서 단계라고 하는 거는 선생님이 방금 충돌을
의미한다고 했죠. 그러면 얘는 2번의 충돌로 전체 반응이

75
00:11:12,833 --> 00:11:21,699
생성이 되는데 전체 반응이 어떻게 식으로
만들어지는지를 한번 확인을 해보니까 지금 X가 이렇게

76
00:11:21,726 --> 00:11:28,870
나타났다가 다시 사라지는 걸 볼 수가 있어요. 자, 얘
같은 경우에는 우리 나타났다 없어지는 애기 때문에

77
00:11:28,891 --> 00:11:36,992
중간 생성물이라는 단어로 표현을 합니다. 자, 중간
생성물은 나왔다가 없어지기 때문에 전체 반응식에는

78
00:11:37,009 --> 00:11:45,329
등장을 하지 않겠죠. 전체 반응식을 썼을 때 A가 2개
반응을 하고 B가 하나 반응을 해서 C 하나, D 하나

79
00:11:45,350 --> 00:11:55,334
만드는 이런 전체 반응이 일어날 거다라는 거 예측할
수 있으시죠. 자, 그런데 우리는 이 전체 반응의

80
00:11:55,374 --> 00:12:02,476
반응 속도식을 궁금해할 수가 있겠죠. 얘가 어떻게
써지는지 한번 보도록 할게요. 자, 일단 우리를 1단계,

81
00:12:02,512 --> 00:12:10,990
2단계 하나씩만 봤을 때는 얘네들은 각각 단일단계에
속해요. 그래서 우리 1단계 반응만 따로 쓸 수가 있겠죠.

82
00:12:11,020 --> 00:12:18,464
얘는 A에 대해서 1차 우리 k_1 이라고 쓸게요. 그리고
B에 대해서 1차라고 사용을 할 수가 있습니다.

83
00:12:18,498 --> 00:12:27,185
자, 그러면 두 번째 단계 같은 경우에도 우리 k_2 라고
상수 써주시고요. A에 대해서 1차, X에 대해서 1차라고

84
00:12:27,193 --> 00:12:36,429
쓸 수가 있겠네요. 자, 그런데 우리 이번에는 이렇게
1단계랑 2단계가 있을 때는 일반적으로 두 단계의

85
00:12:36,478 --> 00:12:45,223
차이가 나는 경우가 많아요. 그래서 1단계랑 2단계
중에서 1단계가 좀 많이 느리고, 2단계가 많이 빠른

86

00:12:45,250 --> 00:12:53,526
이런 단계라고 한번 생각을 해볼게요. 자, 그런 경우에
전체의 속도식은 어떻게 이 v_1 , v_2 랑 연관이 있을지

87
00:12:53,560 --> 00:13:02,896
한번 봐야 될 텐데요. 선생님이 한번 예를 들어 볼게요.
선생님이 옆에 있는 친구랑 곰돌이 인형의 눈 붙이고

88
00:13:02,919 --> 00:13:10,216
코 붙이는 그런 알바를 좀 하려고 해요. 그래서
곰돌이 인형을 1000개를 눈 붙이고 코 붙일 건데

89
00:13:10,230 --> 00:13:16,580
분담을 해서 선생님이 눈을 붙이고, 옆에 있는 친구가
코를 붙일 거예요. 자, 그런데 눈을 붙이는 데는

90
00:13:16,607 --> 00:13:24,643
5분이 걸리고, 코를 붙이는 데는 5초가 걸려요. 그러면
곰돌이 하나를 만드는데 걸리는 평균 시간은 얼마가

91
00:13:24,670 --> 00:13:33,028
될까요? 하나 만드는데 5분, 그 옆에서 이제 코 붙이는데
5초, 그러면 얼핏 생각해보면 곰돌이를 하나 만드는데

92
00:13:33,045 --> 00:13:38,518
5분 5초가 걸리는 거 아닌가? 이렇게 생각을 할
수가 있죠. 그런데 선생님이 하나만 만드는 게 아니라

93
00:13:38,564 --> 00:13:45,035
1000개를 만들잖아요. 그러면 옆의 친구가 코 붙이는
동안 선생님은 또 5초 동안 눈을 붙이고 있겠죠.

94
00:13:45,053 --> 00:13:53,696
그러면 컨베이어 벨트처럼 곰돌이를 계속 만들다 보면
곰돌이 하나 만드는데 걸리는 시간은 사실 하나당

95
00:13:53,717 --> 00:14:01,918
5분밖에 안 걸릴 거예요. 왜냐하면 5초가 겹치기
때문에 전체 제일 느린 단계가 전체 반응의 속도랑

96
00:14:01,938 --> 00:14:10,363
똑같아지는 거죠. 해서 우리가 이런 식으로 1단계랑
2단계를 나눴을 때 하나가 굉장히 속도가 느리게 된다면

97
00:14:10,390 --> 00:14:18,518
이 느린 단계가 전체 반응의 속도랑 똑같아지는 그런
현상이 나타나게 됩니다. 그래서 이런 느린 단계를

98
00:14:18,533 --> 00:14:27,679

뭐라고 할 거냐면 속도 결정 단계라고 얘기를 할
거예요. 자, 그렇다면 이 속도를 결정한다는 뜻이 그냥

99
00:14:27,709 --> 00:14:33,397
영향을 많이 미친다 이런 게 아니라 그냥 이
속도가 전체 반응속도와 똑같다고 보시면 됩니다.

100
00:14:33,411 --> 00:14:42,511
그래서 전체 반응속도 v는 v_1 이랑 그냥 똑같아지고요.
얘는 그냥 k_1 A에 대해서 1차, B에 대해 1차라고

101
00:14:42,529 --> 00:14:49,240
반응속도식을 쓸 수가 있는 거죠. 자, 그러면 우리는
한번 계수랑 비교해볼 수가 있는데 앞에 보니까

102
00:14:49,273 --> 00:14:57,455
A의 계수는 2고요. B의 계수는 1이죠. 그런데 지금 전체
반응속도를 봤을 때는 얘는 1차 반응이랑, 1차 단계랑

103
00:14:57,494 --> 00:15:08,814
똑같은 반응속도식을 가지기 때문에 A에 대해 1차, B에
대해 1차가 나와요. 그러면 이 경우에는 얘의 차수가

104
00:15:08,841 --> 00:15:17,687
전체 반응의 계수랑은 다를 수밖에 없는 그런 결과가
주어지겠네요. 그래서 선생님이 반응 차수는 저번 시간에

105
00:15:17,708 --> 00:15:23,554
계수만으로 알 수 없다라는 걸 굉장히 강조를 많이
했었는데요. 그 이유는 대부분의 화학 반응들이

106
00:15:23,584 --> 00:15:28,693
이런 식으로 여러 단계를 거쳐서 일어나기 때문에
그렇습니다. 우리가 단일단계 반응이다라는 정보가

107
00:15:28,714 --> 00:15:34,248
주어져 있다면 계수를 그대로 이렇게 사용을 하시면
되지만 여러 단계 반응은 우리가 메커니즘을 이렇게

108
00:15:34,278 --> 00:15:40,108
다 알지 않는 이상 계수를 알 수가 없고, 메커니즘을
모르면 뭐로 판단을 해야 될까요? 저번 시간에

109
00:15:40,129 --> 00:15:46,716
우리 연습했던 것처럼 실험적인 데이터를 가지고 반응
차수를 결정을 할 수밖에 없겠죠. 자, 우리가

110
00:15:46,730 --> 00:15:54,179
이런 식으로 이제 반응 메커니즘을 했는데 만약에 여러

단계 반응일 경우에 방금 얘기했던 활성화 에너지

111
00:15:54,206 --> 00:16:02,845
그래프를 그릴 수도 있을 거 같아요. 위에다가 조그맣게
그려본다면 여기에서 충돌을 2번하면 각각의 충돌마다

112
00:16:02,872 --> 00:16:09,560
활성화 에너지가 존재를 하겠죠. 그런데 우리 느리다라고
표현을 했기 때문에 느린 애들은 일반적으로

113
00:16:09,593 --> 00:16:17,031
활성화 에너지가 더 크다 그랬었죠. 그래서 이
밑에 있는 애를 그래프로 그린다면 첫 번째 충돌은

114
00:16:17,064 --> 00:16:25,031
활성화 에너지가 많이 필요하고 두 번째 충돌은 활성화
에너지가 조금 필요한 이런 그래프를 그릴 거야라고

115
00:16:25,090 --> 00:16:31,474
우리가 메커니즘이랑 연결 지어서 그래프를 이해할
수도 있을 거 같아요. 그러면 전체 활성화 에너지는

116
00:16:31,500 --> 00:16:41,262
뭐랑 똑같을까요? 전체 활성화 에너지는 첫 번째 단계의
활성화 에너지랑 똑같게 된다라고 봐주시면 되겠죠.

117
00:16:41,289 --> 00:16:48,536
자, 그러면 우리는 반응 메커니즘이 아, 이런 식으로
표현되는구나라는 걸 이해를 했는데 그러면 우리

118
00:16:48,579 --> 00:16:55,564
이 메커니즘을 토대로 반응속도가 어떻게 결정이 되는지,
어떤 요인에 의해서 영향을 받는지 한번 정리를

119
00:16:55,616 --> 00:17:09,588
해보도록 하겠습니다. 그래서 뒤에 있는 모든 내용이
반응속도에 영향을 줄 수 있는, 바꿀 수 있는

120
00:17:09,622 --> 00:17:17,164
요인들을 정리해놓은 건데 사실 다 뭐랑 관련이 있냐면
우리가 방금 얘기했던 충돌이랑 굉장히 관련이 많아요.

121
00:17:17,200 --> 00:17:25,938
일단 첫 번째로 뭐가 나오냐면 농도 얘기가 나오게
됩니다. 농도는 우리 한 부피 안에 얼마나 많은 입자가

122
00:17:25,974 --> 00:17:32,602
들어 있는지를 의미하는 거죠. 사실 얼핏 생각해보면
농도가 어떻게 유효 충돌에 영향을 주지? 라는 궁금함이

123
00:17:32,620 --> 00:17:38,585
있을 수도 있는데요. 사실 농도가 높아진다고 유효
충돌을 더 많이 하는 건 아니고요. 농도가 많아지면

124
00:17:38,612 --> 00:17:45,318
그냥 충돌을 많이 합니다. 그러면 충돌이 많아지니까
당연히 유효 충돌의 비율은 일정하니까 유효 충돌

125
00:17:45,351 --> 00:17:54,157
횟수도 따라서 늘어날 수밖에 없는 거죠. 그래서 농도
같은 경우에는 기본적으로 충돌 횟수 자체를 그냥

126
00:17:54,185 --> 00:18:01,679
늘려주는 역할을 한다라고 봐주시면 될 거 같아요.
자, 그러면 충돌 횟수가 많아지니까 그냥 속도가

127
00:18:01,715 --> 00:18:09,559
더 빨라지게 된다라고 봐주시면 되겠죠. 그래서
농도 같은 경우에는 어떻게 관계식을 볼 수 있냐면

128
00:18:09,589 --> 00:18:18,026
저번 시간에 얘기했던 반응속도식을 통해서 자, 한번
복습 좀 할게요. 반응속도식 같은 경우에는 우리가

129
00:18:18,054 --> 00:18:25,392
v=k[A] 이런 식으로 방금 썼던 거 기억나시죠?
반응속도식이 농도가 어떻게 속도에 영향을 주는지를

130
00:18:25,429 --> 00:18:31,615
우리한테 알려주는 식이었기 때문에 농도와의 관계를
이 속도식만 보면 잘 파악을 할 수가 있습니다.

131
00:18:31,654 --> 00:18:38,399
자, 그런데 우리 농도라는 표현을 아무 때나 쓸 수는
없죠. 어떤 상태에만 쓰냐면 기체나 용액에 대해서만

132
00:18:38,416 --> 00:18:45,140
이제 농도라는 단어를 쓰고요. 우리 고체의 농도,
또는 액체의 농도라는 말을 잘 사용하지 않아요.

133
00:18:45,180 --> 00:18:57,998
그래서 고체나 액체 같은 경우에는 농도가 거의 고정된
값을 가지기 때문에 얘네들은 표면적의 영향을

134
00:18:58,022 --> 00:19:06,963
더 많이 받게 됩니다. 그래서 표면적이 커지게 되면
같은 효과를 나타내게 되는데 물론 이제 농도와 표면적은

135
00:19:06,986 --> 00:19:14,964
다르지만 결과적으로 충돌 횟수를 늘려준다라는
측면에서는 표면적이 같은 역할을 한다라고 봐주시면

136
00:19:15,007 --> 00:19:22,731
되고요. 그리고 기체도 농도라는 개념을 사용해도 상관은
없지만 우리가 기체의 경우에는 다른 표현을 사용을

137
00:19:22,765 --> 00:19:30,975
할 수도 있죠. 그래서 기체의 경우에는 우리
PV=nRT잖아요. 그런데 n/V이 커지게 되면 P가 따라서

138
00:19:30,995 --> 00:19:40,958
커지기 때문에 압력이 높아진다라고 이해를 해주셔도
괜찮을 거 같습니다. 자, 이런 식으로 우리가 농도를

139
00:19:40,979 --> 00:19:49,168
높여준다라는 게 결국에는 충돌을 많이 해줄 수 있게
해주기 때문에 더 반응속도를 빠르게 만들어준다.

140
00:19:49,211 --> 00:19:56,555
이렇게 이해를 해주시면 될 거 같습니다. 자, 두 번째
요인으로 한번 가볼게요. 두 번째 요인은 뭐냐면 바로

141
00:19:56,594 --> 00:20:09,659
온도인데요. 온도는 우리가 조금 전에 얘기했던 에너지랑
관련이 있어요. 온도가 높아지게 되면 분자들의

142
00:20:09,702 --> 00:20:16,833
운동에너지가 더 높아져요. 즉, 활발하게 움직이게
되는 거죠. 얘네들이 더 활발하게 막 움직이게 되니까

143
00:20:16,856 --> 00:20:22,939
충돌 횟수가 어떻게 될까요? 당연히 올라갈 수밖에
없겠죠. 충돌 횟수만 올라가는 게 아니라 뭐까지

144
00:20:22,973 --> 00:20:31,491
올라가게 되냐면 충돌을 할 때 그 세기가 올라가게
돼요. 자, 그래서 어떤 효과를 가지고 오게 되냐면

145
00:20:31,492 --> 00:20:38,248
활성화 에너지를 통과하는 숫자가 많아지는 효과를
가지고 오게 됩니다. 자, 우리 기체에서 한번쯤

146
00:20:38,276 --> 00:20:50,308
여러분들이 보셨을 그래프인데요. 분자의 어떤 에너지에
따른 분자수 분포 그래프를 우리가 본 적이 있어요.

147

00:20:50,332 --> 00:20:59,712
그려본다면 이런 식으로 그릴 수가 있겠네요. 우리
T_1 에서 이런 분자 분포 그래프를 그리게 된다면

148
00:20:59,771 --> 00:21:12,380
더 고온 같은 경우에는 이런 식으로 더 에너지가 좀 더
오른쪽으로 이동된, 분포된 그래프를 볼 수가 있어요.

149
00:21:12,401 --> 00:21:19,849
그래서 T_1 이 T_2 보다 상대적으로 이제 저온에 해당을
하겠죠. 우리가 온도를 이렇게 바꾸게 되었을 때

150
00:21:19,869 --> 00:21:28,930
분포 곡선이 좀 변화가 있는데요. 우리가 활성화
에너지를 여기라고 한번 생각을 해볼게요. 그래서

151
00:21:28,957 --> 00:21:36,588
온도가 바뀔 때 활성화 에너지보다 큰 에너지를
가지는, 우리 활성화 에너지보다 에너지가 작으면 아예

152
00:21:36,621 --> 00:21:42,900
유효 충돌이 불가능한 분자들이잖아요. 그런데 활성화
에너지보다 더 오른쪽에 있는, 더 에너지가 큰 애들만

153
00:21:42,933 --> 00:21:52,782
유효 충돌에 참여를 할 수가 있어요. 그런데 저온일
때는 이만큼만 반응에 참여를 할 수가 있었는데

154
00:21:52,783 --> 00:22:00,725
온도를 올리고 나니까 이만큼이 반응에 참여를 할
수가 있게 된 거죠. 그렇다면 분자 운동에너지가

155
00:22:00,741 --> 00:22:10,138
활발해지면서 활성화 에너지보다 더 높은 에너지를 가지는
분자수가 커지게 됩니다. 그래서 활성화 에너지

156
00:22:10,162 --> 00:22:18,553
이상의 분자가 많아지게 돼요. 그러면 무슨 충돌이
증가하게 되냐면 당연히 유효 충돌이 증가할 수밖에

157
00:22:18,581 --> 00:22:29,077
없겠죠. 그래서 유효 충돌이 커지게 되면서 반응속도가
더 증가하게 되는 이런 변화를 가지고 오게 됩니다.

158
00:22:29,122 --> 00:22:35,742
그래서 이 온도에 대해서는 거의 모든 반응에 다 적용을
할 수가 있을 거 같은데요. 모든 반응은 온도가

159
00:22:35,759 --> 00:22:43,769

높을수록 반응속도가 커진다라고 봐주시면 되고 온도
같은 경우에는 특히 주의하셔야 될 게 뭐를 바꾸냐면

160
00:22:43,797 --> 00:22:56,133
k 자체를 바꾸는 즉, 우리 반응속도 상수 기억나시죠?
그래서 k가 커진다라는 특징을 기억을 해주시면

161
00:22:56,160 --> 00:23:03,293
되겠습니다. 자, 그러면 우리 세 번째 요소로
한번 넘어가 볼게요. 세 번째 같은 경우에는 이제

162
00:23:03,326 --> 00:23:12,978
촉매에 대해서 얘기를 할 텐데요. 촉매 같은 경우에는
일단 정의를 여러분들이 정확히 아셨으면 좋겠어요.

163
00:23:13,015 --> 00:23:24,662
촉매는 반응에 참여는 하지 않지만, 반응에
참여한다기보다는 반응으로 소모되지는 않는다라는 게

164
00:23:24,683 --> 00:23:42,817
더 정확하겠네요. 반응으로 소모되지 않으나 반응속도를
변화해주는 애들을 우리가 촉매라고 얘기를 해요.

165
00:23:42,862 --> 00:23:52,003
자, 그러면 도대체 이 촉매가 어떻게 바꾸느냐라는 걸
메커니즘을 통해서 좀 이해를 할 수가 있는데요.

166
00:23:52,018 --> 00:24:06,663
거기에 있는 예시를 한번 볼게요. 교재에 있는 예시 같은
경우에 지금 A+B가 1단계, 2단계로 좀 나눠서 쓸게요.

167
00:24:06,696 --> 00:24:23,532
원래는 1단계가 A+B가 만나서 C랑 X를 만들고요.
2단계는 A랑 X가 만나서 D를 만드는, 아까 우리가 봤던

168
00:24:23,559 --> 00:24:32,197
그 반응으로 지금 써져 있어요. 얘가 아까 느리고, 얘가
빠르다라고 해서 전체 반응식을 썼던 거 기억나시죠.

169
00:24:32,227 --> 00:24:44,961
자, 그래서 촉매를 지금 사용을 하지 않은 상태인데요.
촉매가 없는 이런 상태에서는 전체 반응식이

170
00:24:44,998 --> 00:24:56,738
2A+ 지금 중간 생성물인 X는 이렇게 지워줄 수가
있고요. B가 반응을 해서 C랑 D를 만드는 반응이었었고

171
00:24:56,765 --> 00:25:06,517
이때 반응속도식을 쓴다면 1단계 식이랑 똑같았어요.

이 느린 게 속도 결정 단계였기 때문이죠. 그래서

172
00:25:06,532 --> 00:25:17,179
$v=v_1 = k_1 [A][B]$라고 썼던 거 기억나실 거예요.
자, 그런데 만약에 이 반응에 촉매가 등장했다고 한번

173
00:25:17,186 --> 00:25:33,557
가정을 해볼게요. 자, 촉매가 등장을 하면 어떻게
되느냐? 이번에는 A가 Y라는 애랑 반응을 해서

174
00:25:33,578 --> 00:25:47,104
Z를 만들고요. 그리고 2단계에서는 A랑 Z가 반응을 해서
W랑 C를 만들고요. 3단계 이제 단계가 지금 더 늘어난

175
00:25:47,134 --> 00:25:58,646
것을 볼 수가 있죠. B랑 W랑 반응을 해서 D랑 Y를
만들었다라고 지금 보여지고 있습니다. 자, 그러면

176
00:25:58,679 --> 00:26:06,233
우리 여기에 새롭게 막 등장한 애들이 있는데 이게 진짜
같은 반응인지를 먼저 한번 확인을 해봐야 되겠죠.

177
00:26:06,266 --> 00:26:12,568
자, 일단 여기에서 새롭게 등장한 애들 좀 확인을
해보겠습니다. 지금 Z가 등장을 했다가 다시 없어졌죠.

178
00:26:12,602 --> 00:26:23,060
그래서 얘는 중간 생성물이 맞고요. 그리고 W라는 애도
등장을 했다가 지금 없어지는 걸 볼 수가 있습니다.

179
00:26:23,080 --> 00:26:29,590
그러면 얘네들은 다 중간 생성물로 이렇게 일단 이해를
할 수가 있어요. 그리고 여기에 누가 등장을 하냐면

180
00:26:29,617 --> 00:26:38,552
Y라는 애가 등장을 하는데 이 Y라는 애가 처음에
충돌을 해서 반응을 했는데 나중에 다시 등장을 한 걸

181
00:26:38,580 --> 00:26:46,042
볼 수가 있어요. 그러면 이 Y 같은 경우에도 전체
반응식에는 들어가지 않겠지만 얘는 중간 생성물이라고

182
00:26:46,043 --> 00:26:53,623
볼 수는 없죠. Y는 생겼다가 없어진 애가 아니라
처음 넣어주었다가 다시 나온 애예요. 이렇게 Y는

183
00:26:53,668 --> 00:27:00,379
이 단계로 넘어가는데 중요한 역할을 하는데 왜냐하면
Y가 같다면 이 메커니즘이 절대 시작이 될 수가 없기

184
00:27:00,400 --> 00:27:07,814
때문이죠. 우리 이런 애를 뭐라고 하냐면 앞으로
촉매라고 얘기를 합니다. 자, 이 촉매 Y 때문에

185
00:27:07,853 --> 00:27:14,660
이렇게 메커니즘이 아예 바뀌게 되었는데 그로
인해서 전체 반응식이 바뀌었는지 한번 볼까요?

186
00:27:14,691 --> 00:27:23,303
여기에서 이렇게 지워진 애들을 다 없애고 보니까 A
2개랑 B가 반응해서 C 하나, D 하나 만드는

187
00:27:23,324 --> 00:27:31,317
똑같은 반응인 거 우리 확인을 할 수가 있어요. 자,
그런데 여기에서 지금 속도를 비교해보니까 1단계가

188
00:27:31,353 --> 00:27:40,265
지금 가장 느리다라고 나와 있네요. 나머지 애들은
빠르고요. 그러면 이번에 Y가 등장했을 때

189
00:27:40,299 --> 00:27:52,510
이 반응속도식은 어떻게 될까요? v는 첫 번째 반응의
속도랑 똑같을 거기 때문에 이번에는 k[A][Y]가

190
00:27:52,544 --> 00:28:00,524
되겠네요. 우리 촉매를 쓰기 전에는 B에 대해서 1차,
A에 대해서 1차였는데 지금 아예 식이 바뀐 거를

191
00:28:00,550 --> 00:28:08,381
볼 수 있겠죠. 당연히 속도 상수도 달라지게 될 거고요.
자, 그렇다면 촉매 때문에 아예 뭐가 바뀐 거냐면

192
00:28:08,408 --> 00:28:13,797
반응의 메커니즘이 바뀌었다라고 이해를 할 수가
있고 그로 인해서 반응속도식이 바뀌고 속도 상수도

193
00:28:13,821 --> 00:28:21,825
바뀔 수 있다라고 이해를 해주시면 될 거 같습니다.
자, 이런 식으로 촉매는 반응에 소모되지 않아요.

194
00:28:21,861 --> 00:28:28,981
소모되지 않는다는 뜻은 들어가도 다시 똑같은 형태로
나와야 된다는 거죠. 만약에 얘가 소모된다면

195
00:28:29,005 --> 00:28:35,074
화학 반응식 자체가 바뀌는 거기 때문에 같은
반응이라고 볼 수가 없게 돼요. 그래서 반응속도를

196
00:28:35,101 --> 00:28:46,143
변화시키지만 중요한 거는 반응식은 변하지 않습니다.
같은 반응인데 속도만 바꿔주는 그런 애라고

197
00:28:46,177 --> 00:28:59,056
이해를 해주시면 될 거 같고, 여기에서 이제 촉매 같은
경우에 우리가 정촉매, 그리고 부촉매 이렇게 2가지로

198
00:28:59,099 --> 00:29:07,503
역할을 나누게 돼요. 정촉매는 들어가서 속도를
더 증가시켜주는 애를 정촉매라고 얘기를 하고,

199
00:29:07,530 --> 00:29:14,871
부촉매 같은 경우에서는 속도를 더 늦춰주는 애를
부촉매라고 얘기를 합니다. 그래서 역할에 따라서

200
00:29:14,892 --> 00:29:22,512
이름 구분을 해주시면 될 거 같고, 그리고 조금 특이한
촉매가 있어요. 어떤 촉매냐면 우리가 효소라고 하는

201
00:29:22,545 --> 00:29:31,074
애입니다. 교재에서는 조금 분리가 되어 있는데 효소를
그냥 촉매의 한 종류로 이해를 해주시면 될 거 같아요.

202
00:29:31,126 --> 00:29:41,300
어떤 촉매냐면 생체 내에서 작용하는 촉매를 의미를
합니다. 그래서 생체 내에서 여러 가지 화학 반응을

203
00:29:41,324 --> 00:29:46,787
하게 되는데 그 화학 반응을 더 빠르게 또는
느리게 도와주는 애를 촉매라고 얘기를 해요.

204
00:29:46,807 --> 00:29:52,345
우리 몸에서 소화 반응도 일어나야 되고, 호흡 반응도
일어나야 되고 정말 많은 화학 반응이 일어나기 때문에

205
00:29:52,385 --> 00:30:01,216
효소의 종류도 그만큼 되게 많은데요. 그 효소는 뭐로
이루어져 있냐면 일반적으로 단백질로 구성이 되어 있는

206
00:30:01,255 --> 00:30:09,443
경우가 많습니다. 그래서 이 단백질로 구성이 되어
있기 때문에 나타나는 좀 중요한 특성들이 많은데

207
00:30:09,464 --> 00:30:14,775
사실 효소의 특징은 여러분들이 생물 시간에 더
자세하게 배웠을 거예요. 그래도 간단하게만 보고

208

00:30:14,809 --> 00:30:24,545
갈게요. 효소 같은 경우에는 단백질이 이제 좀 되게
민감한 애예요. 그래서 pH의 변화에 민감하고요.

209
00:30:24,578 --> 00:30:35,246
그리고 온도 변화에도 민감합니다. 그래서 조금만
pH가 변하거나 주변 환경이 변했을 때 효소가 금방

210
00:30:35,273 --> 00:30:41,065
비활성화되어 버려서 더 이상 못 쓰게 되는 경우가
많아요. 그래서 우리가 이제 열이 오랫동안 나면

211
00:30:41,073 --> 00:30:48,853
위험하다라고 하는 이유가 우리 몸이 원래 36.5°에
맞춰져 있는데 한 40°로 며칠 동안 이렇게 지내게 되면

212
00:30:48,893 --> 00:30:54,414
우리 몸 안에 있는 효소가 되게 많이 파괴돼버리기 때문에
우리 몸에서 화학 반응이 잘 일어날 수가 없겠죠.

213
00:30:54,448 --> 00:31:00,988
그래서 아, 이런 온도 변화에 민감하구나라는 거 하나
기억을 해두시고, 그리고 기질특이성이라는 단어가

214
00:31:01,014 --> 00:31:08,317
가끔 나올 수가 있어요. 효소는 우리 몸에 정말 이제
많은 종류의 화학 반응 물질이 존재를 하잖아요.

215
00:31:08,370 --> 00:31:13,649
그런데 얘가 아무 데나 가서 반응을 도와주고
다니면 우리 몸이 엉망진창이 돼버리겠죠.

216
00:31:13,685 --> 00:31:21,833
그래서 효소 하나당 도와줄 수 있는 반응이 되게 제한이
되어 있어요. 그래서 마치 레고 블록처럼 이렇게 딱 맞는

217
00:31:21,854 --> 00:31:31,449
어떤 퍼즐 조각처럼 딱 맞는 곳에만 끼워져서 반응을
도와줄 수가 있게 됩니다. 그래서 기질이 어떤

218
00:31:31,470 --> 00:31:38,347
도와주는 물질이 정해져있다라는 특징으로 기억을
해주시면 될 거 같아요. 우리 여기까지 해서

219
00:31:38,368 --> 00:31:45,799
이제 반응속도가 왜 이렇게 속도식으로 나타나고 어떤
영향을 받는지 한번 정리를 해봤는데요. 그러면

220
00:31:45,826 --> 00:31:52,782

이게 어떻게 문제로 적용될 수 있는지 또 같이
풀어보도록 할게요. 우리 그러면 반응속도랑 관련된

221
00:31:52,790 --> 00:31:59,725
이제 수능 기출 문제인데요. 여기에서 굉장히 많은
데이터들이 주어져 있어요. 어떻게 접근하면 될지

222
00:31:59,751 --> 00:32:07,116
한번 보도록 할게요. 일단 얘는 기체 A로부터 기체 B가
생성된다. 이렇게 반응식이 먼저 하나 주어져 있고요.

223
00:32:07,137 --> 00:32:15,108
화학 반응식이랑 반응 속도식까지 주어져 있네요. 얘는
이제 A의 농도에 영향을 받는데 잘 보면 반응 차수가

224
00:32:15,129 --> 00:32:22,857
m으로 주어져 있고, m은 0 또는 1에 해당된다라고
지금 주어져 있어요. 그러면 우리가 m이 이제 뭔지

225
00:32:22,887 --> 00:32:29,195
알아내야 되는 미션이 하나 주어져 있고, 이 밑으로
가볼게요. 표랑 그래프가 있는데 표 같은 경우에는

226
00:32:29,225 --> 00:32:36,798
4개의 강철 용기에 실험 Ⅰ부터 Ⅳ까지를 분리를 해서
온도를 좀 다르게 하거나 초기 농도를 다르게 하거나,

227
00:32:36,819 --> 00:32:43,755
아니면 촉매를 다르게 해서 조건을 다르게 한 실험
조건이 주어져 있고요. 그리고 오른쪽 그래프 같은

228
00:32:43,785 --> 00:32:51,732
경우에는 각각의 실험에서 반응 시간에 따라서 A의
농도를 그래프로 나타낸 것이라고 되어 있네요.

229
00:32:51,798 --> 00:32:58,524
자, 그런데 우리는 이 그래프를 딱 보자마자 m이 뭔지
알아낼 수 있어야 되는데요. 만약에 m이 0차였다면

230
00:32:58,550 --> 00:33:07,512
이 부분이 이제 다 사라지게 되는 거죠. 0차라면 얘는
v=k가 되기 때문에 시간이 지나도 반응속도가 변하면

231
00:33:07,514 --> 00:33:15,393
안 돼요. 얘가 상수이기 때문에, 그런데 지금 잘
보면 이게 곡선을 그리고 있기 때문에 시간이 지날수록

232
00:33:15,422 --> 00:33:23,306
점점 속도가 느려지고 있다라는 걸 우리한테 알려주고

있는 거거든요. 그래서 이 0은 절대 될 수가 없고요.

233
00:33:23,320 --> 00:33:30,792
얘 같은 경우에는 직선 그래프가 나와야 된다라는 거
하나 봐주시면 되고, 그러면 아, 얘는 1차에

234
00:33:30,820 --> 00:33:36,730
해당되겠구나라고 이제 판단을 내려주시면 됩니다.
그런데 우리 항상 그렇듯이 1차 반응에서는

235
00:33:36,750 --> 00:33:46,282
뭐를 주의하셔야 되냐면 반감기가 쓰이지 않을까? 라는
의심을 항상 하셔야 돼요. 그래서 1차는 반감기가

236
00:33:46,303 --> 00:33:55,597
일정한 것을 여기에서 좀 활용을 해보도록 하겠습니다.
일단 m=1인 거를 우리가 알았고, 그러면 이 그래프로

237
00:33:55,618 --> 00:34:05,394
가서 반감기를 한번 찾아볼게요. 지금 온도가 달라지면
반감기가 달라질 수 있고, 또 촉매가 등장을 하게 되면

238
00:34:05,421 --> 00:34:12,308
촉매로 인해 반감기가 달라질 수 있죠. 그런데 적어도
여기서 누구랑 누구랑 반감기가 똑같아야 되냐면

239
00:34:12,348 --> 00:34:21,870
실험 I 이랑 III 같은 경우에는 온도도 똑같고, 지금
촉매도 똑같이 없기 때문에 얘네 둘은 반감기가

240
00:34:21,916 --> 00:34:29,086
동일해야 된다라는 것을 우리가 알고 있어요. 그러면
이 그래프에서 반감기가 똑같은 거 2개를 찾을 수가

241
00:34:29,110 --> 00:34:38,899
있겠죠. 자, 여기에서 2n이 n으로 변하는데 지금
t가 걸리는 이 그래프를 우리가 먼저 볼게요.

242
00:34:38,951 --> 00:34:50,159
그래서 이 그래프랑 그리고 n이 n/2으로 변하는데
또 t가 걸렸네요. 그러면 이 그래프 이렇게 2개를 보게 되면

243
00:34:50,180 --> 00:35:00,807
얘는 반감기가 지금 둘 다 t로 동일한 것을 볼 수가
있어요. 그러면 선생님이 지금 이 주황색으로 표시한

244
00:35:00,831 --> 00:35:10,400
2개의 그래프가 방금 얘기한 실험 I 과 III의 그래프에
해당되는데 지금 실험 I 같은 경우에는 초기 농도가

245
00:35:10,420 --> 00:35:19,092
n에 해당을 하기 때문에 얘가 우리 Ⅰ에 해당을 할
거고, 그러면 이 초기 농도가 2n에 해당되는 게 이제

246
00:35:19,119 --> 00:35:26,214
실험Ⅲ에 해당이 되겠네요. 그러면 이제 실험Ⅱ랑 Ⅳ는
쉽게 알 수가 있는데 실험Ⅱ랑 Ⅳ 같은 경우에는

247
00:35:26,248 --> 00:35:36,025
Ⅱ가 초기 농도가 n이기 때문에 여기 있는 다른 애를
이제 Ⅱ로 바로 지정을 해주시면 되고, 나머지 실험Ⅳ

248
00:35:36,071 --> 00:35:44,217
같은 경우에도 초기 농도가 2n이기 때문에 더 위에 있는
그래프를 해주시면 되겠죠. 그러면 이 실험Ⅱ랑 Ⅳ를

249
00:35:44,250 --> 00:35:53,140
한번 좀 더 해석을 해볼 텐데요. 얘는 반감기가 어떻게
됐는지 볼게요. 실험Ⅳ 같은 경우에는 지금 온도가

250
00:35:53,171 --> 00:36:02,398
T_2 에 해당하죠. 나머지는 다 T_1 인데 T_2 로 온도를
바꿨더니 반감기가 지금 더 길어진 걸 볼 수가 있어요.

251
00:36:02,443 --> 00:36:08,568
얘는 이제 실험Ⅰ이랑 Ⅲ 같은 경우에는 반감기가 t였는데
지금 t가 돼도 반으로 줄어들지를 못하고 있죠.

252
00:36:08,598 --> 00:36:15,255
그러면 반감기가 늘어났기 때문에 얘는 속도가 더
줄어들었다라는 걸 우리한테 알려주고 있는 거네요.

253
00:36:15,279 --> 00:36:22,497
자, 그러면 속도가 느려졌다라는 거는 우리에게 뭘
알려주는 거냐면 아, T_2 가 T_1 보다 더 낮은 온도에

254
00:36:22,514 --> 00:36:31,590
해당되는구나라는 거를 알려주는 단서가 될 거 같습니다.
그러면 이번에는 실험Ⅱ로 가볼게요. 실험Ⅱ 같은

255
00:36:31,617 --> 00:36:39,745
경우에도 마찬가지인데 얘 같은 경우에는 촉매를 사용을
했어요. 온도는 똑같은데 촉매 X가 지금 들어간 거죠.

256
00:36:39,779 --> 00:36:49,117
그랬더니 얘가 반감기가 지금 더 길어진 것을 볼 수가
있어요. 그러면 얘도 속도가 더 줄어들었다라는 걸

257
00:36:49,141 --> 00:36:57,936
우리한테 알려주고 있는 건데 촉매를 넣었는데 속도가
줄어들었다. 그렇다면 얘는 부촉매에 해당을 하는구나.

258
00:36:57,984 --> 00:37:06,262
이 정보를 알려주고 있는 그래프가 되겠습니다. 자,
그러면 우리는 이렇게 해서 실험 Ⅰ부터 Ⅳ까지를 한번

259
00:37:06,290 --> 00:37:13,631
분석을 했으니까 보기로 넘어가서 맞는 거 한번
골라볼게요. 일단 ㄱ. T_1 이 T_2 보다 더 크다라고

260
00:37:13,661 --> 00:37:20,955
얘기했는데 우리 실험Ⅳ 가지고 지금 비교하고 왔죠.
그래서 ㄱ 맞는 보기이고요. ㄴ. X가 부촉매인 것도

261
00:37:20,994 --> 00:37:28,436
우리 실험Ⅱ의 그래프 해석을 해서 부촉매인 거 방금
보고 왔습니다. ㄷ. 순간 반응 속도는 a가 b에서의

262
00:37:28,469 --> 00:37:36,903
2배이다라고 되어 있어요. 지금 a랑 b 같은 경우에는
실험 Ⅰ이랑 Ⅲ에 해당되는 그래프인데 실험 Ⅰ과 Ⅲ는

263
00:37:36,924 --> 00:37:47,089
온도가 똑같고 지금 촉매가 없는 모든 조건이 똑같은
그래프였었죠. 그러면 얘는 $v=k[A]^1$ 이 반응 속도식을

264
00:37:47,113 --> 00:37:55,233
따를 텐데요. 지금 A의 농도가 a가 2배인 거를
볼 수가 있어요. 얘는 n이고 얘는 n/2에 해당하죠.

265
00:37:55,266 --> 00:38:06,549
그러면 A의 농도가 2배가 되면 얘는 1차 반응이기
때문에 반응속도도 2배가 된다라고 봐주시면 되겠죠.

266
00:38:06,569 --> 00:38:14,128
그래서 ㄷ도 맞는 보기가 됩니다. 그래서 우리 ㄱ,
ㄴ, ㄷ 모두 맞는 ⑤번 정답으로 골라주도록 할게요.

267
00:38:14,155 --> 00:38:21,570
우리 여기까지 해서 반응속도와 메커니즘에 대해서
마무리를 해봤습니다. 우리 저번 시간에 배웠던 거를

268
00:38:21,591 --> 00:38:28,185
좀 쌓아올려서 이번 단원에서 잘 응용해서 푸는
문제들이 많이 나올 텐데요. 여기까지 우리 반응속도랑

269

00:38:28,196 --> 00:38:34,368
관련된 내용은 모두 마무리하고 다음 단원에서는 또
새로운 내용으로 마지막 단원 나가도록 하겠습니다.

270
00:38:34,392 --> 00:38:36,867
다음 시간에 만나요. 감사합니다.