1
00:00:11,619 --> 00:00:18,607
여러분 안녕하세요? 손혜연 선생님입니다. 우리 오늘 드디어
마지막 강의인데요. 이제 마지막 강의는 우리 전기 화학을

2
00:00:18,631 --> 00:00:26,547
마무리 짓는 그런 단원이에요. 앞에서는 화학 전지에 대해서
얘기를 해보았는데요. 오늘은 이제 거꾸로 전기 장치를

3
00:00:26,571 --> 00:00:34,407
이용해서 물질을 분해하는 과정인 전기 분해에 대해서 한번
얘기를 해보려고 합니다. 앞에 화학 전지랑 사실 관련이 있는

4
00:00:34,431 --> 00:00:42,149
듯하면서도 사실 좀 반대 반응인 것 같기도 하고 여러분들이
화학 전지랑 전기 분해를 헷갈려하는 경우가 좀 많은데요. 오늘

5
00:00:42,173 --> 00:00:49,913
잘 들으면서 그 2개 반응이 어떻게 다른지 꼭 기억을 해주시면
좋을 것 같아요. 자, 우리 그러면 전기 분해가 뭔지부터 한번

6
00:00:49,937 --> 00:01:02,709
얘기를 시작을 해봐야 되겠죠. 일단 전기 분해는 전기 에너지를
이용한 화학 반응이라고 봐주시면 될 것 같아요. 그래서 전기

7
00:01:02,733 --> 00:01:14,990
에너지를 이제 이용을 해서 평소에 잘 일어날 수 없는 반응을
일어나게 하는 과정을 전기 분해라고 얘기를 합니다. 그래서

8
00:01:15,014 --> 00:01:29,157
비자발적인 화학 반응을 일어나게 합니다. 자, 그렇다면 전기
분해 같은 경우에는 화학 전지랑 사실 좀 반대라고 얘기를

9
00:01:29,181 --> 00:01:39,698
할 수가 있는데 우리 앞에서 에너지 전환 얘기를 했었죠.
그래서 전기 분해 같은 경우에는 전기 에너지를 통해서 어떻게

10
00:01:39,722 --> 00:01:48,903
보면 화학 에너지로 전환시켜주는 과정이다라고 얘기를 할 수도
있을 것 같아요. 그래서 좀 잠깐 우리 저번 시간에 대한 비교를

11
00:01:48,927 --> 00:02:01,033
해보자면 화학 전지 같은 경우에는 자발적인 반응을 이용을
했었죠. 그래서 자발적으로 우리 그냥 금속만 연결해서

12
00:02:01,057 --> 00:02:09,858
수용액에 담가주기만 하면 전류가 막 흘렀었는데요. 그래서
화학 에너지가 그때는 전기 에너지로 바뀐다라고 볼 수가

13
00:02:09,882 --> 00:02:19,467
있었죠. 그래서 전기 분해를 이제 어떻게 하는지 몇 가지 예를
통해서 한번 볼 텐데 제일 이제 좀 쉽게 이해할 수 있는

14
00:02:19,491 --> 00:02:36,813
케이스는 어떤 용융액의 전기 분해예요. 그중에서도 우리가
친숙하게 접할 수 있는 NaCl 용융액을 먼저 보도록 하겠습니다.

15
00:02:36,837 --> 00:02:44,846
자, NaCl 수용액이랑 좀 구분을 해주셨으면 좋겠는데요. NaCl
수용액은 물에다가 NaCl을 녹인 걸 보고 우리가 수용액이라고

16
00:02:44,870 --> 00:03:00,564
얘기를 하죠. 여기에서 용융액이라고 하는 것은 뜨겁게 가열을
해서 액체 상태로 만든 것을 우리가 용융액이라고 얘기를

17
00:03:00,588 --> 00:03:08,479
합니다. 즉 여기에는 물이 전혀 존재하지 않는다라는 것을
유의를 해주시면 될 것 같아요. 자, 그래서 어떻게 전기 분해를

18
00:03:08,503 --> 00:03:21,381
하냐면 이렇게 전극을 2개 이어줄 건데 이때는 단순히 전극을
도선으로 이어주기만 하는 게 아니라 우리가 전기 에너지를

19
00:03:21,405 --> 00:03:30,015
가해주어야 되겠죠. 전기 에너지를 가하기 위해서 어떤 전압
장치를 이렇게 해줘야 돼요. 그래서 여기에 이제 충분히 강한

20
00:03:30,039 --> 00:03:47,808
전압을 걸어주게 될 거고 이 2개의 전극을 NaCl 용융액에
집어넣을 건데 당연히 여기에는 이렇게 Na^+ 이온들이 있을 거고

21
00:03:47,832 --> 00:03:56,103
Cl^- 이온들도 이렇게 돌아다니는 상태라고 볼 수가 있을 것
같아요. 즉 이제 NaCl 용융액이기 때문에 여기는 물은 하나도

22
00:03:56,127 --> 00:04:06,618
존재하지 않고 이온들만 자유롭게 돌아다니고 있는 상태라고
봐주시면 됩니다. 당연히 굉장히 온도가 높은 그런 액체가

23
00:04:06,642 --> 00:04:15,302
되겠죠. 자, 그렇다면 여기에서 전극은 뭘 써야 될까요? 사실
전극 같은 경우에는 우리는 NaCl을 분해하려고 하는 거기

24
00:04:15,326 --> 00:04:24,146
때문에 전극이 먼저 막 반응을 해버리면 굉장히 곤란해요.
그래서 반응성이 굉장히 작은 Platinum 우리 백금을 사용하기도

25

00:04:24,170 --> 00:04:31,875
하고요. 또는 아니면 탄소 전극을 사용을 하기도 합니다. 우리
흑연으로 만든 탄소 전극 같은 경우에도 반응성이 굉장히 작은

26
00:04:31,899 --> 00:04:41,892
편이에요. 그래서 전극은 반응하지 않는다라는 거 기억을
해주시면 될 것 같고요. 자, 그러면 이 상황에서 어떻게 이제

27
00:04:41,916 --> 00:04:51,460
물질의 변화가 생기는지 한번 볼게요. 자, 여기에서 우리 전압을
걸어주었기 때문에 이 전압을 통해서 전자가 강제로 움직이기

28
00:04:51,484 --> 00:04:59,934
시작을 할 거예요. 어떻게 움직이냐면 (-)극에서는 전자가
이렇게 나올 거고 (+)극으로는 전자가 이렇게 들어가게 되겠죠.

29
00:04:59,958 --> 00:05:10,197
자, 그러면 왼쪽 전극은 계속 전자를 받는 입장이기 때문에
반드시 이 전자를 받아줄 어떤 애들이 이제 필요해요. 그러면

30
00:05:10,221 --> 00:05:19,689
어떤 물질이 여기서 나오는 전자를 받아주어야 되기 때문에
당연히 환원 반응이 일어나게 되겠네요. 그래서 외부에 있는

31
00:05:19,713 --> 00:05:29,363
(-)전극이랑 이렇게 연결된 전극은 환원 반응이 일어나는 전극이
되는데 자, 그러면 여기에서 어떤 애가 환원할 수 있을지

32
00:05:29,387 --> 00:05:37,248
볼게요. 자, 여기에서 Cl^- 같은 경우에는 이미 전자를 받아서
음이온인 상태죠. 그 음이온은 애초에 (-)전극을 띠는 곳으로

33
00:05:37,272 --> 00:05:46,386
가까이 오지도 않아요. (-)쪽에서는 당연히 (+)를 끌어당기기
때문에 Na^+ 가 이쪽으로 끌려가게 되겠죠. 그러면 여기에 있는

34
00:05:46,410 --> 00:06:00,280
Na^+ 가 이렇게 가서 전자를 받는 환원 반응이 일어나게 됩니다.
자, 그렇다면 여기에 환원 반응을 한번 써보고 넘어갈게요. 환원

35
00:06:00,304 --> 00:06:11,214
반응 같은 경우에는 우리 Na^+ 여기에서 이제 액체 상태겠죠.
전자가 이제 Na^+ 에 받아서 Na 이렇게 금속이 된다라고 봐줄

36
00:06:11,238 --> 00:06:19,873
수가 있을 것 같고요. 자, 그러면 이번에는 (+)전극이랑 연결된
애를 볼게요. (+)전극이랑 연결된 이 전극에서는 계속 전자가

37
00:06:19,897 --> 00:06:27,666

빠져나와서 공급이 되어야 돼요. 그러려면 여기에서 누군가가
계속 전자를 잃어주어야 된다라고 해석을 할 수가 있겠죠.

38
00:06:27,690 --> 00:06:35,128
그러면 누군가가 계속 전자를 잃는 산화 반응이 일어나야
될 거고 그럼 누가 산화 반응을 할까요? 그렇죠. 아까

39
00:06:35,152 --> 00:06:43,803
얘기했듯이 전자를 이미 얻어서 가지고 있는 Cl^- 가 다시 전자를
잃으면서 산화 반응을 할 수가 있겠죠. 그래서 여기는 이제

40
00:06:43,827 --> 00:06:55,277
Cl^- 가 이제 이리로 가면서 산화 반응을 하게 됩니다. 산화
반응식도 한번 써볼게요. 산화 반응식 같은 경우에는 이제 Cl^- 가

41
00:06:55,301 --> 00:07:03,937
전자를 잃을 텐데 그러면 얘는 혼자 원자 상태로 존재를
할 수가 없기 때문에 우리 Cl_2 이제 기체를 만들게 되겠죠.

42
00:07:03,961 --> 00:07:12,655
그리고 이제 2개가 그럼 반응에 참여한다는 소리가 되기 때문에
전자 2개를 잃게 될 거예요. 자, 그러면 이렇게 해서 전체

43
00:07:12,679 --> 00:07:20,194
반응식을 한번 써볼 수가 있을 것 같은데요. 전체 반응식을
쓸 때는 우리 항상 산화 환원 반응에서 가장 주의해줘야 될 거.

44
00:07:20,218 --> 00:07:28,054
잃은 전자의 수와 얻은 전자의 개수를 같게 맞춰주어야 되겠죠.
자, 여기 보시면 나트륨은 전자를 하나 얻는 반응이고 염소는

45
00:07:28,078 --> 00:07:37,741
전자를 2개씩 잃는 반응이에요. 그러면 우리 염소가 이제 한 번
이 밑에 반응식을 할 때 나트륨은 2개씩 이렇게 환원을 해야

46
00:07:37,765 --> 00:07:51,476
되겠네요. 자, 그렇다면 전체 반응식을 써주었을 때 나트륨 이온
2개랑 우리 염화 이온 2개가 반응을 해서 나트륨과 우리 Cl_2

47
00:07:51,500 --> 00:07:59,427
기체를 만든다. 이렇게 써줄 수가 있겠죠. 그래서 이렇게 나트륨
이온과 염화 이온을 각각 분리해서 써도 괜찮지만 조금 다르게

48
00:07:59,451 --> 00:08:11,718
써준다면 NaCl이 이제 분해가 되어서 사실 용융액 상태에서
분해가 되었겠죠. 나트륨 이제 얘 같은 경우에는 너무 온도가

49
00:08:11,742 --> 00:08:20,013
높으면 액체 상태로 나오기도 하고요. 고체 상태로 일단

나온다고 칠게요. 나트륨 고체화 그리고 기체 상태의 염소

50
00:08:20,037 --> 00:08:28,657
기체를 이제 나타내게 된다라고 이 전기 분해를 이해가 할 수가
있을 것 같습니다. 자, 그렇다면 우리는 지금 뭘 한 거냐면

51
00:08:28,681 --> 00:08:36,878
NaCl을 나트륨과 이제 염소로 분해한 건데요. 원래 이 반응은
잘 일어나는 반응일까요? 사실 굉장히 불안정해서

52
00:08:36,902 --> 00:08:43,908
잘 안 일어나는 반응이에요. 그런데 이렇게 잘 안 일어나는
반응을 해주기 위해서 선생님이 뭘 해줬냐면 여기에서 전기

53
00:08:43,932 --> 00:08:51,620
에너지를 공급을 해준 걸 볼 수가 있죠. 그래서 평소에
잘 안 일어나는 반응을 일어나게 하기 위해서 전기를

54
00:08:51,644 --> 00:08:58,873
공급해주어서 어떤 물질을 분해해주었구나. 이렇게 이해를
해주시면 될 것 같습니다. 여기에서 이제 전기 장치의

55
00:08:58,897 --> 00:09:06,986
(-)극에서는 (-)극이랑 연결된 이 전극은 환원 반응이 일어나고
(+)전극이랑 연결된 이 전극에서는 산화 반응이 일어난다.

56
00:09:07,010 --> 00:09:16,415
이 부분까지 좀 이해를 해주시면 뒤의 부분을 더 잘 이해할
수가 있을 것 같아요. 자, 그렇다면 우리는 조금 다른 상황으로

57
00:09:16,439 --> 00:09:30,142
이제 전기 분해를 가져가보도록 하겠습니다. 어떤 상황으로 갈
거냐면 수용액에서의 전기 분해로 갈 거예요. 수용액이라는

58
00:09:30,166 --> 00:09:38,164
거는 이제 물에다가 물질을 녹인 거를 보고 우리가
수용액이라고 얘기를 했었죠. 자, 그렇다면 이 수용액 상에서는

59
00:09:38,188 --> 00:09:55,082
무엇이 다를지 한번 일단 그림을 그리고 시작을 해볼게요. 방금
그렸던 것처럼 여기 전기 장치를 만들어줄 텐데요. 이번에는

60
00:09:55,106 --> 00:10:03,719
수용액이니까 기본적으로 이 액체에 물이 가장 많이 포함이
되어 있을 거예요. 그래서 물을 여기에다가 이렇게 넣어줄

61
00:10:03,743 --> 00:10:12,164
거고요. 자, 그런데 물만 넣었을 때 여기에 전기가 통할 수
있을까요? 우리 다 알고 있듯이 순수한 물은 전하를 전혀 띠지

62
00:10:12,188 --> 00:10:20,045
않죠. 그래서 순수한 물에다가 전극만 담가준다고 전류가
흐르지 못해요. 사실 물은 넓은 의미에서의 부도체라고 볼 수가

63
00:10:20,069 --> 00:10:29,247
있습니다. 전기가 통하지 않아요. 그러면 여기에 회로가 끊긴
거나 다름이 없기 때문에 회로를 이어주어야 또 전류가 흘러서

64
00:10:29,271 --> 00:10:38,162
반응을 할 수가 있겠죠. 그러기 위해서는 전하를 띤 이온을 좀
넣어주어야 돼요. 자, 그러면 우리 편의상 여기에 이온을

65
00:10:38,186 --> 00:10:47,825
양이온은 X^+ 그리고 음이온은 Y^- 이런 식으로 한번 표현을
해보도록 하겠습니다. 자, 그럼 여기 이온이 존재하니까 이제

66
00:10:47,849 --> 00:10:54,471
전류가 흐를 수가 있고 전기 분해도 일어날 수가 있겠죠.
여기에서 이제 X랑 Y에는 많은 이온들이 들어갈 수가 있는데

67
00:10:54,495 --> 00:11:01,701
이 이온의 종류에 따라서 여기에서 일어나는 반응들이 달라지게
돼요. 자, 그러면 어떻게 달라지는지 한번 보도록 하겠습니다.

68
00:11:01,725 --> 00:11:12,786
여기에서 이제 이 전지에 연결된 전극을 한번 볼게요. (-)극이랑
연결된 곳은 아까도 얘기했듯이 전자가 계속해서 이제 공급이

69
00:11:12,810 --> 00:11:24,754
되죠. 그러면 이곳에서는 누군가가 계속 전자를 받는 환원
반응이 일어날 거예요. 자, 그런데 여기에서 전자를 받을 수

70
00:11:24,778 --> 00:11:32,077
있는 애가 누구인지 한번 생각을 해볼게요. 자, 물 같은
경우에는 여러분들이 물이랑 관련된 반응을 많이 보지는

71
00:11:32,101 --> 00:11:41,739
못했겠지만 물은 전자를 받을 수도 있고 잃을 수도 있는 환원과
산화가 모두 가능한 물질이에요. 자, 그리고 양이온과 음이온이

72
00:11:41,763 --> 00:11:50,059
있는데 양이온과 음이온 중에서는 누가 환원을 할 수 있을까요?
음이온은 이미 전자를 얻은 상태이기 때문에 여기에서 더

73
00:11:50,083 --> 00:11:57,926
전자를 얻는 거는 굉장히 힘들고요. 사실 이 전극이 (-)전하를
띠고 있기 때문에 음이온은 이 근처로 사실 잘 다가가지도

74
00:11:57,950 --> 00:12:05,826
않겠죠. 끌려가지도 않겠죠. 그래서 양이온이 이쪽으로 다가가서
전자를 얻어주는 환원 반응을 할 수가 있게 됩니다. 자, 그런데

75
00:12:05,850 --> 00:12:13,043
우리 저번 시간에 문제 풀면서 잠깐 얘기를 했었는데요. 산화
환원 반응의 가장 중요한 특징 중의 하나는 잘하는 애가 먼저

76
00:12:13,067 --> 00:12:25,772
한다라는 거예요. 자, 여기에서 방금 이제 환원 전극에서 환원
반응이 일어나야 되는데 환원을 할 수 있는 애가 둘이라

77
00:12:25,796 --> 00:12:35,028
그랬죠. 하나는 이제 H_2O고요. 다른 하나는 양이온에 해당을
합니다. 자, 그러면 둘 중에서 누가 더 환원을 잘하는지를

78
00:12:35,052 --> 00:12:44,649
가지고 이제 환원을 하는 애를 결정을 하는 거예요.
자, 이 중에서 더 잘하는 애 하나만 할 텐데 여기에서 환원을

79
00:12:44,673 --> 00:12:51,523
더 누가 잘하는지를 판단을 하기 위해서는 우리가 저번 시간에
배웠던 표준 환원 전위를 가지고 계산을 해서 얻을 수가

80
00:12:51,547 --> 00:13:02,006
있습니다. 그런데 여러분들이 몇 개는 좀 기억을 하셨으면
좋겠는데요. 우리 굉장히 반응성이 큰 애 있죠. 반응성이

81
00:13:02,030 --> 00:13:17,802
크다라고 했던 금속 X^+ 가 Na^+ 라든지 아니면 K^+ 라든지 이런
Ca^{2+} 라든지 우리 1족이나 2족에 해당하는 이런 반응성이 큰

82
00:13:17,826 --> 00:13:26,462
금속 같은 경우에는 환원을 잘하려고 하지 않아요. 그러면
이때는 누가 더 환원을 잘할 거냐면 H_2O가 환원을 더 잘하겠죠.

83
00:13:26,486 --> 00:13:40,976
그래서 이 경우에는 물이 환원합니다. 자, 그런데 만약에 X^+ 가
반응성이 되게 작은 금속의 이온일 수가 있어요. 예를 들어서

84
00:13:41,000 --> 00:13:50,246
구리라든지 은이라든지 이런 애들 있죠. 이런 애들일 경우에는
얘네들이 이온으로 있는 걸 워낙 싫어하기 때문에 환원을

85
00:13:50,270 --> 00:14:02,655
하려고 할 거예요. 그래서 이 경우에는 양이온이 환원이
될 거예요. 그래서 방금 얘기한 것처럼 누가 항상 환원을 한다.

86

00:14:02,679 --> 00:14:09,793
이런 게 결정이 된 게 아니라 더 환원을 잘하는 애가 환원을
한다라고 우리가 판단을 내려주어야 되기 때문에 양이온이

87
00:14:09,817 --> 00:14:17,406
누군지에 따라서 환원하는 애가 이제 달라진다라고 볼 수가
있겠죠. 자, 그렇다면 산화 전극에서도 마찬가지로 볼게요. 산화

88
00:14:17,430 --> 00:14:25,789
전극은 이제 (+)극이랑 연결된 애일 텐데요. 여기로는 전자가
계속 들어가야 되기 때문에 이쪽에서는 산화가 일어나야

89
00:14:25,813 --> 00:14:36,112
될 거예요. 자, 그렇다면 여기에서는 누구랑 누구랑 경쟁을 해야
될까요? 아까도 얘기했듯이 물 같은 경우에는 산화도 가능한

90
00:14:36,136 --> 00:14:44,560
물질이라고 얘기를 했었고요. 그리고 이제 X^+ 같은 경우에는
양이온이기 때문에 이미 전자를 잃은 상태죠. 자, 이미 전자를

91
00:14:44,584 --> 00:14:54,567
잃어서 더 전자를 많이 잃기는 되게 힘들 거고 (+)극으로
가까이 가지도 않을 거고요. 그래서 여기에 있는 Y^- 가 전자를

92
00:14:54,591 --> 00:15:05,595
지금 얻은 상태이기 때문에 추가로 얻은 전자를 잃으면서 산화
반응을 할 수가 있게 됩니다. 자, 그렇다면 산화 전극에서는

93
00:15:05,619 --> 00:15:16,262
물이랑 음이온 즉 여기에서 Y^- 로 표시된 애가 서로
경쟁한다라고 볼 수가 있을 것 같은데요. 이렇게 경쟁을 하게

94
00:15:16,286 --> 00:15:27,864
되면 여기에서 만약에 이제 누가 환원을 잘하는지 한번 볼 수가
있을 것 같아요. 그런데 이거는 이제 여러분들이 외우기 조금

95
00:15:27,888 --> 00:15:41,557
힘들 수도 있지만 간단히 대표적인 애들만 먼저 볼게요. 우리
NO_3^- 라든지 SO_4^{2-} 라든지 이런 애들 같은 경우에는요. CO_3^- 도

96
00:15:41,581 --> 00:15:50,477
마찬가지고요. 얘네들은 다원자 이온이죠. 다원자 이온 같은
경우에는 늘 그런 건 아니지만 일반적으로 산화를 하기가 되게

97
00:15:50,501 --> 00:15:59,330
힘든 편이래요. 그럼 얘는 산화를 잘 못하니까 얘랑 같이
있으면 우리 물이 먼저 산화한다라고 볼 수가 있겠네요. 그래서

98
00:15:59,354 --> 00:16:11,096

H_2O가 이 경우에는 산화를 하게 될 거고요. 자, 그렇다면
만약에 Y^- 가 이제 누구 같은 경우에는 이제 산화를 잘 못하게

99
00:16:11,120 --> 00:16:21,887
되냐면 Cl^- 라든지 아니면 Br^- 라든지 이제 이런 할로젠 같은
경우에는 애네들이 조금 더 산화를 잘하는 편이라고 합니다.

100
00:16:21,911 --> 00:16:32,811
산화를 잘하기 때문에 물보다 이 음이온이 산화를 하는 게
더 쉽겠죠. 그래서 이때는 음이온이 산화를 하게 될 거예요.

101
00:16:32,835 --> 00:16:41,493
자, 그래서 대표적인 애들만 몇 개를 했는데 핵심은 뭐냐면
어떤 이온을 사용하는지에 따라서 이 전기 분해 장치에서

102
00:16:41,517 --> 00:16:49,977
생성되는 애가 다를 거다라는 게 이 부분의 핵심입니다.
자, 그러면 선생님이 어떤 거를 분해하고 싶냐면 물을 분해하고

103
00:16:50,001 --> 00:17:03,309
싶어요. 그럼 물을 분해하려면 어떤 이온을 써야 되는지 한번
볼게요. 물을 전기 분해하려면 방금 얘기했듯이 경쟁 체제였기

104
00:17:03,333 --> 00:17:11,924
때문에 방금 썼던 이온 중에 물을 환원시키고 물을 산화시키는
애의 양이온과 음이온을 골라주시면 되겠죠. 그러면 아까 썼던

105
00:17:11,948 --> 00:17:21,854
것 중에 위에 있는 이제 반응성이 좀 큰 금속들의 양이온을
사용을 하고요. 그리고 다원자 이온을 이제 사용을 한다면 물을

106
00:17:21,878 --> 00:17:38,447
환원하고 물을 산화시킬 수가 있을 것 같아요. 자, 그러면
여기에서 장치를 다시 한번 그려보도록 하겠습니다.

107
00:17:38,471 --> 00:17:50,339
자, 여기에는 다시 물을 이제 넣어주고요. 이번에는 선생님이
나트륨 이온이랑 Na^+ , 그리고 이번에는 우리 NO_3^- 를 한번

108
00:17:50,363 --> 00:17:59,148
넣어볼게요. 자, 이런 식으로 넣어주었을 때 각각의 전극에서
어떤 반응이 일어날지 한번 써보도록 하겠습니다. 방금

109
00:17:59,172 --> 00:18:08,581
얘기했듯이 왼쪽에서는 환원 반응이 일어나야 되고요.
오른쪽에서는 산화 반응이 이제 일어나야 되는데 일단 우리

110
00:18:08,605 --> 00:18:21,833
환원 전극에서부터 시작을 해볼게요. 환원 전극 같은 경우에는

누구랑 누구랑 경쟁을 하는 거였냐면 우리 물이랑 양이온이랑

111
00:18:21,857 --> 00:18:32,638
누가 전자를 먼저 가질지 결정을 하는 거였었죠. 그런데 지금
물과 나트륨 이온이 있기 때문에 H_2O가 이겨요. 더 이제 환원을

112
00:18:32,662 --> 00:18:41,737
잘하니까 전자를 얻게 될 텐데 물의 환원 반응을 한번 봐주셔야
될 것 같습니다. 조금 복잡하게 느껴질 수도 있는데요. 일단

113
00:18:41,761 --> 00:18:51,689
물이 원래 liquid 상태에 있는데 얘가 전자를 이제 얻을 거예요.
자, 그러면 물이 전자를 얻기 때문에 우리 음전하를 띤 이온을

114
00:18:51,713 --> 00:18:58,328
만들게 되는데요. 물이 만들 수 있는 음이온은 사실 하나밖에
없다고 보시면 됩니다. 우리 산염기에서 많이 봤던 이온이죠.

115
00:18:58,352 --> 00:19:08,938
OH^- 수산화 이온만 물이 만들 수 있는 음이온에 해당을 해요.
자, 그렇다면 여기에서 우리 OH^- 음이온이 만들어질 거고 그럼

116
00:19:08,962 --> 00:19:18,297
H_2O에서 OH를 한번 떼볼까요? 누가 남나요? H가 남죠. 그럼
H끼리 붙어서 새로운 물질을 만들어야 될 것 같아요. 그러면 H_2

117
00:19:18,321 --> 00:19:28,288
기체가 생성이 된다고 볼 수가 있겠네요. 자, 그러면 여기에서
우리 계수를 좀 맞춰주어야 될 것 같은데요. 이 경우에는 물이

118
00:19:28,312 --> 00:19:37,285
적어도 이제 2분자는 필요할 것 같죠. 그러면 OH^- 2개 만들 수
있을 거고요. 그러기 위해서 전자는 2개 필요할 거예요.

119
00:19:37,309 --> 00:19:45,053
자, 그렇다면 여기에서 수소 원자가 2개 남기 때문에 H_2
한 분자가 이렇게 발생한다라는 거 볼 수가 있겠네요. 자, 이런

120
00:19:45,077 --> 00:20:00,594
식으로 해서 물이 환원되어서 아, 수소 기체가 발생을 하는구나.
그러면 여기에서 환원 전극에서는 H_2 기체가 발생한다라는 것을

121
00:20:00,618 --> 00:20:09,000
우리가 볼 수가 있고요. 사실 H_2 기체뿐만 아니라 뭐가 같이
생성이 되냐면 OH^- 이온이 같이 생성이 되죠. 그래서 수용액

122
00:20:09,024 --> 00:20:18,659
속으로는 OH^- 수산화 이온이 생기고 있다라고 봐주시면 됩니다.
자, 그러면 이번에는 산화 전극에서는 어떤 반응이 일어나는지

123
00:20:18,683 --> 00:20:28,013
볼게요. 이제 산화 전극 같은 경우에는 여기 (+)극에 연결된
전극에 해당을 하는데 여기에서도 우리 물이랑 NO_3^- 랑 경쟁을

124
00:20:28,037 --> 00:20:37,079
했었죠. 그런데 누가 더 산화를 잘했냐면 물이 더 산화를
잘했어요. 그렇다면 역시 H_2O가 산화가 될 거고 반응식을 한번

125
00:20:37,104 --> 00:20:46,863
써볼게요. 자, 이번에는 물이 전자를 잃어서 양이온을 만들어야
될 것 같아요. 자, 그런데 우리 물이 만들 수 있는 양이온도

126
00:20:46,887 --> 00:20:55,636
사실 하나밖에 없는데요. 바로 수소 이온만 있다고 봐주시면
됩니다. 그래서 H^+ 이온을 만들게 되고 자, 그럼 여기에서

127
00:20:55,660 --> 00:21:04,858
수소를 떼버리게 되면 누가 남냐면 산소가 남죠. 그래서
산소끼리 또 뭉쳐서 O_2 기체를 만들게 될 거고요. 자, 그러면

128
00:21:04,882 --> 00:21:13,200
양이온 만들었으니까 전자가 이렇게 떨어지게 되겠네요.
자, 그럼 여기에서도 계수를 한번 맞춰볼 텐데 우리 O_2 를

129
00:21:13,224 --> 00:21:21,844
만들려면 적어도 물 분자가 2분자는 있어야 되겠죠. 자, 그러면
여기에서 수소 원자는 또 4개가 있기 때문에 H^+ 가 4개 만들어질

130
00:21:21,868 --> 00:21:31,303
수 있을 것 같고 그렇게 되면 전자가 이제 4개가 튀어나오게
되겠네요. 자, 이런 식으로 우리가 산화 반응식을 쓸 수가 있게

131
00:21:31,327 --> 00:21:41,669
되고 그 결과 누가 만들어졌냐면 O_2 기체가 발생하는 것을
볼 수가 있어요. 그러면 이쪽 오른쪽 전극에서는 또 기체가

132
00:21:41,693 --> 00:21:49,783
발생하는데 얘는 산소 기체가 될 거고 또 기체뿐만 아니라
수용액으로 녹아 들어가는 이온도 존재를 하죠. 수용액으로는

133
00:21:49,807 --> 00:22:00,444
누가 녹아 들어가냐면 바로 이 양이온 H^+ 가 녹아서 간다고
봐주시면 됩니다. 자, 그러면 우리 결과적으로는 H_2 랑 O_2 가

134
00:22:00,468 --> 00:22:09,361
발생을 하고 H^+ 랑 OH^- 가 또 생성이 되는 것 같은데 여기에서
이제 눈치가 빠른 친구들이라면 얘네들이 만나게 된다면?을

135
00:22:09,385 --> 00:22:17,852
생각을 하게 될 것 같아요. 우리 중화 반응 배우셨었죠. H^+ 랑
OH^- 가 같이 만나게 되면 또다시 물을 만들 수 있어요. 그래서

136
00:22:17,876 --> 00:22:27,241
이번에는 여기에 있는 환원 전극과 산화 전극에 있는 두 반응을
한번 더해서 전체 반응식을 만들어보도록 하겠습니다.

137
00:22:27,265 --> 00:22:36,387
자, 여기에서 우리 얻은 전자의 수와 잃은 전자의 수가 같아야
된다라는 거 기억을 하실 텐데요. 여기에서 지금 2개를 얻고

138
00:22:36,411 --> 00:22:46,137
여기에서 지금 4개를 잃고 있죠. 그럼 얘를 맞춰주어야 되기
때문에 앞에 있는 이 반응식에 2배를 해서 더해주도록 할게요.

139
00:22:46,161 --> 00:22:56,516
자, 그렇게 된다면 여기에서 물 4분자가 존재하고 여기 2분자가
있으니까 총 6분자의 물이 등장을 하게 될 거고요. 전자는 4개,

140
00:22:56,540 --> 00:23:07,641
4개 해서 없어지게 될 거고요. 자, 그러면 우리 여기 위에
거부터 먼저 쓴다면 4개의 OH^- 가 만들어지고 이온부터 좀 같이

141
00:23:07,665 --> 00:23:19,726
쓸게요. 그리고 여기 밑에 있는 4개의 수소 이온이 있을 거고요.
그리고 여기에서 보면 H_2 가 2분자 있겠네요. 그리고 여기에는

142
00:23:19,750 --> 00:23:28,077
산소가 한 분자 이렇게 존재를 하게 됩니다. 자, 이렇게 해서
긴 반응식이 써졌는데 방금 우리가 얘기한 것처럼 중화 반응이

143
00:23:28,101 --> 00:23:40,770
일어날 수가 있을 거예요. 자, 여기에서 이렇게 H^+ 4개와 OH^- 가
만나게 되면 물 분자 이렇게 4개를 만들 수가 있겠죠. 그러면

144
00:23:40,794 --> 00:23:51,075
여기에서 물 6분자가 왼쪽에 있고 4분자가 오른쪽에 있으니까
4분자씩 지워주어서 얘는 2개의 물 분자만 왼쪽에 남는 것을

145
00:23:51,099 --> 00:24:04,583
볼 수가 있습니다. 자, 그렇다면 전체적인 반응식을 위에다가
다시 한 번만 써본다면 결과적으로는 물이 2분자가 반응을 이제

146
00:24:04,607 --> 00:24:15,221
분해가 되어서 H_2 2분자와 O_2 한 분자가 발생되는 이런 반응이
전체 반응식에 해당된다라고 볼 수가 있어요. 그런데 사실

147

00:24:15,245 --> 00:24:26,456
이거는 양쪽에서 일어나는 반응을 다 합치고 다 퉁퉁퉁! 이렇게
쳐서 실제로 없어지고 생겨나는 그런 분자들만 정리를 해놓은

148
00:24:26,480 --> 00:24:34,955
상태이고요. 실제로는 왼쪽에서는 수산화 이온까지 계속 발생을
하고 있고 오른쪽에서는 H^+ 이온까지 발생을 하고 있다라는

149
00:24:34,979 --> 00:24:42,731
각각의 반응식도 반드시 기억을 해주셔야 돼요. 참고로
여기에서 얘네들이 반응하기 전에는 왼쪽 전극 부분에 환원

150
00:24:42,755 --> 00:24:50,894
전극 주변은 살짝 염기성이 실제로 나타나게 되고요. 산화 전극
주변에는 살짝 산성이 나타나게 되기도 합니다. 자, 그렇다면

151
00:24:50,918 --> 00:25:00,831
여기에서 발생되는 H_2 랑 O_2 같은 경우에는 2:1의 그런 몰수비를
가지기 때문에 잘 포집을 하면 그 부피비도 2:1이 될 거라고

152
00:25:00,855 --> 00:25:09,581
예측을 할 수가 있겠죠. 자, 이런 식으로 물의 전기 분해를 하기
위해서는 전해질을 선택을 할 때 물보다 산화 잘 못하는 애,

153
00:25:09,605 --> 00:25:18,023
물보다 환원을 잘 못하는 애. 이렇게 잘 선택을 해주어야 전기
분해를 성공적으로 할 수가 있게 됩니다. 자, 그렇다면 이제

154
00:25:18,047 --> 00:25:26,223
이온의 종류가 달라지면 어떤 반응이 일어날지 예측을 하는
것도 여기에서 가능해지겠죠. 그래서 우리가 지금까지 전기

155
00:25:26,247 --> 00:25:35,550
분해를 할 때 조금 어렵게 이제 문항이 출제된다면 수용액에서
전기 분해를 다룰 수가 있을 것 같아요. 자, 그렇다면 우리는

156
00:25:35,574 --> 00:25:53,161
전기 분해랑 관련된 좀 다른 관점을 한번 잠깐 보려고
하는데요. 전기 분해를 할 때 양적 관계가 이제 어떻게 연결이

157
00:25:53,185 --> 00:26:00,640
되는지 그 부분을 한번 간단히 보도록 하겠습니다. 양적
관계라는 게 사실 물질이 얼마큼 반응했는지를 우리가 공부하는

158
00:26:00,664 --> 00:26:08,918
파트였었잖아요. 자, 그런데 이런 전기 분해 같은 경우에서는
단순히 물질끼리만 반응을 하는 게 아니라 우리가 전기

159
00:26:08,942 --> 00:26:17,937

에너지를 공급을 해주는데 그 전기 에너지를 공급해주는 양을
물질의 양이랑 연결을 짓는 게 굉장히 중요합니다. 자, 우리

160
00:26:17,961 --> 00:26:28,449
그거를 위해서 하나 법칙을 먼저 볼 텐데요. 패러데이
법칙이라는 게 있어요. 그래서 패러데이 법칙 같은 경우에는

161
00:26:28,473 --> 00:26:48,023
전기 분해를 할 때 이제 물질의 양은 전하량에 비례한다. 이게
이제 패러데이 법칙입니다. 자, 그런데 사실 이게 너무나 당연한

162
00:26:48,047 --> 00:26:57,567
법칙인 게 여러분 전하량이라는 게 누가 가지고 움직이는
전하냐면 전자가 가지고 움직이는 전하를 의미하죠. 사실 얘는

163
00:26:57,591 --> 00:27:08,314
전하량이 전자의 수랑 비례하기 때문에 그럴 수밖에 없어요.
한번 예를 들어 볼게요. 선생님이 아까 좀 전에 이제

164
00:27:08,338 --> 00:27:20,829
염화나트륨 용융액에서 할 때 Na^+ 가 전자 하나 받아서 Na
만드는 이런 반응식을 하나 썼었죠. 반쪽 반응인데요. 만약에

165
00:27:20,853 --> 00:27:34,034
여기에 전자가 1mol 흘려주었다면 전자가 1mol이 회로에
돈다면 여기에서 나트륨이 전자 1mol을 받아서 나트륨 이온

166
00:27:34,058 --> 00:27:42,528
같은 경우에는 1mol이 없어질 거고요. 나트륨 원자 같은
경우에는 1mol이 생성이 되겠죠. 이런 식으로 전자를 마치

167
00:27:42,552 --> 00:27:54,408
우리가 원자랑 똑같은 셀 수 있는 존재로 인식할 수가 있기
때문에 화학 양론, 몰수대로 똑같이 적용을 해주면 된다라고

168
00:27:54,432 --> 00:28:03,119
이해를 해주면 될 것 같습니다. 자, 그러면 사실 전자의 몰수를
알 수만 있다면 이렇게 화학 반응이 얼마큼 일어날지를

169
00:28:03,143 --> 00:28:10,485
예측하는 건 정말 쉬울 텐데 사실 문제는 전자의 몰수를
알아내는 거예요. 전자의 몰수를 어떻게 알아내는지 한번

170
00:28:10,509 --> 00:28:23,019
보도록 할게요. 우리 전하량과 전류의 관계인데요. 물리에서
배웠던 부분들 한번 복습을 해볼게요. 우리 전류의 단위가

171
00:28:23,043 --> 00:28:34,618
뭐였었나요? 우리 1A, 이제 암페어 단위를 사용을 했었죠.

그런데 1A라고 우리가 얘기하는 단위의 의미를 한번 볼게요.

172
00:28:34,642 --> 00:28:47,174
암페어는 사실 여러분들이 기억이 날지 모르겠지만 처음 배울
때 1C의 전하량이 1초 동안 지나가는 전류를 우리가 1A라고

173
00:28:47,198 --> 00:28:59,147
얘기를 했었어요. 자, 그러면 예를 들어서 1A로 1초를
흘려보냈다. 그러면 그 전기 회로에는 1C의 전하량이 흘렀다.

174
00:28:59,171 --> 00:29:12,410
이렇게 볼 수가 있는 거죠. 그래서 자, 보시면 전류는요. 전하량,
쿨롱이 이제 전하량의 단위이죠. 그래서 전하량을 시간으로

175
00:29:12,434 --> 00:29:23,620
나눠준 것을 우리가 전류의 세기라고 얘기를 할 수가 있게
됩니다. 자, 그렇다면 전자를 방금은 계속 몰수로 얘기하고

176
00:29:23,644 --> 00:29:30,756
싶은데 여기에서는 갑자기 전하량, 쿨롱의 단위를 쓰니까
연결을 시킬 그 고리가 필요하겠죠. 그래서 우리가 패러데이

177
00:29:30,780 --> 00:29:47,172
상수라는 것을 이용을 할 텐데요. 패러데이 상수는 뭐냐면 전자
1몰의 전하량을 의미합니다. 자, 그러면 우리는 전자 1몰의

178
00:29:47,196 --> 00:29:56,454
전하량을 해주기 위해서는 전자 1개의 전하량에다가 아보가드로
수를 곱해주시면 되겠죠. 자, 그러면 한번 써볼게요. 전자 1개의

179
00:29:56,478 --> 00:30:10,687
전하량은 뭐냐면 1.6×10^{-19}C에 해당을 해요. 방금 이제 쓴 게
전자 1개의 전하를 의미를 한 거죠. 자, 그런데 전자가 이제 1몰

180
00:30:10,711 --> 00:30:22,967
있어야 되니까 몇 개 있다라고 볼 수가 있냐면 6.02×10^{23}개
있다라고 얘기를 할 수가 있겠죠. 그럼 방금 선생님이 쓴 수는

181
00:30:22,991 --> 00:30:31,869
뭐냐면 아보가드로 수라고 얘기를 이제 할 수가 있고요.
자, 그러면 이거를 이렇게 곱해주었을 때 나오는 수가 전자

182
00:30:31,893 --> 00:30:42,274
1몰의 전하량이겠죠. 이거를 이제 대충 계산을 하면 대충 96500
정도의 숫자가 나오게 됩니다. 자, 그럼 96500C이라고 하는

183
00:30:42,298 --> 00:30:52,875
거는 방금 얘기한 전자 1몰의 전하량이 된다라고 이제 이해를
해줄 수가 있겠죠. 자, 그렇다면 이렇게 96500C을 우리가

184
00:30:52,899 --> 00:30:59,105
앞으로 패러데이 상수라고 불러주시면 될 것 같아요.
이 패러데이 상수가 중요한 이유는 방금도 얘기했듯이 전자의

185
00:30:59,129 --> 00:31:07,964
몰수랑 전하량을 이어줄 때 굉장히 유용하게 잘 사용이 될 수가
있습니다. 자, 우리 여기까지 해서 전기 분해랑 관련된 개념

186
00:31:07,988 --> 00:31:14,698
한번 정리를 해보았는데요. 사실 이 양적 관계가 여러분이 아직
잘 안 와닿으실 거예요. 그래서 관련 예제 풀면서 마무리하도록

187
00:31:14,722 --> 00:31:24,501
하겠습니다. 우리 간단 예제 한번 같이 볼 텐데요. 지금
문제에서 주어진 상황을 보니까 1A의 전류로 965초 동안 물을

188
00:31:24,525 --> 00:31:31,891
전기분해할 거라고 지금 주었어요. 그리고 우리한테 뭘
구하라고 했냐면 각 전극에서 생성되는 기체의 몰수를 구하라고

189
00:31:31,915 --> 00:31:40,649
이제 되어 있네요. 자, 그렇다면 우리는 이 STEP을 따라서
얼마나 이 반응이 일어났는지를 한번 봐주셔야 되는데요.

190
00:31:40,673 --> 00:31:49,057
일단 우리 STEP1부터 먼저 따라가 볼게요. 965초 동안 흐른
전자의 몰수를 구하여라라고 되어 있는데요. 여기에서 1A의

191
00:31:49,081 --> 00:31:57,625
의미를 한번 좀 다시 생각을 해보도록 하겠습니다. 방금
얘기했던 것처럼 1A는 1초 동안 1C이 흐른다라고 할 수가

192
00:31:57,649 --> 00:32:07,845
있었죠. 그래서 1C/s라고 해주시고요. 자, 그런데 여기에서
965초 동안 흘렀다라고 되어 있어요. 그럼 1초에 1C 흐르는데

193
00:32:07,869 --> 00:32:21,245
965초 동안 흘러주었으니까 ×965를 해주면 되겠죠. 그래서
965s 그러면 이렇게 계산을 해주었을 때 뭐가 나오게 되냐면

194
00:32:21,269 --> 00:32:32,330
965C이 나오는 것을 볼 수가 있어요. 자, 그래서 전하량을 이제
계산을 한 건데 이 965C를 또 뭘로 바꿔줘야 되냐면 전자의

195
00:32:32,354 --> 00:32:41,697
몰수로 바꿔줘야 되겠죠. 그런데 방금 우리 패러데이 상수가
뭐라고 얘기했었냐면 96500C이라고 얘기했었죠. 자, 그렇다면

196
00:32:41,721 --> 00:32:53,757
전자 1몰에 해당되는 게 이제 96500C에 해당된다라는 거니까
얘를 96500C으로 나누어 주어서 우리 전자의 몰수를 구할 수가

197
00:32:53,781 --> 00:33:07,534
있겠네요. 그렇다면 얘를 이제 96500C의 1/100에 해당되니까
전자 0.01몰에 해당되는 전하량이다. 이렇게 계산을 해줄 수가

198
00:33:07,558 --> 00:33:15,694
있을 것 같습니다. 자, 그러면 이 전기 분해 장치에서는 전자가
0.01몰 계속 움직였다라고 봐주시면 되겠네요. 자, 그러면

199
00:33:15,718 --> 00:33:23,137
이번에는 STEP2로 한번 넘어가볼게요. STEP2에서는 (-)극이랑
(+)극에서 일어나는 화학 반응식을 우리가 알아야 된다라고

200
00:33:23,161 --> 00:33:31,101
하고 있어요. 방금 우리 물의 전기 분해 하고 왔었는데요. 물의
전기 분해에서는 (-)극과 (+)극에서 물이 산화되고 환원됐었죠.

201
00:33:31,125 --> 00:33:42,558
자, 그러면 각각을 한번 써볼게요. 자, 일단 (-)극 같은 경우에는
어떤 반응이 일어났었냐면 전자가 계속 나오기 때문에 전자를

202
00:33:42,582 --> 00:33:50,803
받아줘야 되겠죠. 그래서 환원 반응이 일단 일어날 것 같아요.
그러면 물의 환원 반응을 한 번 더 써보도록 하겠습니다.

203
00:33:50,827 --> 00:34:01,633
자, 물의 환원 반응은요. 일단 물이 전자를 받죠. 그래서
음이온을 만드니까 OH^- 가 만들어졌었고 OH 떨어지니까 수소

204
00:34:01,657 --> 00:34:10,632
기체도 같이 발생이 되었어요. 계수가 중요한데요. 계수 같은
경우에는 물 2분자가 반응을 해서 여기에 수산화 이온 2개

205
00:34:10,656 --> 00:34:22,178
만들고 수소 하나 만들고요. 자, 그리고 전자를 2개 이렇게 얻는
과정이었었죠. 자, 그렇다면 여기에서 전자가 0.01몰 움직이는

206
00:34:22,202 --> 00:34:31,498
거를 이 식에 적용을 할 수가 있을 것 같아요. 자, 그러면 우리
전자와 기체만 보면 될 것 같은데 여기에서 발생되는 기체는

207
00:34:31,522 --> 00:34:42,440
바로 수소죠. 전자랑 수소의 계수비가 몇 대 몇이니까요? 2:1에
해당을 하죠. 그러면 여기에서 전자의 몰수의 절반에 해당하는

208

00:34:42,464 --> 00:34:50,553
수소 기체가 발생하겠구나. 이렇게 봐주시면 됩니다. 자, 그럼
바로 이 반응에 대해서 STEP3를 먼저 할 텐데 (-)극 같은

209
00:34:50,577 --> 00:35:03,624
경우에는 H_2 기체가 발생을 하는데 전자의 몰수의 절반이니까
0.005몰이 발생을 하겠구나. 이렇게 계산을 해주시면 될 것

210
00:35:03,648 --> 00:35:12,647
같고요. 자, 그럼 이번에는 (+)극으로 한번 가볼게요.
(+)극에서는 우리 산화 반응이 일어나는데요. 이번에는 물이

211
00:35:12,671 --> 00:35:23,506
전자를 잃고 양이온 H^+ 그리고 O_2 기체 이렇게 발생을
시켰었죠. 역시 계수를 맞춰준다면 물 2분자가 반응을 해서

212
00:35:23,530 --> 00:35:31,844
우리 수소 양이온 4개 만들고요. O_2 한 분자 만들고 전자를 4개
잃었었어요. 자, 그럼 여기에서는 누구랑 누구만 이제 비율을

213
00:35:31,868 --> 00:35:42,779
봐주시면 되냐면 전자와 O_2 의 이 비율만 봐주시면 되죠. 그러면
전자랑 O_2 가 4:1의 관계를 가지기 때문에 여기에서 흐른

214
00:35:42,803 --> 00:35:53,661
0.01몰의 1/4에 해당하는 게 이제 O_2 의 몰수가 됩니다. 그럼
역시 여기에다가 대입을 해준다면 (+)극에서는 O_2 기체가

215
00:35:53,685 --> 00:36:05,598
발생을 하는데 0.01몰의 이제 1/4에 해당하는 거니까
0.0025몰의 O_2 가 발생한다. 이렇게 계산을 해주시면 되겠네요.

216
00:36:05,622 --> 00:36:14,563
자, 우리가 방금 이제 전기 화학에서의 양적 관계를 배웠는데
여기에서는 이제 전자의 몰수를 알려주는 게 아니라 어떤

217
00:36:14,587 --> 00:36:21,924
전류량이랑 이렇게 시간으로만 주어진 자료가 있을 때 우리는
전자의 몰수를 계산을 하고 그거를 우리가 알고 있는 화학

218
00:36:21,948 --> 00:36:31,041
반응식에 대입을 해서 각 물질이 얼마큼 없어지고 또 얼마큼
생성이 되었는지 이렇게 알아낼 수 있는 연습을 여러분들이

219
00:36:31,065 --> 00:36:40,314
하시면 될 것 같아요. 우리 여기까지 해서 이제 화학Ⅱ 전체
강의를 마치게 되었습니다. 사실 이제 화학Ⅱ가 내용이 꽤 많은

220
00:36:40,338 --> 00:36:49,657

편인데 18강으로 제일 중요한 핵심 개념만 사실 짚은 그런
강의였어요. 아마 이 강의를 보고 있는 친구들이라면 내신이든

221
00:36:49,681 --> 00:36:58,041
수능이든 어떤 시험을 위해서 화학Ⅱ를 공부를 하고 있을
친구들 같은데 선생님이랑은 좀 간단한 예제라든지 아니면

222
00:36:58,065 --> 00:37:04,912
대표적인 수능 유형을 많이 풀었지만 화학Ⅱ는 사실 이 정도
문제만 풀어서는 여러분들이 연습이 충분히 되지 않을 것

223
00:37:04,936 --> 00:37:14,553
같고요. 좀 더 많은 문제를 가지고 연습을 해야 잘 숙달되고
더 정답률을 높일 수가 있어요. 특히 이제 수능을 준비하는

224
00:37:14,577 --> 00:37:23,836
친구들이라면 수능 유형 같은 경우에는 굉장히 내신 문제보다
좀 더 난이도가 높고 데이터가 복잡하게 출제가 되는 경향이

225
00:37:23,860 --> 00:37:31,607
있습니다. 그래서 선생님이랑 배운 내용 개념을 잘 익힌 다음에
또 다른 어떤 문제집을 선정을 해서 조금 더 연습을 한다면

226
00:37:31,631 --> 00:37:37,019
여러분들 좋은 결과 있을 거라고 믿어요.
선생님이랑은 다른 강의에서 또 만나도록 하겠습니다.

227
00:37:37,043 --> 00:37:39,697
지금까지 모두 고생하셨습니다. 감사합니다.