

1
00:00:11,262 --> 00:00:17,805
여러분 안녕하세요. 손혜연 선생님입니다. 우리 오늘은 산·염기를 들어가는 시간인데요. 산·염기는 우리가

2
00:00:17,819 --> 00:00:26,100
세 번에 걸쳐서 수업을 할 텐데, 그만큼 여러분들한테 굉장히 중요하고 또 여러분들이 굉장히 어렵게 느끼는

3
00:00:26,121 --> 00:00:35,073
단원이기도 해요. 산·염기라는 단원 자체가 지금까지는 문제가 많이 출제되는 건 아닌데 꼭 고난도 유형이

4
00:00:35,093 --> 00:00:43,798
출제가 되고 여러분들이 시간이 좀 오래 소요가 되어서 항상 1등급을 변별하는데 중요한 역할을 했었던 거 같아요.

5
00:00:43,806 --> 00:00:51,984
그래서 산·염기는 기초부터 개념을 좀 잡고 그리고 문제까지 이제 어떻게 응용되는지를 여러분들이

6
00:00:52,010 --> 00:00:57,974
이해하는 것까지가 정말 중요한데요. 오늘은 그 첫 번째 시간입니다. 조금 개념 위주로 먼저 시작을 해보려고

7
00:00:57,992 --> 00:01:05,789
해요. 앞으로 이제 문제를 풀 때도 가장 기초가 되는 부분이니까 꼼꼼히 한번 이해를 해주시면 좋을 거

8
00:01:05,806 --> 00:01:12,622
같습니다. 자, 일단 우리는 오늘 산·염기의 세기에 대해서 주로 얘기를 하게 될 텐데 그 세기를

9
00:01:12,642 --> 00:01:21,889
얘기하기 위해서는 기본적으로 정의에 대해서 먼저 좀 이해를 해야 돼요. 사실이 이 정의는 화학II에서

10
00:01:21,909 --> 00:01:29,198
자세하게 나오지는 않고 화학 I 에서 여러분들이 자세하게 한 내용인데요. 아마 많이 까먹고 있으시겠죠.

11
00:01:29,206 --> 00:01:37,094
정의가 어떻게 나누어졌는지 간단히 우리 복습하고 좀 빠르게 이제 넘어가 볼게요. 일단 우리 산·염기 같은

12
00:01:37,121 --> 00:01:44,560
경우에는 워낙 예전부터 나왔던 단원이기는 해요. 그때 우리가 어떻게 산·염기를 정의하고 시작했냐면

13
00:01:44,581 --> 00:01:55,789
 H^+ , OH^- 로 정의를 하고 시작을 했었었죠. 그래서
우리가 아레니우스 정의라고 얘기를 하는데요. 산과 염기

14
00:01:55,819 --> 00:02:06,603
정의를 좀 간단하게 본다면 아레니우스는 일단 수용액
상태에서 정의를 했었어요. 물에 녹았을 때 산이라고

15
00:02:06,623 --> 00:02:16,239
우리가 부르는 애들은 H^+ 를 만들게 되면, 내놓으면
산이라고 불렀었고, 염기 같은 경우에는 OH^-

16
00:02:16,261 --> 00:02:24,399
수산화 이온을 내놓게 되면 염기라고 불렀었죠. 사실 이
정의 같은 경우에는 화학 I 까지 주로 사용한 정의라고

17
00:02:24,419 --> 00:02:31,595
여러분들이 제일 먼저 생각이 날 텐데, 화학 II 에서
사용할 산·염기의 정의는 조금 다릅니다.

18
00:02:31,625 --> 00:02:42,861
우리는 이번 시간부터 브뢴스테드-로우리 정의를
기초로 산·염기 얘기를 하게 될 텐데요. 여기에서

19
00:02:42,876 --> 00:02:48,552
브뢴스테드-로우리 같은 경우에는 2가지 이온을
가지고 각각 정의를 하니까 산·염기를 따로따로 이제

20
00:02:48,579 --> 00:02:55,302
얘기를 해야 되잖아요. 한 가지 이온만으로 모든 것을
다 설명할 수 있다라고 새로운 정의를 제시하게 되는데

21
00:02:55,338 --> 00:03:03,217
바로 H^+ 이온이에요. 우리 H^+ 이온을 다른 말로
하면 양성자라고도 부를 수 있죠. 왜냐하면 수소가 원래

22
00:03:03,241 --> 00:03:10,194
양성자가 보통 핵 하나를 이루고 주변에 전자가 돌고
있는데, 그 전자를 하나 잃게 되면 핵밖에 존재하지

23
00:03:10,228 --> 00:03:19,958
않을 거예요. 그래서 양성자의 움직임이다. 그래서
이제 산 같은 경우에는 사실 아레니우스랑 비슷하죠.

24
00:03:19,962 --> 00:03:29,933
 H^+ 를 내놓는, 주는 애를 양성자 주개 즉, 산이라고
얘기를 하고요. 염기 같은 경우에는 그 양성자를

25

00:03:29,960 --> 00:03:38,936

받는 물질을 우리가 염기라고 하자. 그러면 양성자를 주고받는 반응 자체를 우리가 산·염기 반응이라고

26

00:03:38,982 --> 00:03:46,520

애기를 할 수가 있는데 브뢴스테드-로우리 같은 경우에는 그래서 산과 염기를 각각 정의한 게 아니라

27

00:03:46,547 --> 00:03:59,287

H^+ 를 주고받는 반응에서 서로의 역할을 정의했다라고 봐주시면 될 거 같습니다. H^+ 의 이동 자체를

28

00:03:59,302 --> 00:04:06,451

산·염기 반응이라고 본 거죠. 아레니우스 같은 경우에 OH^- 한 가지 이온만으로 애기를 했었는데

29

00:04:06,487 --> 00:04:16,016

OH^- 도 H^+ 를 우리 잘 받을 수 있는 애죠. 물 만들었었잖아요. 그래서 OH^- 도 염기의 종류이지만

30

00:04:16,049 --> 00:04:23,227

개 말고도 다양한 염기가 존재할 수 있다. 이렇게 좀 정의가 확장된 것을 볼 수가 있고, 그리고 우리가

31

00:04:23,245 --> 00:04:33,320

화학II에서 많이 보지는 않지만 루이스의 정의도 존재를 해요. 루이스 정의 같은 경우에는 전자쌍을 통째로

32

00:04:33,347 --> 00:04:41,403

주어서 우리 공유 결합을 형성하는 과정 가지고 산·염기 반응을 정의를 하게 되는데요. 그 과정에서

33

00:04:41,420 --> 00:04:58,242

산 같은 경우에는 전자쌍을 공유받는 애, 그리고 염기 같은 경우에는 전자쌍을 공유해주는 애를 정의를 하게

34

00:04:58,243 --> 00:05:07,544

됩니다. 그래서 사실 루이스의 산·염기 반응 역시 이제 전자쌍을 서로 주고받는, 사실 배위 결합을 형성하는

35

00:05:07,567 --> 00:05:21,044

과정을 산·염기 반응이라고 보는데요. 조금 사실 위에서 우리가 얘기했던 브뢴스테드-로우리랑 아, 뜬금없이

36

00:05:21,075 --> 00:05:28,165

갑자기 웬 전자? 라고 생각을 할 수도 있지만 H^+ 의 이동을 하기 위해서는 반드시 이 배위 결합이

37

00:05:28,189 --> 00:05:38,010

형성이 되어야 돼요. 간단하게만 한번 좀 보고 갈게요.
예를 들어서 이제 HCl이라고 본다면 H-Cl이 이렇게

38

00:05:38,031 --> 00:05:48,847

존재를 하다가 H^+ 가 Cl^- 랑 떨어지는 그 과정
자체를 정의한 거는 아레니우스라고 봐주시면 돼요.

39

00:05:48,880 --> 00:05:59,662

그래서 이렇게 전자를 내놓고 H^+ 가 떨어져 나가게 되죠.
우리가 이 과정을 이제 아레니우스라고 그냥 봤다면

40

00:05:59,686 --> 00:06:07,513

이 H^+ 가 떨어진 다음에 혼자 존재를 하는 게
아니라 주변에 있는 물한테 가서 붙게 될 거예요.

41

00:06:07,559 --> 00:06:21,384

그래서 여기에 이제 물을 만약에 표시를 한다면
애네들이 반응을 해서 H^+ 가 물로 이렇게 이동을 하게

42

00:06:21,414 --> 00:06:32,309

되는데 그러면 하이드로늄 이온이 생기고, 여기에서 이제
 Cl^- 가 남게 되겠죠. 그러면 이렇게 H^+ 가 물한테 가는

43

00:06:32,335 --> 00:06:43,272

이 이동 과정을 정의한 거는 브뢴스테드-로우리라고
봐주시면 됩니다. 자, 그런데 이 H^+ 가 그냥 가서

44

00:06:43,294 --> 00:06:55,455

물에 붙는 게 아니라 H^+ 를 받기 위해서는 반드시 물에
존재하는 비공유 전자쌍이 이 수소 이온한테 결합을

45

00:06:55,462 --> 00:07:04,562

형성을 해주어야만 돼요. 즉, 이렇게 가는 과정에서 O와
 H^+ 사이에 새로운 결합이 형성될 때 이 비공유 전자쌍이

46

00:07:04,582 --> 00:07:13,111

관여를 한다는 거죠. 이 비공유 전자쌍을 그러면 누가
주냐면 물이 주는 역할을 하고, H^+ 는 받는 역할을 하죠.

47

00:07:13,139 --> 00:07:21,386

그래서 이 전자쌍을 공유해주는 거야라고 보는 게
루이스 정의라고 봐주시면 돼요. 사실 그러면

48

00:07:21,413 --> 00:07:27,991

이 3가지 정의가 완전히 다른 현상을 따로따로 설명을
한 게 아니라 한 가지 반응에서 어디에 포커스를

49

00:07:28,015 --> 00:07:34,820

맞추느냐에 따라서 정의를 조금씩 바꿨다라고 봐주시면

되겠죠. 전체적으로 보면 아레니우스가 가장

50
00:07:34,844 --> 00:07:41,726
좁은 부분을 설명을 하고, 이제 루이스로 갈수록 점점 더 많은, 넓은 반응을 설명하는 확장된 정의라고

51
00:07:41,731 --> 00:07:47,958
이해를 해주시면 될 거 같습니다. 자, 그런데 이제 화학II에서 이 얘기로 시작을 한 이유는

52
00:07:47,985 --> 00:07:56,668
우리가 앞으로 산과 염기를 얘기할 때 어떤 정의 가지고 얘기할 거냐면 브뢴스테드-로우리 정의를 가지고

53
00:07:56,695 --> 00:08:04,824
화학II에서는 얘기를 할 것이다라고 여러분들이 일단 기억을 해주시면 좋겠고요. 이 브뢴스테드-로우리에서

54
00:08:04,851 --> 00:08:12,604
또 빠질 수 없는 게 하나 있는데 바로 짝산과 짝염기의 개념이에요. 그래서 짝산과 짝염기가 어떻게 정의가 되고

55
00:08:12,631 --> 00:08:23,722
또 활용이 되는지 한번 몇 가지 예시를 가지고 보도록 하겠습니다. 사실 이 짝꿍 관계는 우리가

56
00:08:23,756 --> 00:08:31,535
브뢴스테드-로우리에서만 사실 얘기를 할 수가 있는데요. 한번 예를 들어 볼게요. 방금 전에 얘기했던

57
00:08:31,552 --> 00:08:42,436
HCl과 물의 산·염기 반응을 한번 생각을 해보도록 하겠습니다. 자, 그러면 이렇게 2개의 물질이 만났을 때

58
00:08:42,466 --> 00:08:48,738
어떤 반응이 일어난다라고 했냐면 양성자 즉, 수소 이온이 이동한다라고 했었죠. 그러면 수소 이온이

59
00:08:48,756 --> 00:08:57,477
이동을 하게 되었을 때 HCl은 Cl^- 만 이렇게 남게 될 거고 물 같은 경우에는 H^+ 를 받게 되어서

60
00:08:57,494 --> 00:09:07,651
하이드로늄 이온 H_3O^+ 를 만들게 되죠. 자, 이 과정에서 우리 수소를 준 애를 한번 찾아볼게요.

61
00:09:07,675 --> 00:09:15,013
수소를 이제 이온을 준 애는 바로 HCl에 해당을 하죠. 그래서 애는 브뢴스테드-로우리 정의에서

62

00:09:15,028 --> 00:09:22,245

산에 해당을 해요. 그러면 그 H^+ 누가 받았나요?
옆에 있는 물이 받았죠. 이 물이 H^+ 를 받았기 때문에

63

00:09:22,277 --> 00:09:30,852

애는 염기에 해당된다고 볼 수가 있어요. 자, 그런데
우리가 이렇게 H^+ 를 이동을 해서 만든 생성물을 보면

64

00:09:30,886 --> 00:09:38,645

애네들도 다시 H^+ 를 주고받을 수 있는 상태가 되었어요.
만약에 선생님의 이 손이 H^+ 라고 생각을 해볼게요.

65

00:09:38,669 --> 00:09:45,810

그러면 원래 이렇게 내가 붙이고 있다면 나는 산이라고
볼 수가 있겠죠. 왜냐하면 애를 떼어서 줄 수가 있으니까

66

00:09:45,853 --> 00:09:53,811

자, 그런데 애가 떨어졌어요. 그러면 남은 애는 뭐가
될까요? 다시 이 H^+ 를 받을 수 있는 상태가 되니까

67

00:09:53,838 --> 00:10:02,887

애가 떨어지자마자 남은 애는 바로 염기가 되겠죠. 애를
다시 받을 수 있는 역할이 된다고 봐주시면 돼요.

68

00:10:02,911 --> 00:10:12,465

그러면 HCl은 이렇게 붙이고 있는 상태인데 이 HCl이
 H^+ 떨어트리고 난 즉, 나머지 Cl^- 는 다시 H^+ 를

69

00:10:12,479 --> 00:10:21,629

받을 수 있는 상태가 되니까 염기가 됐다고 볼 수가
있겠죠. 그래서 Cl^- 는 염기가 되고요. H_3O^+ 는

70

00:10:21,649 --> 00:10:28,985

그러면 어떤가요? 물 같은 경우에는 이제 원래 떨어져
있고 받을 수 있는 상태였는데 애를 하나 더 붙였으니까

71

00:10:29,019 --> 00:10:38,382

그러면 애를 다시 떼어낼 수도 있겠죠. 그러면 애는
산이 된다고 봐주시면 돼요. 이렇게 H^+ 가 붙었다가

72

00:10:38,390 --> 00:10:45,938

떨어졌다가 하면서 산이 됐다가 염기가 됐다가 이렇게
왔다 갔다 하는데 그 산 됐다가 염기가 됐다가 하는

73

00:10:45,968 --> 00:10:54,214

그 물질들을 우리가 짝산-짝염기 관계라고 얘기를 해요.
그래서 방금 본 것처럼 HCl이 떨어지고 나면,

74
00:10:54,238 --> 00:11:03,244
 H^+ 떨어트리고 나면 염기가 됐죠. 그래서 HCl 과 Cl^- 는
짜산-짜염기 관계가 되고요. H_2O 방금 떨어져 있을 때

75
00:11:03,271 --> 00:11:14,855
염기였다가 붙이고 나니까 산이 됐어요. 애네 둘도
서로 짜산-짜염기 관계라고 봐주시면 됩니다.

76
00:11:14,881 --> 00:11:22,285
그래서 우리가 앞으로 짜산-짜염기 관계라고 부르는
거는 H^+ 를 붙이면 산, H^+ 를 떼어내면 염기라고

77
00:11:22,318 --> 00:11:30,080
부르는 그 물질들의 관계를 의미를 하게 돼요.
자, 그러면 한번 다른 반응을 예시로 들어볼게요.

78
00:11:30,114 --> 00:11:39,527
이번에는 우리 암모니아를 한번 볼까요? NH_3 가
이렇게 존재를 하는데 애가 물에 녹았다고 쳐보죠.

79
00:11:39,563 --> 00:11:46,835
그러면 H_2O 랑 만나게 될 텐데 암모니아는 우리가
염기라고 사실 잘 알고 있는데 OH^- 를 가지고 있지는

80
00:11:46,856 --> 00:11:53,759
않아요. 산소가 아예 없죠. 그런데도 불구하고 물에
녹아서 염기성을 나타내는 이유는 브뢴스테드-로우리

81
00:11:53,780 --> 00:12:01,689
염기이기 때문이에요. 자, 여기에서 NH_3 는
 OH^- 를 절대로 만들 수는 없지만 물한테서 H^+ 를

82
00:12:01,717 --> 00:12:12,192
뺏어올 수는 있어요. 뺏어오게 되면 애는 뭐를 만들게
되냐면 H^+ 를 받았으니까 우리 수소가 4개가 되겠네요.

83
00:12:12,212 --> 00:12:21,378
그래서 NH_4^+ 가 되고 이제 양이온 받으니까 +1가
양이온을 또 만들게 되겠죠. 그리고 물 같은 경우에는

84
00:12:21,395 --> 00:12:30,556
어떤가요? H^+ 를 떼어내서 주었기 때문에
애 같은 경우에는 나머지 애가 OH^- 가 되겠죠.

85
00:12:30,583 --> 00:12:36,645
자, 그렇다면 여기에서도 우리가 짜산-짜염기 관계를
한번 찾아볼 수가 있을 텐데, 조금 전에 암모니아 같은

86

00:12:36,685 --> 00:12:44,289

경우에는 우리 수소 이온을 받을 수 있는 애였어요.
그래서 브뢴스테드-로우리 염기라고 볼 수가 있었고,

87

00:12:44,332 --> 00:12:52,929

물 같은 경우에는 H^+ 를 떼어주었죠. 그래서 떼 수
있는 산에 해당을 합니다. 그런데 암모니아가 H^+ 를

88

00:12:52,953 --> 00:13:01,077

받고 나서 이제 암모늄 이온이 되니까 애가 만약에
이렇게 다시 돌아가려면 암모니아에서 H^+ 를

89

00:13:01,098 --> 00:13:11,733

떼어서 줘야 되겠죠. 그래서 애는 산이 되고, 암모니아와
암모늄 이온이 이렇게 짝산-짝염기 관계를 이룬다라고

90

00:13:11,773 --> 00:13:18,460

봐주시면 됩니다. 물도 마찬가지로인데요. 물 같은
경우에는 여기에서 수소 이온을 떼기 전에는 산이었지만

91

00:13:18,493 --> 00:13:27,610

이 수소 이온을 떼고 나니까 우리 OH^- 가 되었죠.
애 같은 경우에는 다시 H^+ 를 받아서 물로 돌아갈 수

92

00:13:27,634 --> 00:13:34,015

있어요. 그렇기 때문에 우리가 염기라고 부를 수
있고요. 그러면 물의 짝염기가 누구니라고 물어봤을 때

93

00:13:34,039 --> 00:13:41,038

아, 수산화 이온이야라고 대답을 해주실 수가 있겠네요.
이런 식으로 모든 브뢴스테드-로우리 반응에서는

94

00:13:41,084 --> 00:13:47,068

산이 염기가 됐다가 염기가 산이 됐다가 이런 과정이
반복이 되게 돼요. 그래서 짝산-짝염기를 찾을 수

95

00:13:47,107 --> 00:13:53,364

있는 게 일단 굉장히 중요하고, 여기에서 우리가 좀
특이한 애를 볼 수가 있어요. 어떤 특이한 애가 있으면

96

00:13:53,410 --> 00:14:00,350

바로 물이죠. 물 같은 경우에는 방금 HCl 이랑 만났을
때는 염기로 작용을 했어요. 그런데 암모니아랑

97

00:14:00,380 --> 00:14:07,901

만났을 때는 또 산으로 작용을 했죠. 산과 염기로
모두 존재를 할 수 있는 그런 물질을 우리가

98

00:14:07,941 --> 00:14:23,890

양쪽성 물질이라고 얘기를 합니다. 그래서 산과 염기 모두 작용이 가능하다. 좀 말을 바꿔 본다면

99
00:14:23,923 --> 00:14:31,640
 H^+ 를 줄 수도 있고, H^+ 를 받을 수도 있는 능력이 있는 애들이라고 얘기를 할 수가 있겠네요. 제일 대표적인

100
00:14:31,658 --> 00:14:38,378
애로 이제 우리가 자주 만날 애는 물이 있고요. 물 말고도 다양한 물질들이 양쪽성 물질로 이제 작용을

101
00:14:38,408 --> 00:14:44,098
할 수가 있어요. 자, 그리고 이거는 조금 이따가 선생님이 다시 한번 얘기를 하겠지만

102
00:14:44,122 --> 00:14:52,511
짝산-짝염기의 세기는 좀 관련이 있는데요. 일단 조금 러프하게 얘기를 한다면 우리가 산의 세기가

103
00:14:52,551 --> 00:14:59,823
강하다라고 한다면 화학 I 에서 어떻게 얘기했나요? H^+ 를 잘 많이 내놓는다라고 얘기를 할 수가 있었죠.

104
00:14:59,875 --> 00:15:07,946
자, 그러면 애는 내놓는 거를 좋아하니까 받는 거는 어떨까요? 붙여놓으면 다 떼어버리니까 잘 못 받겠죠.

105
00:15:07,973 --> 00:15:15,311
그래서 산의 세기가 강하면 강할수록 짝염기의 세기는 약하다라고 볼 수가 있어요. 그러니까 짝산과 짝염기의

106
00:15:15,348 --> 00:15:29,668
세기는 서로 반비례 관계에 해당을 하는데요. 산의 세기가 강할수록 그 산의 짝염기가 항상 존재를

107
00:15:29,692 --> 00:15:43,800
할 텐데요. 짝염기의 세기는 약하다. 이런 식으로만 일단 좀 여러분들이 기억을 해두시면 좋을 거 같아요.

108
00:15:43,820 --> 00:15:50,971
사실 이거는 화학 I 수준에서 충분히 이해를 할 수 있는 내용인데 이거를 어떻게 조금 더 엄밀하게

109
00:15:50,998 --> 00:15:58,220
따질 수 있는지는 오늘 강의를 끝까지 들으면 알 수가 있을 거 같습니다. 자, 우리는 지금부터 이제 본격적으로

110
00:15:58,244 --> 00:16:04,573
무슨 얘기를 할 수가 있게 됐냐면 산과 염기의

세기에 대해서 이제 얘기를 할 수가 있게 됐어요.

111

00:16:04,587 --> 00:16:11,772

우리는 앞의 화학 I 까지 산·염기를 배울 때 어떤 산이 그냥 세다, 약하다. 이 구분까지만 했는데요.

112

00:16:11,806 --> 00:16:19,158

화학 II 부터는 이 산이 얼마나 강한지, 얼마나 약한지 이거를 숫자로 표현을 할 거예요. 그래서 오늘은

113

00:16:19,178 --> 00:16:29,565

산·염기의 세기를 숫자로 나타내는 방법을 한번 배워보도록 하겠습니다. 일단 우리가 산과 염기의

114

00:16:29,579 --> 00:16:36,642

세기를 나타내는 방법은 크게 2가지로 나눌 수가 있는데 일단 이온화도라는 굉장히 심플한 개념을 적용을

115

00:16:36,663 --> 00:16:45,130

할 수가 있어요. 자, 그러면 이온화도 먼저 이게 무슨 소리인지 한번 이해를 해보도록 하겠습니다.

116

00:16:45,144 --> 00:16:53,361

이온화도는 우리가 기호로 쓸 때 보통 α 라고 많이 표현을 하는데요. 애는 말 그대로 이온화하는 정도예요.

117

00:16:53,381 --> 00:17:05,267

이온화하는 비율을 나타낸다고 봐주시면 돼요. 그래서 이온화도는 꼭 산이랑 염기에만 사용을 해야 되는

118

00:17:05,294 --> 00:17:16,039

개념이 아니라 모든 이온화하는 물질에 다 적용을 할 수가 있습니다. α 와 같은 경우에는요.

119

00:17:16,075 --> 00:17:23,992

용해된, 우리가 일반적으로 물을 용해로 많이 사용을 하죠. 용매의 어떤 물질을 녹였을 때 용해된 몰수가

120

00:17:24,022 --> 00:17:37,309

있고요. 용해를 한 다음에 이온화를 하는 애들이 있어요. 그래서 이온화한 몰수를 이렇게 분수로 나타낸 거예요.

121

00:17:37,333 --> 00:17:42,969

그러면 이제 이온화도가 높다. 모두 다 이온화를 하면 어떨까요? 녹는 애가 다 이온화하니깐

122

00:17:43,000 --> 00:17:50,413

용해된 몰수랑 이온화한 몰수가 똑같겠죠. 만약에 10개 녹였는데 하나만 이온화를 했다고 한다면

123

00:17:50,420 --> 00:17:56,856

우리 10개 용해했는데 이온화한 거 하나, 그러면 1/10이 되겠네요. 하나도 이온화를 안 했으면 이온화한 게

124

00:17:56,877 --> 00:18:07,028

0이니까 즉, 0이 되겠죠. 그러니까 α 같은 경우에는 범위가 정해져 있는데 0보다는 크거나 같아야 되고요.

125

00:18:07,048 --> 00:18:15,849

그리고 1보다는 작거나 같아야 합니다. 그래서 이제 α 같은 경우에는 애네들이 얼마나 이온화했느냐

126

00:18:15,875 --> 00:18:22,912

심플하게 비율인데 그러면 α 가 크다는 건 뭔가요? 이온화를 많이 한다는 소리니까 산과 염기에서는

127

00:18:22,942 --> 00:18:36,224

H^+ 를 많이 내놓고 OH^- 를 많이 내놓는다. 이렇게 이해를 할 수가 있겠죠. 쉽게 보면 이온화도 α 가 클수록

128

00:18:36,245 --> 00:18:44,794

산이나 염기의 세기가 강하다라고 이해를 할 수 있겠네요. 정말 쉽죠. 그런데 문제는 이 이온화도를

129

00:18:44,812 --> 00:18:51,999

우리가 잘 사용을 하지 않는다는 게 문제입니다. 왜 사용을 안 하나면 사실 이온화도가 정확한 어떤

130

00:18:52,042 --> 00:18:59,922

비교 수치가 될 수 없기 때문인데요. 우리가 앞으로 사용할 이온화상수를 보면 왜 그런지 조금 더

131

00:18:59,948 --> 00:19:08,928

이해를 할 수가 있을 거 같아요. 자, 우리가 이제 화학II에서 산과 염기 얘기를 할 때 주로 비교를 할

132

00:19:08,962 --> 00:19:18,898

그 수치는 이온화상수라고 하는데요. 애는 산과 염기를 적용하는 게 조금 달라요. 각각 한번 보도록 할게요.

133

00:19:18,938 --> 00:19:32,769

일단 이온화상수는 넓은 의미에서 우리가 앞의 단원에서 배웠던 평형상수의 일종이라고 봐주시면 됩니다.

134

00:19:32,808 --> 00:19:41,519

그래서 이제 산 같은 경우에는 산이 이온화하는 반응의 평형상수 이렇게 봐주시면 되는데 산을 우리가 편의상

135

00:19:41,543 --> 00:19:47,956

HA라고 표현을 한번 해볼게요. 애는 HCl이 될 수도 있고, HBr이 될 수도 있고, HNO₃ 가 될 수도 있는데

136

00:19:47,986 --> 00:19:56,605

모두 H를 가지고 있죠. 그래서 HA라고 한번 표시를 해볼게요. 그러면 애가 이제 물이랑 만나서

137

00:19:56,632 --> 00:20:04,930

어떤 일이 벌어지게 되냐면 H⁺ 를 물한테 줘버리게 되죠. 그래서 H₃ O⁺ 하이드로늄 이온 만들고요.

138

00:20:04,976 --> 00:20:15,570

그리고 여기에 있는 애는 짝염기만 남겠죠. A⁻ 가 될 거예요. 자, 그렇다면 이 이온화 반응을 선생님이

139

00:20:15,590 --> 00:20:24,254

화학반응식으로 썼는데 이거에 대한 평형상수도 우리가 식으로 쓸 수가 있을 거 같아요. 선생님이 평형상수

140

00:20:24,282 --> 00:20:31,510

정말 중요하다고 많이 얘기를 했는데 지금처럼 사용을 하게 됩니다. 우리가 산이 영어로 acid예요. 그래서

141

00:20:31,534 --> 00:20:39,098

a로 많이 표현을 하는데 Ka라고 이온화상수를 표시해볼게요. 그러면 이 반응의 평형상수를

142

00:20:39,141 --> 00:20:46,104

쓰기 위해서는 분모에 반응물 써줘야 되겠죠. 그런데 반응물이 2가지가 있는데 HA는 수용액 상태고,

143

00:20:46,128 --> 00:20:53,113

물은 liquid 즉, 액체 상태예요. 우리 액체나 고체 상태는 농도가 일정하기 때문에 평형상수식에서 빼줬던 거

144

00:20:53,142 --> 00:21:01,715

기억나시죠? 그래서 물은 쓰지 않고 분모에는 HA만 이렇게 써주도록 할게요. 그리고 이제 분자에는

145

00:21:01,723 --> 00:21:11,453

뭘 써줘야 되냐면 생성물 써줘야 되겠죠. 둘 다 수용액 상태니까 A⁻ 와 H₃ O⁺ 의 농도를 이렇게 써주도록

146

00:21:11,480 --> 00:21:19,804

하겠습니다. 자, 그러면 우리는 여기서 뭘 알 수 있냐면 아, 평형상수인데 이 평형상수가 클수록 산의 세기가

147

00:21:19,818 --> 00:21:26,596

어떻다라고 볼 수가 있을까요? 평형상수는 반응이 얼마나 진행이 많이 되었을 때 안정해지나라는 것을

148

00:21:26,633 --> 00:21:32,728

의미하죠. 그런데 K 애가 크다라는 거는 애가 이온화를 많이 해야 안정하다라는 거를 우리한테 알려주는

149

00:21:32,739 --> 00:21:38,999

거예요. 그 말은 이온화를 많이 할 수 있으니까 산의 세기가 더 세진다라는 거를 의미를 하겠죠.

150

00:21:39,013 --> 00:21:49,338

그래서 K_a 가 크다라는 거는 산의 세기가 크다고 우리가 이해를 해줄 수가 있어요. 자, 그러면

151

00:21:49,371 --> 00:21:58,544

염기에 대해서도 한번 적용을 해볼게요. 염기 같은 경우에는 염기가 영어로 base여서 b로 많이

152

00:21:58,587 --> 00:22:05,173

표시를 하는데요. 우리는 아레니우스가 아니라 브뢴스테드-로우리 정의로 사용을 할 거기 때문에

153

00:22:05,220 --> 00:22:10,708

BOH가 아니라 그냥 B로 한번 써보도록 하겠습니다. 암모니아 같은 존재라고 생각을 하시면 돼요.

154

00:22:10,738 --> 00:22:19,793

자, 그러면 애가 물이랑 만났을 때 무슨 짓을 하나면 물한테서 H^+ 를 뺏어올 수가 있겠죠. 그러면 애는

155

00:22:19,804 --> 00:22:28,161

BH^+ 이런 식으로 수소 이온을 받을 수가 있게 되고요. 그리고 물 같은 경우에는 수소 이온을 뺏겼기 때문에

156

00:22:28,208 --> 00:22:37,636

우리 수산화 이온 OH^- 를 이렇게 내놓게 되겠네요. 자, 그러면 이 반응에 대해서도 우리가 평형상수를

157

00:22:37,676 --> 00:22:47,234

쓸 수가 있게 되는데 평형상수 같은 경우에는 아까처럼 대문자 K로 쓰고 애는 염기니까 b로 한번

158

00:22:47,248 --> 00:22:55,461

달아줘 볼게요. 그리고 식을 쓸 건데 우리 분모 같은 경우에는 아까 산이랑 마찬가지로 물은 표시를 하면

159

00:22:55,491 --> 00:23:03,920

안 되겠죠, 액체 상태니까. 그래서 여기에는 B 염기의 농도만 사용을 해주시면 되고요. 분자 같은 경우에는

160

00:23:03,950 --> 00:23:14,685

우리 생성물에 해당을 하는데 생성물 2가지 있네요.
 BH^+ , 그리고 OH^- 이렇게 쓰면 우리가 염기의 세기를

161

00:23:14,706 --> 00:23:21,440

나타내는 이온화상수인 K_b 를 식으로 나타낼 수가 있게 됩니다. 자, 여기에서도 마찬가지로 의미를 좀

162

00:23:21,466 --> 00:23:28,485

해석을 할 수가 있는데 K_b 가 크다는 소리는 뭘까요?
애가 정반응을 많이 해야 안정하다. 그러면 정반응을

163

00:23:28,513 --> 00:23:36,028

많이 해야 안정하다라는 거는 b가 수소를 잘 받을 수 있다라고 해석을 해주시면 되겠네요. 그래서 우리

164

00:23:36,048 --> 00:23:48,435

K_b 가 크다는 건 애가 H^+ 를 되게 잘 받는다. 잘 받는 거는 염기가 강한 염기이다라고 봐주시면 되겠죠.

165

00:23:48,469 --> 00:23:56,120

그래서 이런 식으로 염기의 세기가 강한 거는 K_b 로 비교를 할 수가 있게 됩니다. 즉, 우리가 산·염기의

166

00:23:56,156 --> 00:24:02,789

세기를 비교할 때 앞에서 우리가 배웠던 평형상수를 좀 활용할 수 있다라는 거를 방금 얘기를 한 건데

167

00:24:02,826 --> 00:24:10,241

그러면 이온화도랑 이온화상수 사이에는 무슨 관계가 있는지 한번 얘기를 해볼게요. 사실 이거는 어디에서만

168

00:24:10,262 --> 00:24:16,391

의미가 있냐면 약산과 약염기에서만 관계가 있는데요. 왜냐하면 강산은 너무 심플하거든요.

169

00:24:16,437 --> 00:24:23,013

예를 들어서 우리가 조금 전에 이온화도의 범위를 0부터 1까지라고 얘기를 했죠. 우리가 일반적으로

170

00:24:23,040 --> 00:24:32,348

강산, 강염기라고 부르는 애들은 대부분 α 가 그냥 1이라고 봐주시면 돼요. 애는 식을 쓸 필요가 없는 거죠.

171

00:24:32,378 --> 00:24:39,480

그냥 α 가 1이라고 놓으면 되기 때문에 우리가 굳이

머리 아프게 애랑 애 관계를 볼 필요가 없는데

172

00:24:39,529 --> 00:24:47,589

약산과 약염기 같은 경우에는 똑같은 약산이 아니라
누가 조금이라도 더 약한가, 강한가를 비교해줄 수가

173

00:24:47,613 --> 00:24:55,339

있어야 되잖아요. 그래서 산·염기의 세기를 비교하는
거는 약산, 약염기에 대해서 이 2개의 관계를 한번

174

00:24:55,360 --> 00:25:04,445

알아보도록 하겠습니다. 약산과 약염기 중에서
우리가 계산이 조금 더 편한 거를 예로 들 텐데

175

00:25:04,497 --> 00:25:15,422

약산의 경우에 대해서 한번 예를 들어 볼게요. 우리가
아까 얘기했던 것처럼 HA라고 일반 형태의 식을 한번

176

00:25:15,442 --> 00:25:26,212

쓰고 시작을 해볼게요. 애가 이렇게 물이랑 만나서
이온화를 하게 되면 A^- 짝염기를 만들게 되고요.

177

00:25:26,236 --> 00:25:36,591

그리고 하이드로늄 이온 H_3O^+ 를 만들게 되죠.
우리가 여기에서 미지수를 하나 놓고 시작을 할 텐데

178

00:25:36,640 --> 00:25:47,009

HA의 초기 농도를 C라고 한번 놔볼게요. 일반적으로
몰농도 사용하시면 되겠죠. 자, 초기 농도가 애가 C예요.

179

00:25:47,040 --> 00:25:54,847

그런데 애는 약산이기 때문에 100% 이온화를 하지는
않고 일부만 이온화를 해서 이렇게 생성물을 만들게

180

00:25:54,868 --> 00:26:03,131

될 거예요. 자, 그런데 얼마만큼 이온화를 하는지를
우리가 α 로 이제 나타낼 수가 있을 거 같은데

181

00:26:03,158 --> 00:26:09,659

α 는 비율이라고 했잖아요. 그러면 C에다가 α 를 곱하면
얼마나 반응을 하는지 그 반응하는 양을 계산을

182

00:26:09,680 --> 00:26:20,623

할 수가 있을 거예요. 그러면 반응 같은 경우에는
C에다가 α 를 곱한 만큼 반응한다라고 보시면 되겠네요.

183

00:26:20,637 --> 00:26:26,842

예를 들어 α 가 0.1이라면 10%가 반응한다라는
소리잖아요. 10개 중의 하나 반응하는 거니까.

184

00:26:26,866 --> 00:26:33,521

예를 들어 2 몰농도가 있는데 1/10이 반응해서 없어졌다. 그러면 0.2가 없어졌다고 봐주시면

185

00:26:33,561 --> 00:26:42,676

되는 거죠. 그러면 여기 반응비를 보니까 애가 1:1:1이니까 A^- 는 Ca만큼 늘어날 거고, 그리고

186

00:26:42,706 --> 00:26:52,353

H_3O^+ 도 역시 Ca만큼 늘어난다라고 봐줄 수가 있겠네요. 자, 그러면 이렇게 반응을 다 하고 나서

187

00:26:52,377 --> 00:27:00,137

애가 평형 상태에 도달을 했어요. 평형이라는 거는 이제 더 이상 반응을 진행하지 않는 그런 농도가 일정한

188

00:27:00,170 --> 00:27:07,892

지점을 의미를 했었죠. 그러면 평형에서는 HA가 처음에 C 있었는데 Ca만큼 반응해서 C-Ca만큼

189

00:27:07,903 --> 00:27:16,140

존재를 하게 될 거고요. A^- 도 Ca, H_3O^+ 도 Ca만큼 이렇게 존재를 하게 될 거예요. 자, 그렇다면

190

00:27:16,167 --> 00:27:23,744

우리 이 농도를 가지고, 평형에서의 농도를 가지고 평형상수식에다가 대입을 해줄 수가 있겠네요.

191

00:27:23,797 --> 00:27:31,638

평형상수가 그런데 Ka라고 했었죠. 산이니까 Ka에다가 대입을 해본다면 식 한번 다시 쓸게요.

192

00:27:31,667 --> 00:27:42,659

애는 $[H_3O^+][A^-]/[HA]$ 이렇게 식을 쓸 수가 있었는데 애를 여기다가 이제 다 대입을 해주면 되는 거죠.

193

00:27:42,680 --> 00:27:53,162

그러면 HA는 C-Ca, 그리고 이제 A^- 는 Ca, 애도 Ca니까 $(Ca)^2$ 이라고 표시를 해주도록 하겠습니다.

194

00:27:53,176 --> 00:28:00,579

그러면 이것을 한번 좀 정리를 했을 때 분자, 분모를 다 C로 약분해줄 수가 있겠죠. 그러면 애는 1-a가

195

00:28:00,612 --> 00:28:07,841

될 거고요. 여기에서는 Ca^2 이 이렇게 된다고 봐줄 수가 있어요. 자, 그런데 지금 식이 너무 복잡하기

196

00:28:07,865 --> 00:28:13,774

때문에 우리가 근사를 한번 해줄 텐데요. 조금 전에 선생님이 이거 어디에다가 적용할 거라고 했냐면

197

00:28:13,801 --> 00:28:20,754

약산에다가 적용한다 그랬죠. 약산 같은 경우에는 이온화를 많이 할까요, 적게 할까요? 굉장히 사실

198

00:28:20,799 --> 00:28:29,083

적게 합니다. 약산이라는 거는 H^+ 를 잘 못 내놓는다라는 소리잖아요. 그래서 a 가 되게 작은 경우를 의미를

199

00:28:29,104 --> 00:28:39,021

하는데 뭐에 비해서 작냐면 1에 비해서 작아요. 그래서 a 가 1에 비해서 많이 작다라고 가정을 한번 해보도록

200

00:28:39,038 --> 00:28:46,001

할게요. 그러면 이걸 이용해서 이 밑에 있는 식을 우리가 좀 근사를 할 수가 있게 되는데 a 가 1에 비해서

201

00:28:46,025 --> 00:28:54,012

많이 작기 때문에 우리는 $1-a$ 를 그냥 1로 근사할 수 있게 돼요. 이게 무슨 소리냐면 근사를 할 때

202

00:28:54,039 --> 00:28:59,592

절대적인 수치가 중요한 게 아니라 비교를 했을 때 얼마나 차이가 많이 나는지가 중요합니다.

203

00:28:59,642 --> 00:29:06,443

선생님이 아무것도 없는데, 돈이 아무것도 없다가 길 가다가 100원을 주웠어요. 그러면 아무것도 없다가

204

00:29:06,469 --> 00:29:12,663

100원을 주웠는데 그러면 100원은 선생님한테 되게 큰 거죠. 그런데 만약에 선생님이 한 1억쯤 있는데,

205

00:29:12,678 --> 00:29:19,063

1억이 있는데 100원을 잃어버렸어요. 그러면 선생님이 1억 100원 있다라고 얘기를 할까요? 그냥 1억 있다고

206

00:29:19,090 --> 00:29:26,352

얘기를 하겠죠. 그래서 100원 자체가 얼마나 크냐 작냐를 비교하는 건 별로 의미가 없고, 원래 어떤

207

00:29:26,373 --> 00:29:33,828

상태였을 때 그 100원을 가졌는지가 더 중요하다는 거죠. 그래서 a 가 작다라고 했을 때 우리가

208

00:29:33,835 --> 00:29:41,919

근사를 여기서 다 작으니까 근사해버려야지라고 하면 안 되고 비교할 상대가 있을 때만 근사를 해주셔야 됩니다.

209

00:29:41,959 --> 00:29:49,677

자, 봐주시면 분자에도 α 가 있고, 분모에도 α 가 있죠. 그런데 분모에는 항이 2개가 있어요. 1과 α 가 있죠.

210

00:29:49,704 --> 00:29:57,690

그런데 1에 비해서 α 가 너무 작으니까 선생님이 근사를 해서 없애버릴 거예요. 자, 그런데 우리 분모에서

211

00:29:57,714 --> 00:30:03,567

근사했으니까 분자에서도 근사해야지 이렇게 지우면 안 돼요. 왜냐하면 분자에는 항이 하나밖에 없죠.

212

00:30:03,581 --> 00:30:10,297

그러면 비교할 상대가 없는 거예요. 그래서 여기에 있는 애는 근사를 절대로 하시면 안 됩니다.

213

00:30:10,324 --> 00:30:20,162

그래서 우리는 분모에 있는 α 만 근사를 하게 되고 이걸 정리하게 되면 그냥 Ca^2 만 남게 되죠. 그래서 Ca^2 이

214

00:30:20,199 --> 00:30:30,798

지금 뭐랑 비슷한 값을 가지게 되냐면 K_a 랑 비슷한 값을 가지게 돼요. 즉, 다시 한번 쓴다면 $K_a = \text{Ca}^2$ 이다라고

215

00:30:30,809 --> 00:30:37,878

볼 수가 있겠네요. 물론 근사치니까 늘 이렇게 써줘야 되겠지만. 자, 그러면 우리가 약산에 대해서 이런

216

00:30:37,892 --> 00:30:46,067

관계식을 완성을 했는데요. 여기에서 우리가 평형상수의 특성을 한번 생각을 해볼게요. 평형상수는

217

00:30:46,087 --> 00:30:58,250

뭐에만 의존했었냐면 온도에만 의존했었던 거 기억나시죠? K_a 는 온도에 따라서만 바뀌는 상수였었어요

218

00:30:58,277 --> 00:31:05,433

자, 그런데 온도가 바뀌면 K_a 가 바뀌겠죠. K_a 가 바뀌니까 누구도 같이 바뀔까요? α 도 같이 바뀌어요.

219

00:31:05,460 --> 00:31:13,765

그러면 아, 이 α 는 온도에 따라 바뀌는구나라는 거 하나 우리가 알 수가 있고, 그런데 α 는 온도에 의해서만

220

00:31:13,791 --> 00:31:22,033

바뀌는 게 아니라 이 앞에 있는 농도의, 우리 C 를 농도라고 했었죠. 농도에 의해서도 바뀌게 돼요.

221

00:31:22,054 --> 00:31:28,569

만약에 똑같은 온도인데 C 를 키웠어요. 즉, 농도를 진하게 해주면 어떻게 될까요? 그러면 C 와 a^2 이

222

00:31:28,590 --> 00:31:36,644

반비례 관계이기 때문에 같은 온도에서 a 가 떨어지는 결과를 가지고 오게 되겠죠. 그래서 a 는

223

00:31:36,664 --> 00:31:47,287

온도뿐만 아니라 농도에 따라서도 달라질 수가 있게 돼요. 자, 그러면 우리가 산·염기의 세기를 비교할 건데

224

00:31:47,308 --> 00:31:55,213

HCl 이렇게 어떤 산을 갖다 놓고 비교할 건데 개가 농도에 따라서 세기가 달라질까요? 그러지는 않죠.

225

00:31:55,231 --> 00:32:02,785

산과 염기의 세기는 물질의 고유 특성이기 때문에 농도에 의해서 달라지면 안 돼요. 그렇기 때문에

226

00:32:02,812 --> 00:32:11,277

우리는 최대한 산·염기의 세기를 비교할 때는 변수가 적은 것을 택해주어야 되겠죠. 그래서 K_a 가 조금 더

227

00:32:11,291 --> 00:32:19,205

우리가 산·염기의 세기를 비교할 때 좋은 기준이 될 수가 있겠다라고 기억을 해주시면 됩니다. 그리고 이 K_a 가

228

00:32:19,235 --> 00:32:28,239

Ca^{2+} 에 해당한다라는 거 쓸 때 주의하셔야 되는데 이거 정말 유용한 식이지만 애는 약산 또는 약염기에만

229

00:32:28,257 --> 00:32:37,327

적용을 해야 됩니다. 방금 얘기했듯이 이제 강산이나 강염기 같은 경우에는 a 가 그냥 1에 해당하죠.

230

00:32:37,354 --> 00:32:44,468

그래서 a 가 너무 큰 값을 가지기 때문에 K_a 랑 이렇게 연관을 짓기가 좀 힘들어요. 이 근사식은 사실

231

00:32:44,482 --> 00:32:51,935

$1-a$ 에서 a 를 근사할 수 있기 때문에 나온 식이었기 때문에 약산, 약염기에만 이 식을 사용하실 수가

232

00:32:51,962 --> 00:32:59,705

있어야 됩니다. 자, 그러면 우리가 이제 산과

염기의 세기를 어떻게 나타내는지에 대해서 지금 좀

233

00:32:59,731 --> 00:33:09,178

애기를 해봤는데요. 우리가 이 산·염기의 세기의 어떤 기준이 되는 중요한 물질이 뭐냐면 물이에요.

234

00:33:09,199 --> 00:33:22,860

그래서 물이 어떻게 자기들끼리 산과 염기로 작용하는지 한번 애기를 좀 더 해보려고 합니다. 즉, 물의

235

00:33:22,868 --> 00:33:29,621

자동이온화에 대해서 애기를 할 텐데요. 물의 자동이온화는 여러분들이 화학 I 에서 한 번쯤

236

00:33:29,654 --> 00:33:37,334

들어봤을 주제인데 애를 방금 애기한 이온화상수를 이용해서 조금 더 엄밀하게 우리 평형 개념까지

237

00:33:37,358 --> 00:33:44,151

도입을 할 수가 있게 되요. 그리고 이것을 이해를 하면 우리가 pH도 조금 더 정확하게 이해를 할 수가

238

00:33:44,166 --> 00:33:53,790

있게 됩니다. 자, 그러면 자동이온화가 뭔지 한번 식으로 애기를 해볼게요. 물은 아까 뭐라고 얘기했냐면

239

00:33:53,820 --> 00:33:59,125

양쪽성 물질이라고 얘기했어요. 즉, 산으로도 작용할 수 있고, 염기로도 작용할 수 있다 그랬죠.

240

00:33:59,161 --> 00:34:08,014

그런데 이 물이 자기들끼리만 있어도 이렇게 산과 염기로 작용을 할 수가 있게 되는데 물이 2분자

241

00:34:08,029 --> 00:34:13,531

있다고 생각을 해볼게요. 물론 $2H_2O$ 라고 써도 괜찮지만 따로따로 써보도록 하겠습니다.

242

00:34:13,548 --> 00:34:21,191

자, 그러면 자기들끼리, 아무것도 안 넣어줘도 자기들끼리 H^+ 를 막 떼었다가 붙었다가 주고받고

243

00:34:21,218 --> 00:34:29,527

이런 일이 벌어지게 돼요. 자, 그러면 여기 있는 애가 이렇게 H^+ 를 떼어줬다고 한번 생각을 해볼게요.

244

00:34:29,557 --> 00:34:37,230

그러면 여기에 있는 애는 앞에 있는 애는 염기로 작용한 거고, 뒤에 있는 애는 산으로 작용을 한 거죠.

245

00:34:37,254 --> 00:34:45,122

양쪽성 물질이니까 이게 가능한 거예요. 자,
그렇다면 여기에서 애네들이 누구를 만들게 되냐면

246

00:34:45,162 --> 00:34:58,642

H_3O^+ 를 만들게 되고요. 그리고 OH^- 를 또 만들게 돼요.
그러면 우리는 그냥 순수한 물만 놔둬도 2가지 이온이

247

00:34:58,678 --> 00:35:05,406

생성이 되는 건데 바로 하이드로늄 이온이랑 수산화
이온 2가지가 생기게 되죠. 자, 이것을 보고 우리

248

00:35:05,423 --> 00:35:12,385

물이 자동이온화했다라고 얘기를 해요. 말 그대로죠.
그냥 가만히 놔뒀더니 이온을 만들었다. 이렇게

249

00:35:12,403 --> 00:35:18,750

봐주시면 됩니다. 이것도 우리 화학 반응의
일종이기 때문에 평형상수에 도입을 할 수가 있는데

250

00:35:18,796 --> 00:35:25,421

사실 이 자동이온화 반응이 정말 물에서 중요한
반응이기 때문에 우리가 또 붙여줄 거예요. Kw라고

251

00:35:25,455 --> 00:35:31,707

붙여주도록 하겠습니다. water의 w라고 봐주시면
되고요. 자, 그러면 이 식을 한번 써볼 텐데요.

252

00:35:31,740 --> 00:35:39,709

여기에서 또 주의해줘야 될 게 바로 상태예요.
반응물에 있는 물 같은 경우에는 둘 다 액체 상태죠.

253

00:35:39,726 --> 00:35:47,740

그러면 애는 농도가 의미가 없기 때문에
평형상수식에서도 빼주셔야 되고 Kw에는 그렇다면

254

00:35:47,754 --> 00:35:58,581

이 하이드로늄 이온과 수산화 이온 2가지 이온의 곱만
써주시면 돼요. H_3O^+ 그리고 OH^- 이렇게 2가지

255

00:35:58,602 --> 00:36:06,428

이온의 곱으로 Kw를 나타낼 수가 있게 됩니다.
자, 그러면 이 Kw가 어떤 값을 가지느냐를 보고

256

00:36:06,454 --> 00:36:12,148

물이 자동이온화를 많이 하느냐, 적게 하느냐 이걸
볼 수가 있는데 이 숫자가 좀 중요해요. 아마 곧 외우시게

257

00:36:12,169 --> 00:36:25,738

되겠지만 Kw는 대략 1.0×10^{-14} 의 값을 가지게 됩니다.
일단 그 크기를 보면 굉장히 작죠. -14승이기 때문에

258

00:36:25,766 --> 00:36:33,631

이 자동이온화 반응은 사실 굉장히 잘 안 일어나는,
적게 일어나는 반응이다라고 이해를 해줄 수가 있습니다.

259

00:36:33,649 --> 00:36:41,477

그리고 또 중요한 거는 이게 평형상수잖아요. 평형상수는
온도에 따라서 달라지죠. 그래서 애가 항상

260

00:36:41,503 --> 00:36:51,804

10^{-14} 이 아니라 딱 특정 온도, 애는 우리가 일반적으로
살고 있는 상온을 기준으로 해요. 그래서 25°C에서

261

00:36:51,831 --> 00:37:01,524

10^{-14} 이다라는 것을 이제 알고 계시면 됩니다. 자,
그러면 조금 전에 온도에 따라서 달라진다고 그랬죠.

262

00:37:01,548 --> 00:37:08,760

그런데 온도에 따라서 K가 달라지는 건 우리가 바로
전전 단원에서 배웠던 평형 이동의 원리를 가지고

263

00:37:08,768 --> 00:37:15,121

좀 이해를 할 수가 있게 돼요. 자, 사실 애는
양쪽으로 오갈 수 있는 가역반응에 해당을 하는데요.

264

00:37:15,148 --> 00:37:23,266

우리 애의 역반응 보면 어디서 많이 본 반응이죠? H^+ 랑
 OH^- 가 만나서 물 만드는 중화 반응이라고 봐주시면

265

00:37:23,287 --> 00:37:32,356

돼요. 그러면 우리 역반응은 중화 반응이니까 발열
반응에 해당을 하죠. 그러면 거꾸로 이제 물이

266

00:37:32,386 --> 00:37:42,559

이온화를 해서 이온들을 만드는 거는 흡열 반응이라고
우리가 봐줄 수가 있겠네요. 자, 그러면 우리

267

00:37:42,580 --> 00:37:48,260

평형 이동의 원리, 르 샤틀리에의 원리 복습을
한번 해볼까요? 온도가 높아졌을 때 이 반응은

268

00:37:48,275 --> 00:37:59,130

더 잘 일어날까요, 더 잘 안 일어날까요? 온도를 높이면
되면 이제 이미 평형에 도달해 있어도 이 변화를

269

00:37:59,169 --> 00:38:05,688

상쇄하는 방향으로 평형 이동한다고 했었죠. 온도를 높이면 온도를 낮추고 싶어 해요. 그러면 무슨 반응

270

00:38:05,722 --> 00:38:15,648

해야 될까요? 우리 흡열 반응 해야 되겠죠. 흡열 반응이 더 많이 일어나야 되고, 이 물의 자동이온화 같은

271

00:38:15,669 --> 00:38:23,713

경우에는 흡열 반응이 지금 정반응에 해당을 하죠. 그러면 애는 정반응이 더 많이 일어난다라고

272

00:38:23,734 --> 00:38:30,235

이해를 해주시면 돼요. 정반응이 더 많이 일어난다라는 건 평형에서 2가지 이온이 더 많이 존재한다라는 거를

273

00:38:30,265 --> 00:38:39,350

의미를 하겠네요. 그러면 Kw의 값이 커지겠다라고 이해를 해주시면 됩니다. 온도가 바뀌면

274

00:38:39,364 --> 00:38:45,124

Kw가 바뀌는데 이제 물의 자동이온화 반응 같은 경우에는 흡열 반응이니까 온도 높였을 때 평형상수

275

00:38:45,144 --> 00:38:53,819

커지는구나. 이렇게 이해해주실 수가 있겠죠. 자, 그렇다면 물의 자동이온화 반응은 이렇게 얘기를

276

00:38:53,836 --> 00:39:01,052

할 수가 있는데 조금 전에 이거 이해하면 pH가 된지 정확하게 이해할 수 있다라고 얘기를 했었죠.

277

00:39:01,083 --> 00:39:08,209

pH 같은 경우에는 우리 용액의 액성을 애가 산성이냐, 중성이냐, 염기성이냐를 판단할 때 많이 얘기를

278

00:39:08,229 --> 00:39:14,472

했었던 건데 여러분들이 아마 많이 외우고 있을 거예요. 중성은 pH가 7이다. 이렇게 외우고 있었는데

279

00:39:14,506 --> 00:39:22,711

그게 왜 그런지 한번 알아보도록 하겠습니다. 자, 일단 우리가 용액의 액성이라고 하는 거를 이해를 하셔야

280

00:39:22,731 --> 00:39:31,583

되는데요. 어떤 용액이 중성이다라고 하는 거는 물의 H^+ 랑 OH^- 가 없다라는 걸 의미하는 게 아니에요.

281

00:39:31,604 --> 00:39:43,406

방금 봤듯이 어떤 용액에서든 H_3O^+ 랑 OH^- 는 다 존재를 하는 거죠. 그런데 우리가 중성이라고

282

00:39:43,446 --> 00:39:52,306

하는 거는 H^+ 랑 OH^- 가 같은 양만큼 존재할 때 중성이다라고 이해를 해주시면 돼요. 여기에서

283

00:39:52,333 --> 00:39:58,670

이제 여러분들이 조금 헷갈릴 수 있는 게 조금 전에는 H_3O^+ 라고 했는데 왜 여기는 H^+ 라고 하죠? 라고

284

00:39:58,687 --> 00:40:05,029

좀 궁금해하실 수가 있는데 애는 그냥 같은 거라고 보시면 됩니다. 왜냐하면 물속에 H^+ 를 집어넣으면

285

00:40:05,034 --> 00:40:11,257

개가 절대로 혼자 존재를 못해요. 주변에 있는 물이 H^+ 를 다 자기 몸에 붙어버려서 이렇게 하이드로늄 이온

286

00:40:11,271 --> 00:40:20,826

형태로 존재를 하거든요. 우리가 지금까지 얘기했던 모든 H^+ 는 물속에서는 물이랑 붙어서 H_3O^+ 로 존재한다라고

287

00:40:20,853 --> 00:40:26,914

봐주시면 돼요. 그래서 좀 귀찮을 때는 그냥 H^+ 로 쓰기도 하고, 좀 정확하게 나타내주고 싶을 때는

288

00:40:26,942 --> 00:40:33,965

H_3O^+ 로 표시를 하기도 하는 거기 때문에 그냥 같은 애라고 봐주셔도 무방할 거 같아요.

289

00:40:33,998 --> 00:40:41,405

즉, 다시 돌아와서 중성 같은 경우에는 이 H^+ 랑 OH^- 가 동일한 양만큼 있다라는 거고요. 그러면 산성은

290

00:40:41,413 --> 00:40:53,391

어떨까요? 산성에서도 사실 OH^- 가 아예 없는 게 아니에요. 대신 H^+ 가 OH^- 보다 더 많을 때 우리가

291

00:40:53,405 --> 00:41:05,488

산성이라고 얘기를 하는 거죠. 염기성 같은 경우에는 당연히 H^+ 보다 OH^- 가 더 많겠죠. 자, 그래서 우리는

292

00:41:05,531 --> 00:41:12,621

물에다가 어떤 물질을 집어넣느냐에 따라서 그 용액이 중성일 수도 있고, 산성, 염기성이 될 수도 있는 건데

293

00:41:12,660 --> 00:41:18,752

순수한 물일 때는 어떨까요? 순수한 물일 때는

물의 자동이온화 반응밖에 안 할 거기 때문에

294

00:41:18,767 --> 00:41:27,085

이 하이드로늄 이온과 OH^- 이온이 항상 같은 양만큼 존재를 하겠죠. 그래서 아, 순수한 물은,

295

00:41:27,100 --> 00:41:34,175

우리가 중류수라고도 얘기하죠. 이렇게 중성에 해당되는구나, 같은 양의 이온이 존재하는구나라고

296

00:41:34,221 --> 00:41:40,447

봐줄 수가 있어요. 자, 그러면 우리 순수한 물 25°C 기준으로 한번 해볼게요. 이 식을 어디에다

297

00:41:40,474 --> 00:41:49,363

대입할 수 있냐면 위의 식에다가 대입할 수 있겠죠. H_3O^+ 란 OH^- 가 둘 다 존재하는데 그 양이 같아요.

298

00:41:49,384 --> 00:42:03,733

양이 같은데 곱이 10^{-14} 이라면 H^+ 란 OH^- 가 각각 1.0×10^{-7} 이 된다고 봐줄 수가 있겠네요.

299

00:42:03,760 --> 00:42:10,356

자, 그러면 우리 pH 이제 계산을 할 수가 있는데 아마 이 강의를 듣는 친구들이라면 log 계산 정도는

300

00:42:10,373 --> 00:42:18,376

할 수가 있겠죠. pH는 H^+ 가 일반적으로 너무 적은 농도로 존재하기 때문에 log를 씌워서 다루는 걸 보고

301

00:42:18,403 --> 00:42:29,267

우리가 pH라고 얘기를 해요. 그래서 $-\log[\text{H}^+]$ 이온이라고 볼 수가 있게 되는데 앞으로 우리가

302

00:42:29,294 --> 00:42:36,522

이 p라는 게 여기저기 붙을 거예요. pOH라고 얘기도 하고, pKa 이런 거 많이 사용을 할 텐데

303

00:42:36,562 --> 00:42:49,806

개는 그냥 이렇게 -log라고 봐주시면 될 거 같습니다. 자, 그러면 이것을 좀 적용을 해봤을 때 순수한 물에서는

304

00:42:49,852 --> 00:43:01,602

pH가 우리 $-\log 1.0 \times 10^{-7}$ 이 되겠죠. 그래서 애는 7에 해당된다. 25°C 중성에서라고 봐주시면 됩니다.

305

00:43:01,623 --> 00:43:09,428

이 조건이 중요한데요. 25°C 에서만 중성이 pH 7인 거예요. 왜냐하면 아까 우리가 온도가 높아지면

306

00:43:09,449 --> 00:43:16,922

Kw가 커진다 그랬죠. 그러면 애가 정확하게
 1.0×10^{-14} 이 아니라 더 큰 값을 가지기 때문에

307

00:43:16,945 --> 00:43:24,993

pH는 오히려 중성에서 7보다 작아지는 결핍값을
가지고 오게 되겠네요. 그리고 산성 같은 경우도

308

00:43:25,033 --> 00:43:32,816

마찬가지인데요. 산성 같은 경우에는 H^+ 가 그러면
 10^{-7} 보다 더 커지겠죠, $25^\circ C$ 기준으로. 그러면 애는

309

00:43:32,850 --> 00:43:41,134

pH가 7보다 더 작은 결핍값을 가지고 오게 됩니다.
애가 이제 $-\log$ 이기 때문에 H^+ 가 커지면 커질수록

310

00:43:41,155 --> 00:43:47,890

pH는 작아지는 그런 결핍값을 가지고 오게 되겠죠.
염기성도 마찬가지로 H^+ 가 그러면 더 작아지는 거기

311

00:43:47,911 --> 00:43:58,593

때문에 애는 pH가 7보다 더 커지는 결핍값을 가지고
오게 돼요. 자, 그러면 우리가 지금 얘기한 거를 가지고

312

00:43:58,613 --> 00:44:07,523

이제 물의 Kw랑 좀 연결을 시켜줄 수가 있을 거 같은데
일단 우리가 많이 활용을 하게 되는 식을 몇 가지

313

00:44:07,557 --> 00:44:21,314

좀 유도를 해보고 갈게요. 우리가 순수한 물에서
 $25^\circ C$ 에서, 수용액에서 꼭 순수한 물이 아니더라도

314

00:44:21,356 --> 00:44:36,700

Kw는 항상 이제 유지가 돼야 될 거예요. 그렇다면
우리가 한번 아까 썼던 이 식에다가 $\log$ 를

315

00:44:36,708 --> 00:44:45,728

한번 씌워볼게요. $-\log$ 를 씌울 텐데요. $-\log$ 를 씌우게
되면 식이 좀 변형이 되죠. H_3O^+ 랑 OH^- 가 이렇게

316

00:44:45,749 --> 00:44:54,873

곱해져 있는데 $\log$ 를 씌우면 우리 분리를 시킬 수가 있어요.
즉, $-\log[H^+] - \log[OH^-]$ 라고 쓸 수 있는데

317

00:44:54,906 --> 00:45:03,504

조금 바꾸면 $pH + pOH$ 이렇게 쓸 수가 있겠죠.
자, 그러면 오른쪽도 $-\log$ 를 씌워서 계산을 하면

318

00:45:03,528 --> 00:45:14,964

14가 나오게 될 거예요. 즉, 25°C 수용액에서는 H^+ 랑 OH^- 농도를 각각 구할 때 이 식을 항상 사용할 수가

319

00:45:15,000 --> 00:45:21,204

있게 됩니다. 중요한 거는 다른 온도에서는 사용하지
안 되고요. 25°C에서만 사용해야 된다는 거

320

00:45:21,225 --> 00:45:29,599

주의해주시고요. 그리고 또 하나는 우리가 조금 전에
간단히 얘기를 하고 왔는데 짙산과 짙염기의 세기가

321

00:45:29,625 --> 00:45:39,560

반비례한다라는 거 얘기를 했었죠. 이것도 물의
자동이온화랑 좀 연결을 지을 수가 있는데요.

322

00:45:39,574 --> 00:45:54,506

우리 짙산을 HA라고 놓고 짙염기를 A^- 라고 한번
놓아볼게요. 그렇다면 애네들의 K_a 랑 K_b 를

323

00:45:54,540 --> 00:46:07,522

평형상수식으로 써볼 수가 있겠죠. 자, 그러면 HA의 K_a
식을 쓴다면 어떻게 될까요? 애는 $[H_3O^+][A^-]/[HA]$

324

00:46:07,555 --> 00:46:15,861

이렇게 쓸 수가 있고요. 그리고 짙염기에 해당하는 A^- 의
 K_b 를 쓴다면 어떨까요? 우리가 아까 썼던 그 b 자리에

325

00:46:15,875 --> 00:46:31,879

A^- 를 넣어주면 되겠죠. 그러면 애는 $[HA][OH^-]/[A^-]$
이렇게 되겠네요. 자, 그러면 이 2개 짙산과 짙염기를

326

00:46:31,900 --> 00:46:42,972

곱해줄 수가 있어요. 이제 K_a 랑 K_b 를 곱해주는 건데
그러면 $K_a \times K_b$ 를 했을 때 이 두 식을 한꺼번에

327

00:46:43,009 --> 00:46:51,418

이렇게 지워지는 게 보여지죠. A^- 가 분자에도 있고,
분모에도 있고요. HA도 분자에도 있고, 분모에도

328

00:46:51,436 --> 00:46:59,334

있어서 다 없어지게 됩니다. 그러면 짙산과 짙염기의
 K_a , K_b 를 곱하면 누구만 남게 되냐면 H_3O^+ 랑 OH^- 만

329

00:46:59,355 --> 00:47:12,295

남게 되죠. 이게 누구랑 똑같냐면 K_w 랑 똑같다라는
걸 볼 수가 있어요. 자, 그러면 우리 K_a 랑 K_b

330

00:47:12,328 --> 00:47:19,596

짜산과 짝염기에서 이온화상수의 곱이 항상 물의 자동이온화상수의 평형상수의 이온곱 상수랑 같다고

331

00:47:19,630 --> 00:47:27,253

볼 수가 있는데요. 그러면 애네들은 다 평형상수이기 때문에 같은 온도에서 일정한 숫자를 가지게 되고요.

332

00:47:27,286 --> 00:47:39,348

K_a 랑 K_b 는 곱이 일정하니까 반비례 관계에 해당을 하겠죠. 그래서 이 식도 이제 굉장히 고난도 유형에서

333

00:47:39,382 --> 00:47:45,960

유용하게 많이 사용이 될 텐데요. K_a 랑 K_b 가 반비례 관계에 해당된다. 그러면 K_a 가 클수록 즉, 산의 세기가

334

00:47:45,981 --> 00:47:53,262

강할수록 그 짝염기의 세기는 더 약해진다는 거를 수식적으로 우리가 증명을 할 수가 있게 됩니다.

335

00:47:53,295 --> 00:48:00,526

자, 이런 식으로 K_w 가 모든 수용액 반응에서 정말 중요하게 다 작용을 하기 때문에 의미 그리고

336

00:48:00,559 --> 00:48:08,024

사용할 수 있는 범위들을 잘 기억을 해두시는 게 중요할 거 같고요. 우리는 여기까지 해서 산과 염기

337

00:48:08,061 --> 00:48:15,144

자체에 대해서 얘기를 좀 해봤어요. 이번 단원은 사실 이것만 가지고 수능이나 모의고사 문제를 풀 수 있는 게

338

00:48:15,171 --> 00:48:22,287

아예 없기 때문에 실전 문제는 없고요. 방금 얘기했던 pH 계산이 모든 앞으로 산·염기 문제를 푸는데

339

00:48:22,317 --> 00:48:31,136

정말 기본이 됩니다. 그래서 오늘은 산·염기 수용액의 pH 구하는 연습 같이 문제 풀면서 해보도록 할게요.

340

00:48:31,179 --> 00:48:39,185

우리 그러면 수용액의 농도가 주어졌을 때 PH 계산하는 거를 한번 연습을 해보도록 할 텐데요. 참고로

341

00:48:39,195 --> 00:48:45,921

이 pH 계산을 잘 해야 여러분들이 다음 시간에 중화 반응으로 넘어갔을 때도 pH 계산을 잘 할 수가

342

00:48:45,949 --> 00:48:53,282

있을 거 같습니다. 4가지 지금 소문항이 주어져 있는데요.
어떻게 각각 계산을 하는지 좀 보도록 할게요.

343

00:48:53,322 --> 00:49:01,273

처음 보니까 우리 HCl 대표적인 강산이죠. 염산
수용액의 pH를 구하라고 되어 있어요. 일단 여러분들이

344

00:49:01,296 --> 00:49:07,235

항상 이렇게 가장 먼저 판단하셔야 될 거는 애가
강산인지, 약산인지를 판단을 하는 게 중요합니다.

345

00:49:07,255 --> 00:49:17,921

HCl 같은 경우에는 강산이니까 애가 100%
이온화한다라고 이제 기억을 해주고 시작을 하는 건데

346

00:49:17,955 --> 00:49:30,507

자, 그렇게 되면 HCl의 농도가 0.1M니까 H^+ 의 농도도
그대로 0.1M가 되겠죠. 그래서 H^+ 의 농도도 0.1이

347

00:49:30,550 --> 00:49:38,115

되겠구나라는 거를 먼저 쓸 수가 있고, 그러면 이걸
그대로 어디에다가 대입을 하면 되냐면 pH 식에다가

348

00:49:38,139 --> 00:49:48,986

대입을 하면 되겠죠. 좀 전에 pH는 $-\log[H^+]$ 라고 얘기를
했었어요. 그러면 $-\log 0.1$ 에 해당이 되는 거니까

349

00:49:49,009 --> 00:49:56,141

애는 바로 1에 해당된다라고 계산을 해주시면 됩니다.
굉장히 쉽죠. 그래서 강산 같은 경우에는 그냥

350

00:49:56,175 --> 00:50:05,055

H^+ 의 농도만 log를 씌워주면 되는 간단한 과정이고요.
(2)번으로 넘어가 볼게요. NaOH가 이번에

351

00:50:05,072 --> 00:50:12,263

등장을 했는데 애 같은 경우에는 대표적인 강염기에
해당을 해요. 역시 100% 이온화를 하는데 이번에는

352

00:50:12,290 --> 00:50:21,454

산이 아니라 염기니까 우리 OH^- 를 만든다라고 볼 수가
있겠네요. 자, 그러면 OH^- 의 농도가 뭐가 되냐면

353

00:50:21,487 --> 00:50:32,568

0.2M가 되는 걸 볼 수가 있어요. 자, 그렇다면 우리는
이 0.2M에다가 2가지 방법이 있는데 Kw를 대입을

354

00:50:32,589 --> 00:50:42,695

해서 바로 구하는 방법이 있고요. 아니면 pOH를

구한 다음에 빼주는 방법이 있습니다. 일반적으로는

355

00:50:42,710 --> 00:50:51,801

여러분들이 pOH를 계산하는 게 훨씬 쉽기 때문에
선생님은 조금 전에 우리가 얘기했던 pH랑

356

00:50:51,812 --> 00:51:01,577

pOH를 더해서 14가 된다는 이 식에다가 대입을
해보도록 할게요. 자, 그러면 우리 pOH를 먼저

357

00:51:01,608 --> 00:51:12,778

구해주어야 되겠죠. pOH 같은 경우에는 $-\log[\text{OH}^-]$
이렇게 볼 수가 있기 때문에 $-\log$ 는 0.2라고

358

00:51:12,795 --> 00:51:22,000

봐주시면 됩니다. 자, 그러면 애 같은 경우에는 조금
위에 $\log 2 = 0.3$, $\log 3 = 0.5$ 로 계산한다라는 거

359

00:51:22,017 --> 00:51:34,447

활용을 해주시면 되겠죠. 그러면 $-\log 0.2$ 같은 경우에는
1-0.3에 해당을 하니까 애는 0.7이 되는 거 바로

360

00:51:34,468 --> 00:51:42,339

계산을 하실 수가 있을 거고, 그러면 pH 같은
경우에는 $14 - \text{pOH}$ 이렇게 계산할 수가 있겠죠.

361

00:51:42,372 --> 00:51:51,370

14에서 0.7을 빼주면 되는 거기 때문에 pH는 13.3이
된다고 계산을 해주시면 됩니다. 그래서 강산이랑

362

00:51:51,410 --> 00:52:00,043

강염기는 좀 어려운 계산 없이 이제 간단하게 농도만
 $\log$ 를 씌워서 계산을 해주면 되고요. 자, 그러면

363

00:52:00,090 --> 00:52:07,922

(3)번으로 한번 넘어가 볼게요. (3)번 같은 경우에는
지금 HA라는 어떤 산이 주어져 있는데 여기에서

364

00:52:07,933 --> 00:52:17,727

K_a 를 보니까 4.0×10^{-7} 이런 되게 작은 숫자가 주어져
있어요. 애 되게 작은 거 보니까 애 약산이구나라는 거를

365

00:52:17,760 --> 00:52:27,655

먼저 우리가 파악을 하고 시작을 해주셔야 될 거
같습니다. 자, 그러면 애가 약산이니까 그냥 막 대입을

366

00:52:27,682 --> 00:52:36,252

해주면 안 되겠죠. 얼마만큼 이온화를 해서 평형에서
농도를 만드는지 그 계산을 한번 해줘야 되는데요.

367

00:52:36,276 --> 00:52:49,163

우리 그러면 이쪽에다가 한번 HA의 이온화 반응식을 한번 써볼게요. 애가 물이랑 이렇게 반응을 해서

368

00:52:49,194 --> 00:52:59,884

A^- 만들고 하이드로늄 이온을 이렇게 만들게 되겠죠. 자, 그런데 애 같은 경우에는 원래 0.1M가 있었어요.

369

00:52:59,904 --> 00:53:06,879

0.1M가 있는데 애가 그대로 다 이온화를 하는 게 아니라 일부만 이온화를 하죠. 우리 일부 이온화하는 거를

370

00:53:06,910 --> 00:53:14,999

x라고 한번 잡아보도록 할게요. 자, 그러면 애는 x만큼 없어졌을 테니까 0.1-x가 평형 농도가 될 거고요.

371

00:53:15,036 --> 00:53:23,133

바로 평형 농도라고 쓸게요. 그러면 A^- 는 x만큼 생겼겠죠. 그래서 하이드로늄 이온도 x만큼

372

00:53:23,166 --> 00:53:32,940

생겼을 거고요. 그러면 우리가 평형에서의 농도를 지금 미지수를 이용해서 썼으니까 이것을 가지고

373

00:53:32,967 --> 00:53:42,422

K_a 즉, 이온화상수에다가 대입을 해줄 수가 있어요. 그러면 우리 K_a 가 $[A^-][H_3O^+]/[HA]$ 라고

374

00:53:42,465 --> 00:53:50,918

애기를 했었잖아요. 그러면 $x^2/0.1-x$ 이다. 이렇게 애기를 할 수가 있고 여기에서 우리 또 근사하는 거 하나

375

00:53:50,945 --> 00:53:59,446

기억을 해주셔야 되겠죠. 애가 약산이니까 x가 0.1에 비해서 굉장히 작을 거로 예상을 할 수가 있어요.

376

00:53:59,492 --> 00:54:07,341

그래서 이 분모에 있는 x는 근사를 해줄 수 있다라는 것 또 기억을 해주시고요. 그러면 이 K_a 가 무슨 값이

377

00:54:07,358 --> 00:54:17,955

돼야 되냐면 4.0×10^{-7} 이 돼야 되는 거죠. 자, 이렇게 계산을 해주면 x에 대한 방정식이 완성이 됩니다.

378

00:54:17,998 --> 00:54:30,972

이거 계산을 해준다면 우리 $x^2 = 4.0 \times 10^{-8}$ 이 되고 $x = 2.0 \times 10^{-4}$ 이 되겠죠. 그런데 조금 전에 우리가

379

00:54:30,999 --> 00:54:37,971

x를 뭐라고 하고 왔냐면 우리 하이드로늄 이온의 농도라고 했잖아요. 그러면 방금 구한 x가

380

00:54:38,004 --> 00:54:46,011

H⁺ 의 농도가 된다는 거 볼 수가 있겠네요. 그러면 우리 H⁺ 의 농도를 평형에서 알게 된 거니까 이것을

381

00:54:46,039 --> 00:54:58,480

-log 씌워서 또 pH를 계산할 수가 있게 돼요. 자, 그러면 pH는 $-\log(2.0 \times 10^{-4})$ 이 될 거고요.

382

00:54:58,504 --> 00:55:08,304

그러면 $4 - \log 2$ 가 되겠네요. 그래서 애는 3.7이 된다는 것을 우리가 구할 수가 있게 됩니다. 그래서 약산 같은

383

00:55:08,311 --> 00:55:15,381

경우에는 우리 방금 했던 강산이나 강염기보다 조금 단계가 복잡하죠. 애네들이 평형에 도달했을 때

384

00:55:15,402 --> 00:55:22,672

농도를 미지수 이용해서 표현하고, 그 미지수를 구해주는 과정을 반드시 거치셔야 됩니다. (4)번도 한번 볼게요.

385

00:55:22,712 --> 00:55:31,598

(4)번 같은 경우에는 지금 0.3M의 B라는 수용액이 있어요. 그런데 지금 옆에 조건을 보니까 B가 Kb를

386

00:55:31,631 --> 00:55:40,898

가져요. 그러면 애 염기구나라는 거 봐주시고요. 그리고 3.0×10^{-9} 되게 작은 숫자죠. 그러면 아, 애 약염기에

387

00:55:40,921 --> 00:55:51,072

해당되는구나라는 것을 볼 수가 있습니다. 자, 그러면 애 염기니까 염기의 이온의 반응을 한번 또 써볼게요.

388

00:55:51,099 --> 00:56:00,557

자, 그러면 B 같은 경우에는 물에 들어가서 무슨 짓을 하나면 물한테서 H⁺ 떼어오는 그런 이온화 반응을

389

00:56:00,584 --> 00:56:10,782

하겠죠. 그러면 애는 BH⁺ 짝산을 만들게 될 거고요. 물 같은 경우에는 우리 OH⁻ 를 만들게 될 거예요.

390

00:56:10,806 --> 00:56:19,338

자, 그러면 여기에서도 농도 변화 한번 써보면 애가 처음에 0.3M였는데 x로 또 쓸까요? 이제 x만큼

391

00:56:19,375 --> 00:56:27,078

이온화를 해서 없어지게 될 거고, BH^+ 가 그러면
x만큼 생기고 수산화이온도 x만큼 생기게 되겠죠.

392

00:56:27,099 --> 00:56:35,262

그래서 애가 이제 평형에서의 농도가 되는데, 이
평형에서의 농도를 가지고 또 어디에 대입을 할 수가

393

00:56:35,282 --> 00:56:43,229

있다면 이온화상수에 대입을 할 수가 있게 돼요. 자,
그러면 애는 K_b 로 이제 염기니까 쓸 수가 있고

394

00:56:43,278 --> 00:56:52,285

대입을 하게 되면 분모에는 $0.3-x$ 가 들어갈 거고요.
그리고 분자에는 BH^+ , OH^- 의 곱이 들어가야 되니까

395

00:56:52,319 --> 00:57:01,420

x^2 이 이렇게 들어가게 되겠네요. 그러면 이 값이 방금
얘기한 3.0×10^{-9} 이 되어야 된다고 식 완성시킬 수가

396

00:57:01,441 --> 00:57:10,304

있고, 중요한 거 애 약염기죠. 그러면 여기에 우리가 설정한
x가 역시 0.3보다 되게 작을 거라고 예측을 하고

397

00:57:10,328 --> 00:57:19,820

근사를 할 수가 있어요. 근사를 이제 잘 하셔야 좀
심플한 식이 나오게 되겠죠. 그래서 이것을 정리하면

398

00:57:19,847 --> 00:57:35,469

$x^2 = 9.0 \times 10^{-10}$ 이 될 거고요. 그러면 $x = 3.0 \times 10^{-5}$ 이
되겠네요. 그런데 우리가 x를 뭐로 설정하고 왔냐면

399

00:57:35,496 --> 00:57:45,746

방금 똑같이 OH^- 로 설정한 거 보이시죠. 그래서
방금 구한 이 x가 수산화 이온의 농도가 된다는 거

400

00:57:45,779 --> 00:57:53,855

볼 수가 있고 여기에다 $-\log$ 씌우면 pOH 구할 수
있겠죠. pOH 구해볼게요. pOH는 여기에다가

401

00:57:53,869 --> 00:58:01,413

$\log$ 씌워서 $5 - \log 3$ 해주시면 되죠. $\log 3 = 0.5$ 에
해당되니까 애는 4.5에 해당되는 거 볼 수가 있고

402

00:58:01,462 --> 00:58:07,729

우리는 또 무슨 식 활용할 수 있냐면 앞에서 썼던
 $pH + pOH = 14$ 가 된다는 거 다시 한번 적용을

403

00:58:07,775 --> 00:58:17,504

해줄 수가 있게 됩니다. 자, 그러면 pH는 14에서 pOH 빼주시면 되겠죠. 그래서 애는 9.5에 해당된다고

404

00:58:17,525 --> 00:58:25,621

바로 구할 수가 있게 돼요. 그래서 이렇게 4가지 수용액에서 우리 pH를 한번 다 계산을 해봤는데요.

405

00:58:25,673 --> 00:58:33,772

각각 상황에 따라서 어떤 과정을 거쳐야 되는지, 그리고 마지막으로 어떤 걸 주의해야 되는지 한번씩

406

00:58:33,792 --> 00:58:41,845

다 짚어보았습니다. 우리 오늘 여기까지 해서 산과 염기의 세기에 대한 개념, 그리고 기본적인 pH 문제

407

00:58:41,873 --> 00:58:47,323

같이 연습을 해봤고요. 다음 시간에는 조금 더 본격적으로 산·염기의 반응에 대해서 얘기를

408

00:58:47,337 --> 00:58:55,242

시작을 할 거예요. 산·염기의 반응을 알려면 당연히 우리 산과 염기의 기초 개념, 그리고 세기에 대해서

409

00:58:55,272 --> 00:59:02,249

잘 복습 해주셔야 되겠죠. 간단 예제 꼭 풀고 복습을 해주시고요. 우리 다음 시간에 좀 더 본격적으로

410

00:59:02,279 --> 00:59:05,799

계속해서 산·염기 얘기하도록 하겠습니다. 감사합니다.