

1  
00:00:10,974 --> 00:00:16,528  
여러분 안녕하세요. 손혜연 선생님입니다. 우리  
오늘은 중화 반응과 완충용액 두 번째 시간인데요.

2  
00:00:16,559 --> 00:00:25,188  
저번 시간에는 조금 더 개념 위주로 어떻게 중화 반응이  
일어나는지 pH curve가 어떻게 생겼는지 얘기를 했다면

3  
00:00:25,221 --> 00:00:33,268  
오늘은 실제로 그 중화 반응이 수능 유형에서는  
어떻게 나오는지 실전 예제를 풀어보는 시간이에요.

4  
00:00:33,298 --> 00:00:40,537  
사실 이렇게 2개의 강의로 이번 단원을 구성한 이유는  
중화 반응과 관련된 문제가 가장 고난도 유형으로

5  
00:00:40,561 --> 00:00:48,442  
이제 여러분들을 힘들게 하는 문제들이 많이 나왔었어요.  
그래서 집중적으로 오늘 실전 예제들 연습을 해보는

6  
00:00:48,466 --> 00:00:55,772  
시간 가지도록 하겠습니다. 자, 우리 첫 번째 문제부터  
먼저 볼 텐데요. 이제 실전 문제에서 지금 이렇게

7  
00:00:55,789 --> 00:01:04,105  
그림이 주어져 있어요. 2개의 용액을 혼합을 해서  
(다) 용액을 만드는 과정인데 한번 어떤 용액들인지

8  
00:01:04,135 --> 00:01:13,076  
주어진 정보를 가지고 식을 세우는 연습을 좀 해보도록  
할게요. 일단 0.1M의 HA 100mL에서 산 수용액을

9  
00:01:13,097 --> 00:01:21,859  
우리가 가지고 있죠. 여기에서 우리에게 주어진 정보는  
0.1M라는 농도가 주어져 있고, pH=3이라는 pH 계산

10  
00:01:21,886 --> 00:01:30,140  
결과가 주어져 있어요. 자, 그리고 (나)를 보니까  
여기예다가 NaOH를 이제 섞어서 중화 반응을 하려고

11  
00:01:30,154 --> 00:01:39,165  
하는 거 같죠. 0.1M라는 농도는 역시 주어져 있는데  
여기에서 미지수가 등장을 합니다. 지금 x mL라는

12  
00:01:39,186 --> 00:01:44,469  
부피가 주어져 있지 않아요. 그러면 아, x를  
구해야 되겠구나라는 생각 하나 해줄 수가 있고요.

13  
00:01:44,505 --> 00:01:54,406  
그리고 이제 혼합한 용액의 결과에서 HA가 A<sup>-</sup> 의  
농도랑 동일하다라는 결과가 나왔네요. 그러면 여기에서

14  
00:01:54,427 --> 00:02:05,409  
전체 부피는 2개의 합인 100+x와 같다라는 정보가  
주어져 있죠. 우리한테는 그러면 이 HA가 A<sup>-</sup> 와

15  
00:02:05,436 --> 00:02:13,131  
동일하다라는 걸 정보를 가지고 한번 문제를 시작을  
해보도록 하겠습니다. 자, 일단 여기에서 우리가

16  
00:02:13,160 --> 00:02:23,255  
어떤 반응을 할지부터 알아야 되는데요. HA가 여기  
NaOH를 만나게 되면 이 중에서 사실 우리는

17  
00:02:23,273 --> 00:02:31,123  
뭐만 고려를 해주면 되냐면 OH<sup>-</sup> 만 고려를 해주면  
되겠죠. 왜냐하면 Na<sup>+</sup> 는 구경꾼이온이기 때문에

18  
00:02:31,169 --> 00:02:40,482  
그냥 A<sup>-</sup> 랑 이렇게 짝을 지어서 같이 존재만 하게  
되고요. 그리고 여기에서 둘이 중화 반응을 하기 때문에

19  
00:02:40,506 --> 00:02:50,331  
H<sub>2</sub>O 물이 생성이 될 거예요. 그렇다면 우리는 뭘 알 수  
있냐면 NaOH가 들어온 만큼 Na<sup>+</sup> 가 생성이 된다는

20  
00:02:50,351 --> 00:03:00,991  
것을 알 수가 있어요. 자, 그러면 이 (가)를 봤을 때 애는  
0.1M로 100mL 애는 즉, 0.1L가 있기 때문에 HA의

21  
00:03:01,011 --> 00:03:08,144  
경우에는 총 10mmol이 있다라고 볼 수 있어요.  
선생님이 이제 문제를 풀다 보면 이렇게 mmol이라는

22  
00:03:08,165 --> 00:03:16,375  
단위를 가끔 쓰게 될 텐데요. 여기에서 m는 항상 1/1000을  
의미를 하죠. 우리가 100mL는 (100/1000)L를

23  
00:03:16,411 --> 00:03:22,889  
의미를 하듯이 10mmol 같은 경우에는 10/1000  
즉, 0.01몰에 해당한다라고 계산을 해주시면

24  
00:03:22,910 --> 00:03:32,187  
될 거 같습니다. 자, 그러면 HA가 원래 처음에는  
10mmol 들어 있는 상황이었는데 NaOH랑 반응을 해서

25

00:03:32,236 --> 00:03:41,002

반응을 안 한 HA랑 반응을 한 후에 생기는  $A^-$  가 1:1로 즉, 같은 농도로 존재를 한다고 했어요. 자, 그렇다면

26

00:03:41,017 --> 00:03:51,201

여기에서 애네들은 각각 5mmol의 농도로 존재한다라고 볼 수가 있겠네요. 왜냐하면 여기에서 HA랑  $A^-$  를

27

00:03:51,221 --> 00:04:00,229

최종적으로 존재하는 몰수가 원래 처음에 존재했던 HA의 몰수랑 같아야 되기 때문이죠. 여기에서 애는

28

00:04:00,253 --> 00:04:06,382

몰농도는 아니고 몰수에 해당을 하지만 이 몰수가 서로 같다라는 것을 이용했다고 보시면 됩니다.

29

00:04:06,402 --> 00:04:13,504

여기에서 5mmol이 왜 필요하냐면 NaOH가 5mmol 들어왔다라는 걸 우리한테 알려주기 때문이죠.

30

00:04:13,534 --> 00:04:22,461

그래서 NaOH가 5mmol이 들어오려면 그러면 x가 뭐여야 되는지 우리 바로 계산을 할 수가 있겠네요.

31

00:04:22,482 --> 00:04:30,504

그래서 우리 이 둘을 곱해서 5가 나오려면 x 같은 경우에는 50mL에 해당된다라는 것을 알 수가 있어요.

32

00:04:30,550 --> 00:04:38,889

그래서 x는 우선 구했고요. 자, 그러면 우리 이거를 바탕으로 (가)에 대해서 한번 좀 분석을 해볼 수가

33

00:04:38,916 --> 00:04:49,212

있을 거 같아요. 자, (가) 같은 경우에는 지금 HA 이제 산 수용액인데 0.1M인데 pH가 3이라고 주어져 있어요.

34

00:04:49,240 --> 00:04:56,541

그렇다면 애가 어떻게 이온화를 하길래 이런 pH를 가지게 되는지 한번 식을 세워보도록 하겠습니다.

35

00:04:56,570 --> 00:05:05,500

HA가 일단 약산인 거 같아요. 만약에 강산이었다면 애가 모두 다 이온화를 했을 거기 때문에 여기에서 pH가 1이

36

00:05:05,515 --> 00:05:18,704

되어야 되겠죠. 자, 그런데 지금  $K_a$ 가 여기 식을 세워봤을 때  $[H^+][A^-]/[HA]$  이렇게 세울 수가 있고요.

37

00:05:18,724 --> 00:05:30,187

여기에서 우리 pH가 3이다라고 알려주는 것은 우리에게  
뭘 알려주는 거냐면  $H^+$  의 농도가  $10^{-3}$ 이다라는 것을

38

00:05:30,240 --> 00:05:38,999

알려주는 거랑 똑같아요. 자, 그런데 여기에서 HA가  
 $H^+$  랑  $A^-$  를 각각 같은 양만큼 이온화를 하기 때문에

39

00:05:39,026 --> 00:05:47,796

우리  $H^+$  를 알고 있다는 거는 이 2가지의 농도가 각각  
 $10^{-3}$ 이다라는 것을 알려주고 있는 거죠. 그래서

40

00:05:47,820 --> 00:05:57,211

우리는 HA의 농도 같은 경우에는 0.1M랑 거의 변하지  
않을 거라는 걸 알고 있고요. 왜냐하면 애가 약산이기

41

00:05:57,229 --> 00:06:05,586

때문에 많이 이온화를 안 하기 때문이죠. 그리고  
 $H^+$  랑  $A^-$  같은 경우에는 이 pH를 근거로 해서

42

00:06:05,606 --> 00:06:14,808

각각  $10^{-3}$ 의 몰농도를 가진다라는 것을 알 수가 있어요.  
자, 그러면 애는  $10^{-1}$ 이고, 분자는  $10^{-6}$ 이기 때문에

43

00:06:14,822 --> 00:06:23,369

$K_a$ 는  $10^{-5}$ 이 된다는 걸 알 수가 있겠네요. 자,  
그러면 우리 (다)에 대해서도 지금 계산한  $K_a$ 를 바탕으로

44

00:06:23,389 --> 00:06:31,349

pH를 한번 계산을 해볼 수가 있을 거 같은데요. (다)  
같은 경우에는 지금 HA랑  $A^-$  가 같은 농도를 가진다라고

45

00:06:31,383 --> 00:06:42,535

애기를 했었어요. 자, 여기에 우리 썼던 식을 다시 한번  
써본다면  $K_a$  같은 경우에는  $[H^+][A^-]/[HA]$

46

00:06:42,559 --> 00:06:51,102

이렇게 계산을 해서 조금 전에  $10^{-5}$ 이라는 결과를  
계산을 하고 왔었죠. 그런데 지금 HA랑  $A^-$  가

47

00:06:51,119 --> 00:07:01,677

같기 때문에 이렇게 지워질 수가 있을 거고, 그렇게 되면  
이  $H^+$  농도는  $10^{-5}$ 에 해당된다는 것을 구할 수가

48

00:07:01,698 --> 00:07:10,235

있게 됩니다. 자, 그러면 pH는 우리 5가 된다는 거  
구할 수가 있겠네요. 사실 지금 우리가 구한  $K_a$ 는

49

00:07:10,256 --> 00:07:17,418

이 (다)가 완충용액이다라는 것을 어떻게 보면 이용한

거일 수도 있는데요. 여기에 보면 약산과 그 짝염기가

50

00:07:17,445 --> 00:07:25,662

동시에 존재하는 용액인 걸 볼 수가 있어요. 선생님은  
굳이 이제 헨더슨 하셀-바하식을 쓰지 않고  $K_a$ 만으로

51

00:07:25,686 --> 00:07:31,691

이렇게 소거해서 구했지만 여러분들 같은 경우에는  
헨더슨 하셀-바하식을 이용해서 완충용액의  $pH$ 를

52

00:07:31,730 --> 00:07:37,007

계산해도 괜찮을 거 같아요. 자, 그러면 우리 (가),  
(나), (다)에 대해서 어느 정도 파악을 했으니까

53

00:07:37,021 --> 00:07:44,500

보기로 넘어가서 한번 맞는 보기 골라보도록 하겠습니다.  
자, 일단 그을 보니까 (나)에서  $x$ 는 50이다. 그랬어요.

54

00:07:44,527 --> 00:07:52,423

우리 조금 전에 (나)의 부피가 50mL인 거, 두 화학종의  
농도가 같다라는 거 바탕으로 구하고 왔었죠.

55

00:07:52,478 --> 00:08:00,360

ㄴ. (다)의  $pH$ 는 5이다. 그랬는데 우리 방금 전에  $K_a$   
이용해서  $H^+$  농도 구하고  $pH$  계산을 하고 왔었어요.

56

00:08:00,388 --> 00:08:08,374

5 맞고요. ㄷ. (다)에  $NaA$ 를 첨가한다면  $pH$ 는  
증가한다라고 했어요. 자, 여기를 잘 보시면

57

00:08:08,410 --> 00:08:17,288

이  $K_a$ 의 값은 항상 일정하죠. 온도가 동일할 때  $K_a$ 는  
변하지 않아요. 자, 그런데  $NaA$ 를 첨가했다라는 거는

58

00:08:17,312 --> 00:08:29,170

여기에서 이  $A^-$  의 농도를 올려줬다라는 걸 의미하죠. 자,  
그러면  $K_a$ 가 유지가 되어야 되니까 이  $HA$ 랑  $H^+$  의

59

00:08:29,197 --> 00:08:36,597

농도가 좀 바뀔 거라는 것을 예상을 할 수가 있어요.  
 $A^-$  가 올라가게 된다면 이 전체적인 숫자를

60

00:08:36,615 --> 00:08:44,943

유지하기 위해서는  $H^+$  가 더 떨어질 수밖에 없겠죠.  
작아지게 되면 우리  $pH$ 는 증가하게 된다. 이렇게 판단을

61

00:08:44,973 --> 00:08:51,939

내리셔도 되고요. 조금 더 직관적으로 쉽게 판단을  
내린다면 우리 염기를 첨가한 거죠. 사실  $A^-$  는 약한

62

00:08:51,966 --> 00:08:58,007

염기니까요. 자, 그러면 염기를 첨가했으니까 당연히 pH가 더 증가할 것이다. 이렇게 보셔도 괜찮을 거

63

00:08:58,027 --> 00:09:06,595

같습니다. 자, 그러면 c까지 맞는 보기로 고르고 우리 g, n, c 모두 맞는 ⑤번 정답으로 고를 수가 있을 거

64

00:09:06,632 --> 00:09:19,969

같습니다. 우리 두 번째 실전 문제로 한번 넘어가 볼게요. 두 번째 문제도 사실 첫 번째 문제랑 굉장히

65

00:09:20,003 --> 00:09:27,860

유사한 형태의 문제인데요. 사실 농도랑 주어진 숫자까지 거의 비슷한 것을 볼 수가 있어요. 그래도 다시 한번

66

00:09:27,890 --> 00:09:36,983

연습해보도록 하겠습니다. 자, 일단 우리 첫 번째 비커를 보니까 0.1M의 HA 즉, 산 수용액을 가지고 있고요.

67

00:09:37,004 --> 00:09:44,731

이번에는 10mL 가지고 되어 있네요. 자, 여기에다가 xM의 NaOH를 5mL 첨가했다라고 되어 있습니다.

68

00:09:44,758 --> 00:09:53,726

그랬더니 이제 pH가 5.0인 수용액이 만들어졌다고 되어 있어요. 그러면 우리는 이 비커 I 으로부터 다시 한번

69

00:09:53,750 --> 00:10:04,463

HA의  $K_a$  한번 계산을 해보도록 할게요. 자, HA 같은 경우에는 이온화식을 다시 한번 쓴다면

70

00:10:04,497 --> 00:10:13,932

$H^+$  랑  $A^-$  로 이렇게 쪼개지는 식 쓸 수가 있죠. 이런 이온화 반응식에  $K_a$ 를 다시 한번 본다면

71

00:10:13,962 --> 00:10:26,850

$[H^+][A^-]/[HA]$  이렇게 농도식을 쓸 수가 있었어요. 자, 그렇다면 여기에서 우리 HA 같은 경우에는 꽤 약산에

72

00:10:26,884 --> 00:10:33,782

해당된다는 거 볼 수가 있어요. 약산에 해당하는 거 알 수 있는 이유는 애가 만약에 강산이라면 애가 곧  $H^+$  의

73

00:10:33,821 --> 00:10:41,505

농도가 되니까 pH가 1이 되는데 지금 1보다 많이 크다는 걸 가지고 약산이라고 판단할 수가 있죠.

74  
00:10:41,535 --> 00:10:49,702  
그래서 HA 같은 경우에는 거의 농도가 변하지 않기 때문에 대략 0.1에 해당되는 농도를 그대로 넣을 수가

75  
00:10:49,716 --> 00:10:57,137  
있고요. 사실 일부 이온화하기는 하죠. 그런데 이 x가 0.1에 비해서 매우 작기 때문에 우리 근사할 수

76  
00:10:57,164 --> 00:11:05,708  
있다고 보시면 될 거 같아요. 그리고 이 이온화 한 만큼  $H^+$  랑  $A^-$  가 각각 생성이 되죠. 그래서 분자에는

77  
00:11:05,753 --> 00:11:13,857  
 $x^2$ 을 이렇게 넣을 수가 있게 됩니다. 그래서 밑에 있는 x는 근사가 되었고, 그렇다면 여기에서 이  $K_a$ 를

78  
00:11:13,875 --> 00:11:21,628  
계산을 한다면 지금 이  $pH=3.0$ 을 다시 한번 넣을 수가 있었죠. 이  $pH$ 가 3.0인 거를 토대로 우리는 뒤를

79  
00:11:21,655 --> 00:11:30,597  
계산할 수 있었냐면  $H^+$  의 농도가  $10^{-3}$ 이다라는 걸 계산할 수 있었어요. 이  $H^+$  의 농도는 우리가 썼던

80  
00:11:30,618 --> 00:11:42,267  
 $K_a$  식에서 x에 해당하는 식이죠. 그러면 우리는  $K_a$ 가  $10^{-6}/0.1$ 에 해당된다라는 거 알 수가 있고요.

81  
00:11:42,295 --> 00:11:53,411  
 $10^{-5}$ 이  $K_a$ 의 값과 같다고 근사식을 세울 수가 있게 됩니다. 자, 그렇다면 여기에서 이제  $pH=5.0$ 인

82  
00:11:53,431 --> 00:11:59,301  
수용액이 만들어졌다는 거를 우리가 알 수 있는데요. 우리 아까 1번에서 풀었던 거와는 조금 다르게

83  
00:11:59,335 --> 00:12:05,619  
식을 변형시켜서 헨더슨 하셀-바하식으로 한번 풀어볼게요. 헨더슨 하셀-바하식 같은 경우에는

84  
00:12:05,652 --> 00:12:22,285  
어떻게 쓸 수 있었냐면 완충용액에서  $pH$ 가  $pK_a + \log\left(\frac{[A^-]}{[HA]}\right)$  이런 식으로 사용을 할 수가

85  
00:12:22,305 --> 00:12:30,403  
있었죠. 이 식 같은 경우에는  $K_a$  식을 변형을 해서  $\log$ 를 씌우면 얻을 수 있는 그런 식이었었어요.

86

00:12:30,462 --> 00:12:41,068

자, 그렇다면 이 pKa는 누구의 Ka냐면 HA의 K에  
해당할 하겠죠. 조금 전에 Ka가  $10^{-5}$ 이었기 때문에

87

00:12:41,095 --> 00:12:51,340

이거를 넣어준다면 애는 5가 될 거고요. 그러면  
 $\log\left(\frac{[A^-]}{[HA]}\right)$  이렇게 되겠네요. 자, 그렇다면 지금

88

00:12:51,374 --> 00:12:59,357

pH가 이거를 다 계산했을 때 결국 5가 된다는 걸  
알려준 거기 때문에 우리는 여기서 뭘 알 수가 있냐면

89

00:12:59,406 --> 00:13:07,346

$\log\left(\frac{[A^-]}{[HA]}\right)$ 가 0이 된다는 걸 볼 수가 있어요.  
그러면 애네 둘의 비율이 1:1이어야 된다는 거겠죠.

90

00:13:07,380 --> 00:13:16,650

자, 이렇게 지워지기 위해서는 HA의 농도가  $A^-$ 의  
농도와 같아야 된다. 우리 1번 문제랑 역으로 계산을

91

00:13:16,671 --> 00:13:25,568

한 거를 이렇게 쓰실 수 있을 거예요. 그렇다면 처음에는  
HA만 거의 존재를 하다가 염기랑 중화 반응을 통해서

92

00:13:25,582 --> 00:13:34,465

$A^-$ 를 생성을 했는데 반만큼만 지금 반응을 해서  
1:1의 비율이 됐다는 거를 알 수가 있는 거죠.

93

00:13:34,496 --> 00:13:45,941

그러면 여기에서 HA가 0.1M로 10mL 있었기 때문에  
애 같은 경우에는 몰수를 계산을 하게 되면 1mmol이

94

00:13:45,981 --> 00:13:55,258

있다고 봐주시면 되겠네요. 자, 그러면 xM NaOH를  
이제 5mL 첨가했다라는 거는 이거의 절반만큼을

95

00:13:55,278 --> 00:14:03,491

첨가를 했다라는 거니까 애는 0.5mmol을 집어넣어  
주어야 되는 거고요. 그러면 x 같은 경우에 0.1이

96

00:14:03,518 --> 00:14:09,641

된다는 것을 또 바로 계산을 할 수가 있게 됩니다.  
자, 우리 그러면 보기로 가서 맞는 거 한번 골라보도록

97

00:14:09,668 --> 00:14:20,488

할게요. 자, 일단  $\gamma$ 을 봐주시면 0.2M의 HA의  $H^+$   
농도 구하라고 되어 있죠. 그러면 우리는 이  $\gamma$ 을 위해서

98

00:14:20,511 --> 00:14:29,404

무슨 계산을 다시 한번 할 수 있냐면  $K_a$  가지고 계산을 다시 한번 해줄 수가 있어요. 자, HA 같은 경우에는

99

00:14:29,432 --> 00:14:36,788

아까와 같이 저  $K_a$  식을 다시 쓸 텐데 이번에는 HA의 농도가 0.1이 아니라 0.2로 변한 거죠.

100

00:14:36,808 --> 00:14:44,000

그러면  $0.2-x$  이렇게 분모를 써줄 수가 있고요. 그러면 분자에는 이렇게  $x^2$ 이라고 다시 한번 식을 써줄 수가

101

00:14:44,024 --> 00:14:53,061

있는데 애는 이제  $10^{-5}$ 에 해당되는 값을 그대로 가지게 되겠죠. 자, 그러면 여기에서 또 뭐를 근사해줄 수가

102

00:14:53,103 --> 00:15:00,067

있냐면 분모에 있는  $x$  같은 경우에는 애가 약산이라서 많이 이온화를 안 하니까 상대적으로 작기 때문에

103

00:15:00,081 --> 00:15:07,945

이렇게 근사를 해줄 수가 있게 되고요. 이것을 넘겨서 계산을 해보면 대략  $x$ 의 값이 나오게 될 거예요.

104

00:15:07,969 --> 00:15:19,146

자, 그렇다면 애는  $2.0 \times 10^{-6}$  정도가 될 거기 때문에  $x$ 는 대략 1.4 어찌고저찌고  $\times 10^{-3}$  정도의 값을

105

00:15:19,173 --> 00:15:28,347

가지게 되겠네요. 자, 그렇다면 이  $x$ 가 결국에는  $H^+$ 의 값과 동일하기 때문에 우리 처음에  $\eta$ 을 보니까

106

00:15:28,368 --> 00:15:36,259

$2 \times 10^{-3} M$ 보다 더 작은 값을 가지는 것을 볼 수가 있습니다. 그래서  $\eta$ 은 맞는 보기로 골라주고요.

107

00:15:36,293 --> 00:15:45,774

ㄴ.  $x=0.1$ 이다. 그랬는데 조금 전에 우리 NaOH의 몰수 계산에서  $x$  구하고 왔죠. ㄴ 맞고, ㄷ. 비커 II에다가

108

00:15:45,813 --> 00:15:54,841

$xM$ 의 NaOH 5mL를 추가한 수용액은? 이렇게 물었어요. 자, 여기 보시면 HA랑  $A^-$ 가 같을 때까지 지금

109

00:15:54,881 --> 00:16:03,332

반응을 하는 상태죠. 우리가 이런 지점을 사실 반당량점이라고 얘기를 하는데요. 반당량점이라는 거는

110

00:16:03,385 --> 00:16:10,287

총 해야 될 당량점 즉, 중화점까지의 반만큼만

넣어줬다는 소리예요. 자, 그런데 반만큼만 넣은 게

111

00:16:10,301 --> 00:16:18,296

5mL인데 5mL를 지금 추가했다 그랬죠. 그러면 애를 추가하는 순간 뭐가 되냐면 애는 중화점까지 반응을

112

00:16:18,323 --> 00:16:27,274

진행했다라는 의미로 해석을 해주시면 됩니다. 그러면 중화점까지 진행을 했다면 거기의 메인, 이 수용액에

113

00:16:27,297 --> 00:16:34,256

주로 존재하는 이온은 뭐가 될까요? HA는 모두 다 사라지고 다  $A^-$  로 바뀐 것을 볼 수가 있겠죠.

114

00:16:34,284 --> 00:16:42,686

그러면 이 수용액에는  $A^-$  가 주로 들어 있게 될 텐데요.  $A^-$  같은 경우에는 가수분해가 가능했었어요.

115

00:16:42,713 --> 00:16:51,720

무슨 소리냐면 물한테서  $H^+$  를 뺏어와서  $OH^-$  를 만들 수 있는 염기였던 거죠. 그래서 애는 물속에  $OH^-$  를

116

00:16:51,747 --> 00:16:59,244

만들어내는 염기이기 때문에 수용액은 염기성이라고 볼 수가 있게 됩니다. 그래서 우리 ㄱ, ㄴ, ㄷ 모두 다

117

00:16:59,266 --> 00:17:14,271

맞는 보기가 되겠네요. ⑤번 정답으로 골라주도록 하겠습니다. 자, 우리 그러면 세 번째 실전 문제로 한번

118

00:17:14,292 --> 00:17:22,221

넘어가 볼게요. 세 번째 문제 같은 경우에도 지금 산 수용액에 염기를 첨가해서 중화 반응하는 역시 자료가

119

00:17:22,247 --> 00:17:30,216

주어져 있는데요. 지금은 주어진 상황 자체는 똑같은데 그 상황을 해석하기 위해 주어진 표가 또 조금

120

00:17:30,237 --> 00:17:38,322

아까랑은 다르죠. 어떻게 접근하는지 한번 보도록 하겠습니다. 일단 우리  $25^\circ\text{C}$ 에서 약산 수용액 (가)

121

00:17:38,362 --> 00:17:47,343

HA라고 주어졌는데 지금 농도를 모르는 미지수로 주어진 상태이고요. 거기에 0.8M의 NaOH를

122

00:17:47,370 --> 00:17:55,362

25mL 첨가했다라고 되어 있어요. 자, 그렇다면 여기에서는 어떤 반응이 일어날지 먼저 봐야 되겠죠.

123

00:17:55,383 --> 00:18:09,309

여기에서는 HA가 OH<sup>-</sup> 량, 이번에는 Na<sup>+</sup> 를 제외하고  
알짜이온으로만 한번 써볼게요. 그러면 물을 만들게

124

00:18:09,336 --> 00:18:18,504

될 거고요. 그리고 A<sup>-</sup> 염기를 만들게 된다. 이런  
반응을 진행을 하게 되겠죠. 그러면 여기에서 NaOH가

125

00:18:18,528 --> 00:18:26,783

들어온 만큼 누가 생기게 될 거냐면 A<sup>-</sup> 가 생긴다라고  
볼 수가 있게 돼요. 자, 그러면 여기에서 내가 NaOH를

126

00:18:26,798 --> 00:18:35,020

과연 몇 몰이나 집어넣었는지 먼저 계산을 하고 갈게요.  
자, NaOH가 0.8M로 25mL 첨가되어 있다고 하죠.

127

00:18:35,046 --> 00:18:43,379

그러면 애를 계산을 했을 때 이제 0.8×25를 해주면  
애는 20mmol이 있다라고 해주시면 될 거 같아요.

128

00:18:43,407 --> 00:18:50,675

여기 m 있으니까 m를 그대로 데리고 왔다라고  
생각하시면 되겠죠. 자, 그러면 (나)에 해당하는

129

00:18:50,702 --> 00:19:00,016

이 비커 용기 속에는 HA랑 A<sup>-</sup> 의 비율이 3:1이다라고  
주어져 있는데요. 이 중에서 우리는 뭐를 알 수가

130

00:19:00,042 --> 00:19:10,436

있는 거냐면 A<sup>-</sup> 의 몰수가 20mmol에 해당된다라는  
것을 여기서부터 알 수가 있는 거죠. 왜냐하면 NaOH는

131

00:19:10,436 --> 00:19:18,503

20mmol이 모두 다 반응을 해서 A<sup>-</sup> 를 만들었을 거기  
때문이에요. 그러면 우리 이 밑에 있는 표를 바탕으로

132

00:19:18,524 --> 00:19:26,603

(나)에 들어 있는 HA의 몰수도 바로 구할 수가 있겠죠.  
HA 같은 경우에는 애의 3배가 존재해야 되기 때문에

133

00:19:26,636 --> 00:19:35,006

60mmol이 이렇게 존재해야 된다는 것을 볼 수가  
있습니다. 자, 그러면 (나)에 존재하는 A<sup>-</sup> 량 HA를

134

00:19:35,040 --> 00:19:42,642

합친 거는 (가)에 존재하는 HA의 원래 몰수랑 똑같겠죠.  
다 HA가 반응해서 이제 만들고 남은 거니까,

135

00:19:42,684 --> 00:19:52,343

그러면 (가) 같은 경우에는 다 합해서 애는 80mmol이 원래 존재를 했어야 되겠다라는 것을 이제 알 수가

136

00:19:52,373 --> 00:20:00,928

있고요. 자, 그러면 80mmol이 80mL에 이렇게 존재를 하게 되는 거네요. 그러면 애를 다 지워주었을 때

137

00:20:00,952 --> 00:20:11,026

x가 바로 구해줄 수가 있겠죠. x 같은 경우에는 우리 1이 나온다는 것을 계산을 할 수가 있을 거 같습니다.

138

00:20:11,047 --> 00:20:20,400

자, 그러면 우리 HA의 몰농도를 방금 좀 계산을 했는데요. 이 몰농도를 가지고 그러면 (가)에다가 한번

139

00:20:20,420 --> 00:20:32,237

대입을 해볼게요. (가) 같은 경우에는  $[A^-]/[HA]$ 가 약 0.001 정도가 된다고 해요. 그러면 HA 같은 경우에는

140

00:20:32,271 --> 00:20:40,491

거의 이온화를 안 했을 거기 때문에  $A^-$  가 되는 비율이 1/1000 정도 된다고 우리가 이해가 할 수가 있겠네요.

141

00:20:40,518 --> 00:20:56,306

자, 그러면 우리 이거를 가지고 써본다면 HA 같은 경우에는  $K_a$ 가  $[H^+][A^-]/[HA]$  이렇게 되는데요.

142

00:20:56,336 --> 00:21:04,096

여기에서 HA 같은 경우에는 처음 몰농도인 1에서 거의 변하지 않겠죠. 그래서 1.0 정도 될 거고요.

143

00:21:04,129 --> 00:21:11,626

$A^-$  는 그러면 애의 1/1000 정도 되니까 이제 0.001을 그대로 쓰면 돼요.  $10^{-3}$ 이라고 쓰는 게 조금 더

144

00:21:11,647 --> 00:21:20,903

우리 보기가 깔끔해지겠죠. 그래서  $10^{-3}$ 이 될 거고, 그러면 우리  $H^+$  도  $A^-$  량 서로 같은 몰수만큼 생성이

145

00:21:20,936 --> 00:21:31,838

될 거니까 애는  $10^{-6}$ 이 된다고 볼 수가 있겠죠. 이거를 대략 근사식으로 쓴다면  $K_a$ 가  $10^{-6}$ 이 된다고

146

00:21:31,884 --> 00:21:40,035

계산을 해줄 수가 있을 거 같습니다. 자, 그러면 우리 (가)에 대한 정보로부터 지금  $K_a$ 를 구해놓은 상황인데요.

147

00:21:40,065 --> 00:21:48,505

그러면 본격적인 문제로 한번 들어가 볼게요. 문제에서 보니까 25°C에서 0.2xM라고 되어 있어요. 조금 전에

148

00:21:48,557 --> 00:21:55,848

우리가  $x=1$ 인 거를 구했기 때문에 애는 0.2M에 해당된다라는 거를 이제 대입할 수가 있고요.

149

00:21:55,876 --> 00:22:08,898

HA 20mL를 0.8M NaOH로 적정을 했대요. 적정을 한 결과 중화점에서의 이제  $[A^-]/[HA]$ 를 구하여야

150

00:22:08,918 --> 00:22:16,990

된다고 되어 있네요. 자, 그러면 우리는 애네 둘의 농도비가 과연 어느 정도 될지 한번 계산식을

151

00:22:16,991 --> 00:22:25,562

세워보도록 하겠습니다. 자, 일단 적정을 했는데 중화점이 되었는데. 그러면 중화점에서는 HA가

152

00:22:25,583 --> 00:22:38,416

모두 다 반응을 하고  $A^-$  로만 존재한다라는 얘기가 돼요. 그렇다면 우리  $[A^-]$ 가 만들어졌을 때 그 용액의 농도를

153

00:22:38,443 --> 00:22:47,726

한번 계산을 해볼게요. 자,  $[A^-]$  같은 경우에는 몇 몰농도가 있을까요? 일단 여기에서 0.2M로 20mL

154

00:22:47,743 --> 00:22:58,689

있다고 얘기를 했네요. 그러면 이 안에는 HA가 2개를 공급해야 되겠죠. 4mmol 존재한다고 볼 수가 있을 거

155

00:22:58,728 --> 00:23:07,202

같아요. 그런데 저게 다 반응을 한 거니까  $A^-$  도 4mmol이 이렇게 존재를 해야 되겠죠. 자, 그러면 애가

156

00:23:07,232 --> 00:23:16,688

어떤 부피에 있는지를 이제 봐야 될 텐데요. 20mL에 0.8M의 NaOH를 부을 거래요. 그러면 얼마만큼 부어야

157

00:23:16,722 --> 00:23:26,574

중화점이 됐을지 계산을 해야 되겠네요. 지금 농도비는 0.2M, 0.8M로 1:4에 해당을 하죠. 그런데 몰수의 양은

158

00:23:26,604 --> 00:23:34,500

똑같아야 되기 때문에 계산을 하면 NaOH를 5mL만 부었을 때 중화점이 된다는 것을 볼 수가 있어요.

159

00:23:34,527 --> 00:23:42,703

그러면 다 합쳤을 때 부피 같은 경우에는 우리 25mL라고 볼 수가 있겠죠. 자, 이것을 그러면

160

00:23:42,739 --> 00:23:55,471

계산한다면  $A^-$  같은 경우에는 0.16M에서 시작을 한다라고 계산을 세워줄 수가 있을 거 같습니다.

161

00:23:55,498 --> 00:24:07,782

자, 그렇다면 우리  $A^-$  가 어떤 식으로 이온화를 할지 한번 볼 텐데요.  $A^-$  같은 경우에는 물속에서

162

00:24:07,822 --> 00:24:18,340

$H^+$  를 떼어서 HA를 만드는 염기에 해당을 하죠. 그리고  $OH^-$  를 이렇게 만들어낼 거예요. 그러면 이런

163

00:24:18,354 --> 00:24:27,620

이온화 반응식 같은 경우에는 염기에 해당되니까  $K_b$ 를 써줄 수가 있을 거 같고요. 그러면  $K_b$ 를 써주었을 때

164

00:24:27,679 --> 00:24:39,959

$[HA][OH^-]/[A^-]$  이렇게 식을 써줄 수가 있겠네요. 자, 그렇다면 이  $K_b$ 가 지금 주어지지 않기 때문에

165

00:24:39,991 --> 00:24:49,671

우리는  $K_b$ 를 계산을 해주어야 될 텐데요. 애는 어떻게 계산하냐면 우리 짝산과 짝염기의  $K_a \times K_b = 1$ 이 된다는

166

00:24:49,695 --> 00:25:01,809

것을 활용을 하면 될 거 같아요. 즉, 우리 애 짝산에 해당되는 HA의  $K_a$ 를  $K_w$ 로 이렇게 나눠주면 되는 거죠.

167

00:25:01,839 --> 00:25:13,372

자, 그렇다면 여기에서  $K_a$ 가 뭐였었냐면  $10^{-6}$ 이었고,  $K_w$ 는  $10^{-14}$  이라고 지금 문제에 주어졌 있죠.

168

00:25:13,417 --> 00:25:22,669

그러면 애를 계산을 했을 때  $10^{-8}$ 이 된다는 걸 볼 수가 있게 됩니다. 자, 그러면 여기 이제  $A^-$  에다가 한번

169

00:25:22,687 --> 00:25:31,898

대입을 해볼 텐데요.  $A^-$  같은 경우에는 조금 전에 0.16M에서 출발을 한다고 했어요. 그러면 우리 0.16에서

170

00:25:31,918 --> 00:25:43,487

시작했는데 일부는 이온화를 해서 HA랑  $OH^-$  를 각각 x만큼 만들었겠죠. 그런데 이 값이 이제  $10^{-8}$ 이어야

171

00:25:43,517 --> 00:25:52,088

된다. 식을 써주고 그러면 x 같은 경우에는 애가 굉장히

약한 염기이기 때문에 0.16에 비해서 굉장히 작겠죠.

172

00:25:52,111 --> 00:26:01,656

그래서 근사를 해주기로 하고요. 그러면  $x$  같은 경우에는 우리  $16 \times 10^{-10}$  이렇게 바꿔줄 수가 있겠네요.

173

00:26:01,677 --> 00:26:16,440

계산을 해주게 되면  $x=4 \times 10^{-5}$ 의 숫자를 가지게 됩니다. 자, 그렇다면 지금  $x$ 가 뭐냐면 여기에 해당하는

174

00:26:16,460 --> 00:26:27,234

HA의 농도에 해당을 했었죠. 그러면 여기 이제 우리가 구해야 될 거는 결국  $[A^-]/[HA]$ 에 해당을 하는데요.

175

00:26:27,268 --> 00:26:36,161

여기에서 HA는  $4 \times 10^{-5}M$  이렇게 집어넣어줄 수가 있고,  $A^-$  같은 경우에는 우리가 처음에 가지고 있는

176

00:26:36,194 --> 00:26:47,437

0.16이랑 거의 변하지 않는다고 얘기를 했죠. 그러면 애 같은 경우에는  $16 \times 10^{-2}$  이렇게 또 넣어줄 수가

177

00:26:47,458 --> 00:26:55,126

있겠네요. 계산을 하면 몇이 나오냐면  $4 \times 10^{-3}$ 이 나와요. 그러면 4000에 해당되는 숫자겠죠. 그래서 ④번

178

00:26:55,156 --> 00:27:03,920

정답으로 골라주도록 하겠습니다. 자, 우리 그러면 마지막 문제네요. 네 번째 실전 문제 연습 한번

179

00:27:03,944 --> 00:27:13,080

가도록 하겠습니다. 우리 마지막 문제 보면 여기에서는 pH 적정 곡선 2개가 주어진 거를 볼 수가 있어요.

180

00:27:13,110 --> 00:27:21,731

그런데 이 적정 곡선 2개가 어떻게 나왔는지를 문제에서 설명을 해주고 있는데 애 같은 경우에는 몰농도가 같은

181

00:27:21,754 --> 00:27:31,486

산을 2개 사용을 했다고 되어 있네요. HA랑 HB인데 지금 둘 다 약산인데 HA는 50mL 부피를 사용을

182

00:27:31,497 --> 00:27:38,085

했고, HB는 VmL를 사용을 했다. 이렇게 부피를 서로 다르게 해서 중화점이 다르게 나타나는 것을 우선

183

00:27:38,121 --> 00:27:47,562

볼 수가 있죠. 애네들은 둘 다 강염기인 NaOH로 적정이 되었는데요. 지금 애가 0.1M이라는 이 몰농도를

184

00:27:47,589 --> 00:27:57,682

또 활용을 해줘야 될 거 같습니다. 자, 그런데 HA랑 HB의 이온화 상수를 먼저 좀 본다면 애가  $10^{-4}$  이랑

185

00:27:57,706 --> 00:28:07,429

$10^{-5}$ 으로 차이가 나는 걸 볼 수가 있죠. 즉, 애가 HA고, 애가 HB인데 수치 차이를 보면 HA가 더 큰 수를

186

00:28:07,455 --> 00:28:14,687

가진 걸 볼 수가 있어요. 즉, HA가 더 강산이라는 소리죠. 그런데 HA랑 HB가 조금 전에 몰농도가 같다고

187

00:28:14,718 --> 00:28:24,789

했는데 HA가 더 강한 산이라면 pH는 반응 전에 누가 더 컸을까요? 당연히 더 약한 산인 HB가 pH가 더 컸을

188

00:28:24,835 --> 00:28:31,633

거고요. HA 같은 경우에는 더 센 산이니까 pH가 작았을 거라고 예측을 할 수가 있어요. 즉, 우리 반응을

189

00:28:31,647 --> 00:28:40,269

하기 전에 pH를 좀 비교를 하고 갈 텐데 더 작은 곳에서, 낮은 pH에서 시작하는 이 실선이 그러면

190

00:28:40,305 --> 00:28:49,223

HA의 적정 곡선에 해당된다라는 거를 우리가 알 수가 있고, 이 점선에 해당되는 게 HB에 해당된다라고

191

00:28:49,251 --> 00:28:59,077

볼 수가 있겠네요. 자, 그렇다면 이제 여기에서 뭐를 볼 수가 있다면 NaOH의 몰농도를 가지고 재네들의

192

00:28:59,094 --> 00:29:06,919

몰농도를 볼 수가 있어요. 지금 그 보기를 잠깐 먼저 좀 본다면 적정 전의 몰농도를 구하라는 보기가

193

00:29:06,946 --> 00:29:15,212

주어져 있죠. 일단 여기에서 우리가 알고 있는 HA를 활용을 하도록 하겠습니다. HA 같은 경우에는

194

00:29:15,264 --> 00:29:25,951

NaOH가 30mL 들어갔을 때 중화점에 도달을 했어요. 그렇다면 NaOH는 0.1M/L였기 때문에 30mL를

195

00:29:25,991 --> 00:29:36,770

넣게 되면 애는 3mmol을 집어넣어준 거로 우리가 해석을 할 수가 있겠네요. 자, 그러면 HA 같은 경우에는

196

00:29:36,803 --> 00:29:45,608

우리 50mL 안에 3mmol이 들어 있었다라고 볼 수가 있겠죠. 왜냐하면 HA랑 NaOH가 1:1로 반응을

197

00:29:45,633 --> 00:29:56,969

하니까요. 그러면 우리 50mL에 3mmol이 들어 있으니까 애의 몰농도는 우리 0.06M에 해당된다고 구해줄 수가

198

00:29:56,999 --> 00:30:03,661

있을 거 같습니다. 자, 그러면 우리 보기를 좀 지우면서 갈 텐데, 일단  $\gamma$  같은 경우에 적정 전 HA의

199

00:30:03,681 --> 00:30:10,616

몰농도 0.06M인 거 바로 맞다고 볼 수가 있겠죠. 자, 이번에는  $\alpha$ 으로 넘어가서 이 그래프와 함께

200

00:30:10,631 --> 00:30:19,512

해석을 해보도록 하겠습니다.  $\alpha$ . 적정 전의 HB의 pH는 3.0이다. 이렇게 되어 있어요. 지금 HB 같은 경우에는

201

00:30:19,538 --> 00:30:27,373

이온화 상수가 주어져 있는데요. 이온화 상수가  $1 \times 10^{-5}$ 이라고 되어 있네요. 자, 그러면 우리  $\alpha$ 을

202

00:30:27,406 --> 00:30:40,894

이쪽에다 한번 풀어볼게요. HB가  $H^+$  랑  $B^-$  로 이렇게 이온화가 되는데 여기에서 우리  $K_a$ 를 한번 계산을

203

00:30:40,908 --> 00:30:53,154

한다면, 식을 쓴다면  $[H^+][B^-]/[HB]$  이렇게 되겠네요. 자, 그러면 애가  $10^{-5}$ 이 돼야 된다고 식을

204

00:30:53,181 --> 00:31:01,481

세울 수가 있는데 지금 저기에서 HB의 몰농도가 아까 HA의 몰농도랑 같다는 표현이 주어져 있죠.

205

00:31:01,508 --> 00:31:10,685

즉, HB도 0.06M의 수치를 가져야 된다는 소리인데요. 그러면 HB에다가 0.06이 이제 주어져 있었는데

206

00:31:10,721 --> 00:31:19,568

애는 일부만 이온화를 하니까  $-x$ 로 하고요. 그러면  $x$ 만큼  $H^+$  랑  $B^-$  가 생기니까  $x^2$ 을 또 써줄 수가 있겠죠.

207

00:31:19,595 --> 00:31:26,782

그러면 애가  $10^{-5}$ 이 된다. 이렇게 식을 세워줄 수가 있을 거 같아요. 그렇다면 우리  $x$ 는 0.06에 비해서

208

00:31:26,831 --> 00:31:34,171

굉장히 작기 때문에 또 근사를 해줄 수가 있고,  
그러면 애를 계산을 했을 때  $x^2$  같은 경우에는

209

00:31:34,195 --> 00:31:45,974

이제  $6.0 \times 10^{-8}$  정도가 되겠네요. 그러면  $x$ 를 대략  
근사치로 계산을 한다면 애는 대략  $7.xx \times 10^{-4}$  정도가

210

00:31:46,004 --> 00:31:55,764

되는 것을 볼 수가 있어요. 자, 그런데 우리가 방금 구한  
 $x$ 가 뭐냐면  $H^+$ 의 농도가 되는 것을 볼 수가 있죠.

211

00:31:55,785 --> 00:32:03,281

그러면 방금 구한 이  $H^+$ 의 농도에  $-\log$ 를 씌워서 pH를  
또 계산을 할 수가 있게 됩니다. 자, 그러면 적정 전

212

00:32:03,308 --> 00:32:10,397

HB의 pH 같은 경우에는 여기에  $\log$  씌워도 절대  
3이 되지 않는다는 거 우리 확인할 수 있으니까

213

00:32:10,425 --> 00:32:17,807

$\alpha$ 은 틀리다라고 봐주시면 되겠습니다. 자, 그러면  
이번에는  $\alpha$ 을 한번 볼게요. HB를 적정하는 과정에서

214

00:32:17,840 --> 00:32:25,360

혼합 수용액의 pH가 9라면? 이렇게 가정을 해줬어요.  
사실 9이다라는 건 어디를 의미하는 거냐면

215

00:32:25,397 --> 00:32:36,635

중화점의 지금 pH가 9인 것을 우리한테 그래프에서  
보여주고 있죠. 그때  $[B^-]/[HB]$ 가  $1.0 \times 10^{-5}$ 이다라는

216

00:32:36,655 --> 00:32:46,727

것을 판단을 하라고 되어 있네요. 그러면 우리 다시 한번  $K_a$ 를  
좀 활용을 할 텐데요. 여기에서  $[H^+][B^-]/[HB]$

217

00:32:46,780 --> 00:32:55,795

이렇게 하고 우리 조금 전에  $K_a$ 가  $10^{-5}$ 인 거 갖고  
와서 썼었죠. pH가 9라는 거는 사실 뭐를 의미하냐면

218

00:32:55,841 --> 00:33:06,673

여기에서  $H^+$ 의 농도가  $10^{-9}$ 이다라는 걸 의미를 하죠.  
그러면 여기에서 이  $H^+$ 에다가  $10^{-9}$ 을 이렇게 대입을

219

00:33:06,703 --> 00:33:18,688

해주시면 될 거 같습니다. 대입을 해주게 되면 우리  
 $[B^-]/[HB]$ 가 이제  $10^{-9}$  식을 곱해주시면 되겠죠.

220

00:33:18,753 --> 00:33:26,214

$10^{-4}$ 에 해당된다는 것을 볼 수가 있어요. 자,  
그래서 우리 밑에 보면 10배만큼 차이가 나네요.

221

00:33:26,240 --> 00:33:35,817

$1.0 \times 10^{-4}$ 으로 바꿔주어야 될 거 같습니다. 그래서  
우리  $\pi$ 도 틀리기 때문에  $\pi$ 만 맞는 ①번 정답으로

222

00:33:35,857 --> 00:33:43,701

골라주도록 하겠습니다. 우리 여기까지 해서 중화 반응과  
관련된 좀 고난도 문항들을 한번 풀어봤는데요.

223

00:33:43,742 --> 00:33:48,809

사실 좀 처음 접하는 문제라면 도대체 이 문제를  
어디서부터 손대야 되나 하고 막막한 친구들이

224

00:33:48,836 --> 00:33:56,089

많았을 거예요. 그래서 이 문항들 풀이 방식 잘  
기억을 해주시고 조금 더 어려운 문제도 자체적으로

225

00:33:56,109 --> 00:34:01,924

연습을해보시면 좋을 거 같습니다. 우리 다음 시간에  
다른 단원으로 만나도록 할게요. 감사합니다.