1
00:00:11,470 --> 00:00:17,086
여러분 안녕하세요. 손혜연 선생님입니다. 우리는
오늘 저번 시간에 이어서 화학 평형에 대해서 얘기를

2
00:00:17,105 --> 00:00:25,026
할 텐데요. 저번 시간에는 평형이 어떤 건지, 그리고
평형상수를 어떻게 계산하면 될지 얘기를 했다면

3
00:00:25,045 --> 00:00:32,629
이번 시간에는 평형이 항상 고정이 된 게 아니라
외부의 어떤 환경 변화에 따라서 계속 이동을 해요.

4
00:00:32,651 --> 00:00:39,915
그 평형이 어떻게 이동을 하는지에 대해서 같이 얘기를
해보도록 하겠습니다. 자, 이제 평형 이동을

5
00:00:39,946 --> 00:00:48,068
이해하기 위해서는 제일 중요한 법칙 하나를 여러분들이
기억을 해주셔야 되는데 평형 이동 법칙이라고도

6
00:00:48,084 --> 00:00:59,603
얘기를 하고요. 우리가 르 샤틀리에의 원리라고도 얘기를
합니다. 평형 이동이라는 거는 일단 기본적으로 말하면

7
00:00:59,622 --> 00:01:06,309
일단 평형에 도달해 있는 어떤 계가 있을 때 즉,
계라는 거는 어떤 물질의 상태가 있다라는 거죠.

8
00:01:06,331 --> 00:01:24,791
평형에 도달을 한 어떤 계에서 어떤 변화를 가해주면,
여기에서 변화라고 한다면 어떤 물질을 더 넣어주는 게

9
00:01:24,816 --> 00:01:31,119
될 수도 있고, 물질을 제거해주는 게 될 수도
있고요. 압력을 준다든지 아니면 온도를 높인다든지

10
00:01:31,144 --> 00:01:41,931
다양한 변화가 있을 수 있겠죠. 그래서 이 변화라고 하는
거는 농도, 압력, 온도 등등의 변화를 이제 다 포괄하는

11
00:01:41,956 --> 00:01:51,639
개념으로 이해를 해주시면 돼요. 변화를 주었을 때 그
계는 정반응 또는 역반응을 해서 새로운 평형에 도달을

12
00:01:51,646 --> 00:02:02,445
하게 된다. 사실 별거는 아니고 평형이 항상 고정되어
있는 게 아니라 이미 평형에 도달해 있는 계라고

13
00:02:02,468 --> 00:02:09,625
하더라도 거기에서 변화를 주었을 때 그거에 맞춰서
새로운 반응을 진행을 할 수가 있다라는 거죠.

14
00:02:09,647 --> 00:02:16,173
자, 그런데 여기에서 이제 주의할 점은 뭐냐면
저번 시간에 우리가 말했던 것처럼 평형상수를 항상

15
00:02:16,205 --> 00:02:30,740
만족하도록 이 평형이 이동을 할 텐데요. 온도가 같다면
평형이 이동을 할 수는 있지만 평형이 이동했을 때도

16
00:02:30,759 --> 00:02:39,463
평형상수 자체는 변하지 않는다라는 거 좀 기억을
해주셔야 돼요. 온도가 동일하면 왜냐하면 K가 항상

17
00:02:39,507 --> 00:02:46,653
같다라는 거 우리 저번 시간에 굉장히 중요하게 강조를
했었죠. 평형이 이동하더라도 온도가 똑같을 때는

18
00:02:46,679 --> 00:02:54,573
K가 바뀌지 않는다라는 거 기억을 해두어야 여러분들이
문제가 나왔을 때 잘 맞춰서 풀 수가 있을 거 같고,

19
00:02:54,608 --> 00:03:00,917
대신 이거를 조금 다르게 해석을 한다면 아까
온도를 바꿀 수도 있다고 했었죠. 온도가 바뀌면

20
00:03:00,936 --> 00:03:13,100
K가 바뀐다라는 것도 여러분들이 기억을 해주셔야 돼요.
온도가 바뀔 때는 K 값이 바뀌니까 이제 그거에 맞춰서

21
00:03:13,112 --> 00:03:20,181
K를 새롭게 계산을 할 수도 있겠죠. 우리는 오늘
어떠한 거에 초점을 맞춰서 얘기를 할 거냐면

22
00:03:20,194 --> 00:03:27,235
어떤 변화를 주었을 때 이 반응이 정반응을 할 건지,
역반응을 할 건지 그 방향을 판단하는 거에 좀 초점을

23
00:03:27,241 --> 00:03:36,635
많이 맞출 거예요. 자, 그렇다면 이거를 포괄하는 어떤
중요한 원리가 하나 있는데요. 르 샤틀리에의 원리라고

24
00:03:36,654 --> 00:03:50,765
얘기를 해요. 르 샤틀리에라는 사람이 우리가 평형을
어떻게 이동하는지 쉽게 판단할 수 있는 어떤 얘기를

25

00:03:50,787 --> 00:03:58,399
했는데요. 굉장히 단순합니다. 일단 우리가 어떤 변화를
주면 그 계는 변화를 어떻게든 없애려고 해요.

26
00:03:58,418 --> 00:04:13,595
그 변화랑 반대되는 방향으로 평형 이동이 일어난다라고
해주시면 돼요. 그래서 평형에 도달해 있는 계에

27
00:04:13,615 --> 00:04:34,566
어떤 변화를 가하면 그 변화를 상쇄시키는 방향으로
평형이 이동한다라는 게 르 샤틀리에의 원리라고

28
00:04:34,592 --> 00:04:41,333
볼 수가 있습니다. 여기에서 변화를 상쇄시킨다라는
거는 그 변화를 없애준다라고 봐주시면 될 거 같아요.

29
00:04:41,352 --> 00:04:48,595
예를 들어서 온도를 높여 주면 온도를 낮추는 방향으로
반응이 일어날 거고, 농도를 높여 주면 농도를

30
00:04:48,610 --> 00:04:55,853
낮추는 방향으로 이렇게 반응이 일어나게 되겠죠.
이런 식으로 이제 르 샤틀리에의 원리를 적용을 하는

31
00:04:55,876 --> 00:05:03,139
연습을 오늘은 이제 계속해서 얘기를 할 턴데요. 우리는
여러 가지 변화가 될 수 있는 요인들을 좀 나누어서

32
00:05:03,177 --> 00:05:11,322
한번 생각을 해보도록 할게요. 거기 이제 교재를
봐주시면 평형 이동에 영향을 미치는 요인이라고

33
00:05:11,341 --> 00:05:23,563
돼 있는데요. 어떤 것들이 과연 이 평형을 이동시킬 수
있는지 한번 얘기를 해볼게요. 일단 제일 먼저

34
00:05:23,585 --> 00:05:37,378
나오는 거는 농도의 영향이 있습니다. 농도라고 하는
거는 물질의 농도를 말 그대로 바꿔준다라는 거죠.

35
00:05:37,413 --> 00:05:45,762
반응에 참여하는 물질들이 여러 종류가 있을 텐데,
그 물질들의 농도를 바꾸게 된다면 뭐를 바꿔주게

36
00:05:45,791 --> 00:05:55,249
되는 거냐면 Q 즉, 반응지수를 바꿔주게 되는 거죠.
그러면 농도를 바꾸게 되면 Q의 변화가 일어나게

37
00:05:55,271 --> 00:06:03,302

될 거고, Q의 변화가 일어나게 되면 얘는 이제 평형에서
벗어나게 되는 거잖아요. 그러면 얘네들 같은 경우에는

38
00:06:03,314 --> 00:06:12,601
다시 K로 돌아오기 위해서 새로운 반응을 진행을 하게
될 거예요. 한번 예를 들어 볼게요. 여기에서 크게

39
00:06:12,608 --> 00:06:18,668
농도를 바꿀 수 있는 물질은 두 가지 물질이 있는데
반응물의 농도를 바꿀 수 있고, 생성물의 농도를

40
00:06:18,684 --> 00:06:29,260
바꿀 수가 있겠죠. 나눠서 생각을 해보도록 하겠습니다.
우리 반응물의 농도를 더 높여주었다고 생각을 해볼게요.

41
00:06:29,289 --> 00:06:37,314
우리 Q 같은 경우에는 어떻게 식이 써졌냐면 반응물의
농도곱 분의 생성물의 농도곱 이렇게 되었었죠.

42
00:06:37,346 --> 00:06:48,203
그러면 한번 쓰고 갈게요. Q 같은 경우에는 반응물
농도 분의 생성물 농도. 물론 식에 따라서 조금씩

43
00:06:48,228 --> 00:06:55,848
달라지지만 이렇게 (생성물/반응물) 형태인데 만약에
반응물의 농도를 높여주었다라고 한다면 얘는 뭐를

44
00:06:55,867 --> 00:07:06,850
의미하게 될까요? 반응물이 커지니까 이 Q가 작아지는
것을 의미를 하겠죠. 그래서 Q가 감소하게 됩니다.

45
00:07:06,878 --> 00:07:14,997
그런데 원래 우리가 조건이 뭐였냐면 이미 평형에
도달해 있는 계였었죠. 그러면 원래 Q가 뭐였었냐면

46
00:07:15,013 --> 00:07:21,923
평형상수인 K에 해당이 되었을 텐데 Q가 감소했으니까
Q가 K보다 작아졌다라고 볼 수가 있겠네요.

47
00:07:21,949 --> 00:07:30,291
그래서 Q가 감소를 해서 Q가 K보다 작아지게 되고,
그러면 우리는 저번 시간에 반응지수 가지고 반응의

48
00:07:30,309 --> 00:07:38,233
방향 판단할 때 Q는 항상 K가 되고 싶다라고 얘기를
했었어요. 그러면 Q가 K가 되려면 여기에서

49
00:07:38,249 --> 00:07:44,882
무슨 반응을 해주어야 될까요? 당연히 이제 생성물이

많아져야 되니까 정반응을 해주어야 되겠네요.

50
00:07:44,913 --> 00:07:52,765
그래서 아, 그 결과로 얘는 정반응을 하게 될
것이다. 이렇게 결론을 내려주시면 됩니다.

51
00:07:52,784 --> 00:07:58,744
이거를 르 샤틀리에의 원리에 한번 대입을 해서 설명을
해볼게요. 르 샤틀리에의 원리 같은 경우에는

52
00:07:58,763 --> 00:08:05,201
반응물의 농도를 높여줬다. 즉, 반응물을 더
넣어주었다라는 건데 그러면 반응물을 넣어주었으니까

53
00:08:05,207 --> 00:08:13,570
반응물을 없애는 방향으로 즉, 상쇄시키는 방향으로
이렇게 반응이 일어나야 되겠죠. 그래서 반응물의

54
00:08:13,602 --> 00:08:24,971
농도를 낮추기 위해 정반응을 한다. 이렇게 간단하게
르 샤틀리에의 원리를 적용하면 좀 더 쉽게

55
00:08:25,004 --> 00:08:31,179
판단을 내릴 수도 있습니다. 여러분들은 그냥 빠르게
판단을 내릴 때는 르 샤틀리에의 원리를 사용하면

56
00:08:31,201 --> 00:08:39,350
되지만 우리가 앞에서 배운 어떤 반응의 방향을
판단하는 Q랑 연관을 시켜서도 얘를 적용을 하실 수가

57
00:08:39,368 --> 00:08:49,323
있어야 될 거 같아요. 자, 그러면 다른 경우 한번 볼게요.
이번에는 반응물을 더 넣어보죠. 아니면 반응물을 이제

58
00:08:49,343 --> 00:08:57,735
제거를 해볼게요. 반응물을 이제 없앤다면 이번에는
어떤 식으로 변하게 될 거냐면 반응물 즉, 분모가

59
00:08:57,753 --> 00:09:04,473
작아졌으니까 Q가 커지게 될 거예요. Q가 커지게
된다라는 거는 이제 Q가 K보다 더 커진다라고

60
00:09:04,495 --> 00:09:12,040
볼 수가 있겠네요. 그러면 우리는 Q는 항상 K가
되고 싶어 하니까 감소시키기 위해서 거꾸로 이번에는

61
00:09:12,066 --> 00:09:25,262
역반응을 해주어야 되겠죠. 자, 그렇다면 이번에는
생성물을 한번 건드려볼까요? 우리 생성물의 농도를

62
00:09:25,287 --> 00:09:31,273
이번에는 높여보도록 할게요. 즉, 생성물, 물질을
첨가했다라고 봐주시면 돼요. 이번에는 생성물을

63
00:09:31,296 --> 00:09:39,989
높였으니까 역시 Q의 값이 바뀌게 되겠죠. 생성물이
많아져서 우리 Q가 더 증가하는 결과를 가지고 오게

64
00:09:39,995 --> 00:09:47,234
될 텐데 위랑 똑같네요. 즉, 반응물을 줄여주는
거랑 생성물을 더 높여주는 거랑 같은 결과를 가지고

65
00:09:47,260 --> 00:09:56,848
온다라는 거죠. 그래서 Q가 K보다 커지게 되고요.
역시 Q는 K가 되고 싶어 하기 때문에 역반응을 통해서

66
00:09:56,873 --> 00:10:08,956
생성물을 줄여주려고 할 거예요. 자, 그러면 이제
네 번째로 생성물을 만약에 없앤다면, 생성물의 농도를

67
00:10:08,991 --> 00:10:17,159
낮추게 된다면 이번에도 Q에 변화가 있을 텐데요.
이번에는 Q가 작아질 거니까 K보다 더 낮은 값을

68
00:10:17,197 --> 00:10:24,079
가지게 될 거예요. 그러면 Q가 커져야 되니까 이번에는
생성물을 좀 만들어주어야 되겠네요. 만들어주려면

69
00:10:24,098 --> 00:10:32,740
얘는 정반응을 해야 될 것이다. 그래서 여기에서 농도를
변화시킨다는 거는 어떤 한 가지 물질을 첨가하거나

70
00:10:32,771 --> 00:10:39,529
아니면 제거해줬을 때 어떤 식의 반응이 일어날지
우리가 예측을 할 수 있다라고 이해를 해주시면

71
00:10:39,549 --> 00:10:48,349
될 거 같습니다. 그래서 일단 기본적으로 농도
같은 경우에는 여러분들이 이렇게 Q를 통해서 쉽게

72
00:10:48,358 --> 00:10:58,842
예측을 해주시면 될 거 같고요. 그러면 이번에는 조금
좀 복잡한 요인으로 가볼게요. 압력의 영향이 어떻게

73
00:10:58,848 --> 00:11:13,361
미치는지 보도록 하겠습니다. 이제 압력 같은 경우에는
기본적으로 기체 반응에서 일반적으로 압력의 변화를

74
00:11:13,381 --> 00:11:21,682
줄 수가 있게 되는데요. 압력에 영향을 줄 수 있는
거는 부피를 다르게 해주는 방법이 있고요. 아니면 다른

75
00:11:21,707 --> 00:11:28,546
기체를 첨가해서 압력을 높여주는 방법도 있는데 얘는
굉장히 압력을 바꿀 수 있는 게 좀 많기 때문에

76
00:11:28,568 --> 00:11:38,405
상황을 한번 가정해보고 조금 더 구체적으로 우리가
조건을 설정을 해볼게요. 일단 어떤 용기를 가지고

77
00:11:38,418 --> 00:11:50,365
해볼 거냐면 이런 피스톤이 있는 그런 용기를 한번
가지고 생각을 해볼게요. 자, 여기에서 이런 식으로

78
00:11:50,390 --> 00:12:04,205
해볼게요. N_2 , H_2 , NH_3 가 있는, 우리 교재에
있는 그림인데요. 질소랑 수소가 암모니아를 만드는

79
00:12:04,228 --> 00:12:11,862
그런 반응을 상상을 하는 거죠. 우리 이거 잘 알고 있는
반응죠, 사실. 질소 1분자랑 수소 3분자가 반응을

80
00:12:11,880 --> 00:12:21,570
해서 암모니아 2분자 만드는 이런 반응을 한번 가정을
해보도록 하겠습니다. 자, 그러면 이때 이 압력을

81
00:12:21,587 --> 00:12:34,095
바꿔줄 수 있는 방법은 무엇일까요? 부피를 변화시키는
게 이제 압력을 바꾸는 방법이에요. 그러면 이때

82
00:12:34,139 --> 00:12:42,481
부피를 한번 감소시켜 보도록 할게요. 우리 부피를
감소시킨다는 건 얘를 이렇게 눌러서 압력을 높여준다는

83
00:12:42,507 --> 00:12:51,164
거죠. 중요한 건 뭐냐면 부피를 꾹 눌러서 이 압력을
변화시킬 때 한 가지 물질의 압력만 변하는 게 아니라

84
00:12:51,196 --> 00:12:57,740
질소, 수소, 암모니아의 압력이 모두 한꺼번에
변한다라는 거를 주목을 해주셔야 돼요. 부피 감소를

85
00:12:57,772 --> 00:13:10,853
하니까 모든 기체의 압력이 증가한다라는 거로 여러분들이
이해를 해주시면 돼요. 자, 그러면 여기에서

86

00:13:10,876 --> 00:13:20,301
Q의 영향이 어떻게 되는지를 우리가 좀 알아봐야
되겠죠. 일단 Q 같은 경우에는 V의 영향을 지금

87
00:13:20,329 --> 00:13:35,408
받는지를 한번 봐야 되는데 Q의 식을 한번 써본다면 자,
여기에서 V 분의 일단 질소의 몰수를 이렇게 분모에다가

88
00:13:35,421 --> 00:13:43,974
써줄 수가 있고, 부피 분의 H_2 의 몰수를 여기에다가
써줄 수가 있고요. 그리고 이제 수소 같은 경우에는

89
00:13:43,999 --> 00:13:54,396
세제곱을 해주셔야 될 거고, 그리고 우리 부피
같은 경우에 암모니아에도 똑같이 적용이 되겠죠.

90
00:13:54,434 --> 00:14:04,115
자, 이런 식으로 해본다면 우리 몰농도를 풀어서 이렇게
쓸 수가 있는 거죠. 그러면 이 경우에는 지금 몰수를

91
00:14:04,136 --> 00:14:15,803
앞으로 다 빼주고 몰수는 지금 안 변할 거니까 이렇게
질소, 수소, 암모니아의 몰수를 다 앞으로 빼주면

92
00:14:15,828 --> 00:14:26,197
부피끼리만 곱해서 좀 다른 항으로 빼줄 수가 있을 거
같아요. 이 경우에는 부피가 분모에 지금 있는데요.

93
00:14:26,229 --> 00:14:36,640
위에는 $1/V^2$이 있고 밑에는 $1/V^4$ 이 있죠. 그러면
얘를 계산을 해주었을 때 여기에 V^2이 남게 되는 것을

94
00:14:36,665 --> 00:14:46,932
볼 수가 있습니다. 그러면 여기 부피가 감소를 했죠.
그러면 여기에서 이 V^2이 감소를 한다라는 거로

95
00:14:46,967 --> 00:14:55,939
우리가 볼 수가 있는데 그러면 Q가 어떻게 될까요?
감소할 거라는 것을 볼 수가 있겠죠. 부피가 감소하면

96
00:14:55,977 --> 00:15:02,824
이 반응 같은 경우에, 지금 모든 반응에 적용이
되는 게 아니에요. 이 암모니아 생성 반응에서는

97
00:15:02,862 --> 00:15:10,696
Q가 감소하는 쪽으로 영향을 준다라는 걸 볼 수가
있어요. 즉, Q가 감소했으니까 K보다 작아지게

98
00:15:10,725 --> 00:15:21,592

되는 거죠. 그래서 Q가 K보다 작아지게 되고 이를
통해서 어떤 반응을 하게 될까요? 우리 Q가 다시

99
00:15:21,617 --> 00:15:29,685
커져야 되니까 정반응을 해줘야 되겠네요. 얘는 정반응을
하게 될 것이다라고 결론을 내려줄 수가 있습니다.

100
00:15:29,714 --> 00:15:37,549
자, 우리가 조금 이제 복잡하지만 이 Q를 굳이 한
이유는 뭐냐면 우리가 압력을 바꿔준다고 하더라도

101
00:15:37,568 --> 00:15:44,537
온도가 바뀌는 건 아니기 때문에 이 조건에서 K는
항상 일정하다라는 걸 활용할 수 있다라는 걸 보려고

102
00:15:44,563 --> 00:15:49,874
지금 우리 Q 가지고 얘기를 했어요. 그런데 우리가
이게 너무 복잡하니까 르 샤틀리에의 원리 가지고

103
00:15:49,890 --> 00:15:58,362
좀 쉽게 설명할 수 있는 방법도 한번 생각을 해볼게요.
여기에서 부피가 감소를 해서 압력이 증가하는,

104
00:15:58,381 --> 00:16:08,885
전체적으로 반응물과 생성물의 압력이 증가하는 거
이렇게 해서 쓰고 왔었죠. 그러면 모든 기체의 압력이

105
00:16:08,911 --> 00:16:16,576
증가했으니까 그거를 상쇄시켜주기 위해서는 압력을
다시 낮춰주기 위해서 기체 분자수를 줄여야

106
00:16:16,623 --> 00:16:27,410
그 압력을 상쇄해줄 수가 있을 거예요. 그래서
르 샤틀리에의 원리 적용을 하면 분자의 수를

107
00:16:27,432 --> 00:16:38,547
감소시키는 방향으로 이런 기체의 압력을 조정을 해줄
수가 있다라는 거죠. 그러면 몰수를 감소시키는

108
00:16:38,573 --> 00:16:46,492
방향이 뭔지 한번 봐야 되는데 자, 여기 봐주시면
질소랑 수소 같은 경우에는 총 4분자가 반응을 하죠.

109
00:16:46,511 --> 00:16:54,457
그런데 반응을 다 하고 나니까 암모니아가 지금 2분자가
있는 걸 볼 수가 있어요. 그렇다면 이 반응 같은

110
00:16:54,501 --> 00:17:01,850
경우에는 정반응을 하면 할수록 분자의 수가 감소를

하겠네요. 그래서 우리 이 분자 몰수를 감소시키려면

111
00:17:01,876 --> 00:17:09,635
아, 정반응을 해야 되는구나. 이렇게 결론을 내리면
될 거 같습니다. 그렇다면 거꾸로 부피를 오히려

112
00:17:09,654 --> 00:17:23,619
증가시켜 주면 얘는 압력이 떨어지니까 압력을 더
늘려주기 위해서 분자를 더 만들어주어야 되겠죠.

113
00:17:23,645 --> 00:17:31,155
그래서 얘는 역반응을 진행을 할 거로 우리가
바로 예상을 할 수가 있습니다. 그런데 여기에서

114
00:17:31,177 --> 00:17:40,079
주의해주실 게 이 모든 것들이 역반응, 정반응이 이제
고정된 게 아니라 핵심은 이거예요. 분자의 몰수를

115
00:17:40,098 --> 00:17:46,795
감소시키는, 분자의 숫자를 변화시키는 방향으로
여러분들이 결론을 내려줘야 된다는 거예요.

116
00:17:46,814 --> 00:17:54,931
암모니아 생성 반응은 분자가 감소하는 반응이기 때문에
여기서 부피를 감소시켰을 때 즉, 압력을 증가시켰을 때

117
00:17:54,957 --> 00:18:03,832
정반응이 일어났지만 만약에 이 반응이 이제 몰수가
증가하는 반응이었다면 이때는 압력을 증가시켰을 때

118
00:18:03,857 --> 00:18:09,992
역반응이 일어날 수 있다라는 거죠. 여러분들이
그래서 이렇게 압력을 증가시켰을 때 정반응이다.

119
00:18:10,030 --> 00:18:17,342
이렇게 외우는 게 아니라 왜 얘네들이 정반응을 하려고
하는지, 분자수가 감소해야 되는지, 증가해야 되는지를

120
00:18:17,361 --> 00:18:26,718
꼭 판단을 해서 반응에 따라서 다르게 적용을 해줄
수가 있어야 돼요. 그러면 만약에 부피가 안 변하는,

121
00:18:26,740 --> 00:18:33,343
예를 들어서 몰수가 안 변하는 반응이라면 어떨까요?
예를 들어 3분자가 반응했는데 3분자가 나왔다.

122
00:18:33,366 --> 00:18:41,426
그러면 얘는 아무리 반응을 해도 분자의 몰수가 바뀌지
않기 때문에 그런 경우에는 절대로 압력의 영향을

123
00:18:41,442 --> 00:18:50,743
받지 않겠죠. 이런 식으로 분자수가 참여하는 게 굉장히
다양하게 나타날 수 있게 됩니다. 자, 그러면 이번에는

124
00:18:50,768 --> 00:19:05,534
압력을 바꾸는 좀 다른 형태를 볼 텐데요. 이번에는
비활성 기체의 첨가를 한번 볼게요, 대신 부피는 일정한.

125
00:19:05,560 --> 00:19:11,342
이번에는 어떤 거를 보냐면 부피가 안 변할 거니까
이렇게 꽉 막힌 용기를 생각을 해볼게요.

126
00:19:11,368 --> 00:19:25,370
꽉 막힌 용기에 이제 N_2 , H_2 , NH_3 를 넣고
평형에 도달을 했는데 당연히 얘네들이 평형을 이루고

127
00:19:25,392 --> 00:19:34,128
있는 거는 질소랑 수소랑 이제 반응해서 암모니아
만드는 반응의 동적 평형이 이루어지고 있는

128
00:19:34,147 --> 00:19:42,027
상태인 거죠. 자, 그런데 여기에다가 비활성 기체를
추가로 넣을 거예요. 부피가 안 변하는데 여기에다가

129
00:19:42,053 --> 00:19:49,091
네온이라든지 아르곤, 아르곤을 한번 넣어볼까요?
아르곤을 추가로 넣는다면 이 경우에는 과연

130
00:19:49,106 --> 00:19:54,969
평형 이동에 영향을 줄지 한번 판단을 내려보도록
하겠습니다. 자, 아르곤을 넣었는데

131
00:19:55,008 --> 00:20:01,073
이 경우에는 부피가 안 변해요. 그러면 질소의 부분
압력은 바뀔까요, 안 바뀔까요? 질소의 부분 압력

132
00:20:01,092 --> 00:20:07,284
전혀 바뀌지 않죠. 질소의 몰수도 바뀌지 않고요.
그리고 수소도 마찬가지예요. 수소의 부피 안 바뀌고,

133
00:20:07,296 --> 00:20:17,369
수소의 몰수 안 바뀌고, 그러면 암모니아도 마찬가지죠.
그러면 아르곤을 넣었다고 하더라도 우리 N_2 , H_2 ,

134
00:20:17,382 --> 00:20:29,608
NH_3 의 압력은 변화가 아예 일어나지 않는다라는
것을 볼 수가 있어요. 사실 이 부분 압력이 변하지

135
00:20:29,617 --> 00:20:38,336
않는다라는 거는 어떤 말로도 볼 수 있냐면 농도가
변화가 없다라고 해석을 할 수도 있는 거죠. 왜냐하면

136
00:20:38,349 --> 00:20:44,529
우리 농도라는 거는 결국에 (몰수/부피)에 해당하는데
부피도 안 변하고 몰수도 안 변하니까 여기에서

137
00:20:44,542 --> 00:20:53,309
농도가 변할 건덕지가 전혀 없죠. 그러면 이 농도가
안 변하니까 어떤 결과가 나오게 되냐면 Q의 변화가

138
00:20:53,331 --> 00:21:00,137
아예 일어나지 않습니다. 여기에서 이제 Q
같은 경우에는 농도곱으로 정의가 되는데 농도가

139
00:21:00,163 --> 00:21:06,894
안 변했으니까 Q가 변할 일이 없는 거죠. 그러면
Q가 변하지 않았기 때문에 이 경우에는 아무런 영향을

140
00:21:06,919 --> 00:21:14,009
주지 않게 돼요. Q가 그대로 있으니까 얘는 그대로
평형을 유지하게 되겠죠. 그래서 정반응도, 역반응도

141
00:21:14,032 --> 00:21:23,996
전혀 일어나지 않고 그대로 평형을 유지하게 됩니다.
그래서 반응이 추가로 일어나지 않는다라는 결론을

142
00:21:24,015 --> 00:21:31,606
내릴 수가 있어요. 우리 핵심은 결국 뭐였냐면 이제
압력을 변화시켜 준다라는 게 부피가 변하느냐라는 게

143
00:21:31,638 --> 00:21:39,055
사실 좀 더 critical한 부분이라고 봐주시면 되겠죠.
이런 식으로 비활성 기체를 첨가한다라는 표현을 화학Ⅱ

144
00:21:39,077 --> 00:21:45,468
문제에서 굉장히 자주 볼 수가 있는데 이 비활성
기체를 넣었을 때 부피가 변하는지, 안 변하는지는

145
00:21:45,484 --> 00:21:54,779
각 조건에 따라서 여러분들이 해석을 잘 해주셔야 될 거
같아요. 자, 이런 식으로 이제 압력을 어떻게 놓는지

146
00:21:54,811 --> 00:22:09,113
한번 봤고요. 이번에는 온도의 영향을 한번 또 보도록
하겠습니다. 온도 같은 경우에는 앞과 조금 다른데

147

00:22:09,139 --> 00:22:17,836
아까도 선생님이 강조를 하고 시작했는데 온도 같은
경우에는 유일하게 K 즉, 평형상수를 바꿀 수가 있어요.

148
00:22:17,886 --> 00:22:25,944
온도가 바뀌면 K가 변할 수 있다라는 거 이제
주의해주셔야 되고요. 어떤 식으로 바뀌는지 한번

149
00:22:25,966 --> 00:22:33,962
르 샤틀리에의 원리 적용을 해서 한번 좀 해석을
해볼게요. 일단 만약에 온도를 높였다고 해볼까요?

150
00:22:33,981 --> 00:22:39,996
온도를 높이면 우리 르 샤틀리에의 원리에 따라서
온도를 낮추고 싶어 할 거예요. 조금 전에 얘기했듯이

151
00:22:40,016 --> 00:22:50,933
항상 변화를 상쇄시키는 방향으로 반응이 진행된다고
했죠. 그래서 온도를 높이면 온도를 낮추는 방향.

152
00:22:50,958 --> 00:22:58,548
자, 그런데 온도를 낮추려면 어떤 반응이 일어나야
될까요? 열을 흡수해야 온도가 낮아지겠죠.

153
00:22:58,564 --> 00:23:09,366
그러면 아, 얘는 흡열 반응을 해야 온도가 낮아진다라고
해석을 해주시면 돼요. 온도를 높이면 흡열 반응이

154
00:23:09,378 --> 00:23:19,011
더 많이 일어나서 온도를 떨어트리려고 할 거고요.
반대로 온도를 낮추면 어떻게 될까요?

155
00:23:19,030 --> 00:23:26,637
온도를 낮추게 된다면 거꾸로 온도를 높이고 싶어
하겠죠, 르 샤틀리에의 원리에 따라서. 그러면 온도를

156
00:23:26,659 --> 00:23:36,930
높이는 방향으로, 온도를 높이려면 열을 막
방출해야 되겠네요. 발열 반응이 우세하게 됩니다.

157
00:23:36,968 --> 00:23:45,453
자, 그렇다면 우리 온도의 영향은 어떤 정반응,
역반응을 판단하기 전에 그 반응이 흡열 반응인지,

158
00:23:45,478 --> 00:23:51,470
발열 반응인지를 먼저 판단을 해야 그걸 가지고 온도
높였을 때 어떤 반응이 우세할지 이렇게 볼 수가

159
00:23:51,490 --> 00:24:03,913

있는 거죠. 자, 그런데 한번 예를 들어 볼게요. A랑 B랑
반응해서 C 만드는 이런 반응을 한번 생각을 해보도록

160
00:24:03,942 --> 00:24:11,287
하겠습니다. 그러면 이렇게 A랑 B랑 C랑 하는데
여기에서 중요한 거는 물질이 아니라 흡열 반응인지,

161
00:24:11,306 --> 00:24:20,045
발열 반응인지가 중요하죠. 우리 이렇게 ΔH가 0보다
작다라는 조건 한번 주어볼게요. 우리 앞의 엔탈피에서

162
00:24:20,055 --> 00:24:27,125
했던 거 다시 한번 활용이 되겠죠. ΔH가 0보다
작다라는 거는 이 반응이 발열 반응이다라는 것을 의미를

163
00:24:27,141 --> 00:24:36,986
했었어요. 자, 그러면 이 정반응이 발열 반응이니까
당연히 역반응은 어떻게 될까요? 우리 거꾸로니까

164
00:24:37,011 --> 00:24:44,633
흡열 반응이 되겠죠. 이거를 가지고 한번 온도가
올라가고 내려갈 때 어떻게 영향을 받는지 간단하게

165
00:24:44,656 --> 00:24:52,900
볼게요. 온도가 올라간다. 그러면 얘는 온도 낮추고
싶으니까 무슨 반응 해야 될까요? 열을 잡아먹는

166
00:24:52,922 --> 00:25:02,468
흡열 반응 해주어야 되겠죠. 아, 흡열 반응을 하는데
이 반응 같은 경우에는 흡열이 역반응이에요.

167
00:25:02,494 --> 00:25:09,146
그래서 이제 온도가 높아지면 역반응이 진행이 될
것이다라고 방향 우선 판단을 해줄 수가 있고요.

168
00:25:09,171 --> 00:25:16,843
우리는 거꾸로 온도가 낮아졌을 때 얘는 온도를
높이고 싶으니까 열을 방출을 해줘야 되겠죠.

169
00:25:16,888 --> 00:25:23,576
그래서 발열 반응이 일어나고 발열 반응이 일어난다는
거는 얘 같은 경우에는 정반응이 일어나겠네요.

170
00:25:23,608 --> 00:25:30,261
만약에 흡열, 발열이 반대였다면 정반응, 역반응이 이제
반대가 돼주면 되는 건데, 여기에서 우리는 추가로

171
00:25:30,292 --> 00:25:37,310
K의 변화까지 예측을 할 수가 있게 돼요. 한번

K까지 연결을 해보도록 할게요. 이제 역반응이

172
00:25:37,329 --> 00:25:45,554
우세하다라는 거는 사실 누가 더 커진다라는 걸 의미를
할까요? 우리 반응물이 더 많아진다라는 것을

173
00:25:45,579 --> 00:25:56,761
의미를 하겠죠. 그래서 반응물이 더 이제 많아진다라는
것을 의미를 하고, 그러면 평형에서 반응물 농도가

174
00:25:56,787 --> 00:26:06,612
더 많아지는 거니까 평형에서의 그 K 값이 변화가
주어지게 되는 거죠. 그래서 이 경우에는 K가

175
00:26:06,631 --> 00:26:16,052
감소한다라고 우리가 결론을 내릴 수가 있고, 정반응이
우세하다라는 거는 당연히 평형에서 생성물의 농도가

176
00:26:16,071 --> 00:26:24,302
더 높아진다라는 것을 의미하죠. 그렇게 된다면 이
경우에는 평형상수 자체가 커진다라고 이해를 해주시면

177
00:26:24,334 --> 00:26:31,418
될 거 같아요. 우리가 앞에서는 어떤 농도라든지 압력
변화를 할 때 온도만 일정하면 K는 절대 변하지

178
00:26:31,443 --> 00:26:38,980
않는다는 게 되게 중요했었고요. 온도가 이제 바뀌게
되면 K 값 자체가 증가하고 감소하는 것도 같이

179
00:26:38,993 --> 00:26:46,378
여러분들이 예측을 할 수가 있어야 됩니다. 그래서 이제
발열, 흡열 적용하는 거 온도랑 같이 한번 정리를

180
00:26:46,410 --> 00:26:54,767
해주시고요. 우리는 그러면 이 평형 이동을 가지고 어떤
거에 적용을 할 수가 있는지 마지막으로 좀 정리를

181
00:26:54,793 --> 00:27:04,556
해볼게요. 어떤 용어가 나오냐면 수득률이라는 단어가
문제에 종종 나올 때가 있어요. 수득률이라는 거는

182
00:27:04,571 --> 00:27:15,289
같은 양의 어떤 물질을 가지고 반응을 시켰을 때 얼마나
생성물을 많이 얻어냈는지 이게 수득률에 해당을 합니다.

183
00:27:15,327 --> 00:27:28,684
얼마나 생성물을 많이 얻었는가. 그래서 수득률
100%다라고 한다면 얘는 100% 다 반응을 했다라는

184
00:27:28,703 --> 00:27:37,083
것을 의미를 해요. 자, 그러면 이 수득률이 중요한
이유가 뭐냐면 우리가 공장에서 어떤 물질을 만들 때

185
00:27:37,115 --> 00:27:45,900
우리 이제 재료들이 다 돈이잖아요. 그래서 재료를
사서 어떤 물질을 뽑아내야 되는데 그 반응이, 평형이

186
00:27:45,919 --> 00:27:52,224
되게 애매한 곳에 있어서 평형에 일단 도달을 하면
더 이상 얘네들이 반응을 안 하려고 하겠죠,

187
00:27:52,238 --> 00:27:59,275
그게 너무 안정하니까. 수득률을 높기 위해서는 우리가
온갖 방법을 동원해서 정반응을 더 할 수 있도록

188
00:27:59,300 --> 00:28:08,666
그렇게 밀어주어야 돼요. 그러면 정반응을 많이 한다라는
거는 평형 이동을 시켜서 정반응이 더 활발하게

189
00:28:08,692 --> 00:28:15,481
자발적으로 많이 일어날 수 있도록 어떤 조치를
취해준다라는 거죠. 그래서 수득률을 높이기 위해서는

190
00:28:15,506 --> 00:28:28,227
정반응을 많이 일어날 수 있게 해줘야 된다. 정반응을
많이 일어나게 하려면 그러면 어떤 조건이 필요한지

191
00:28:28,265 --> 00:28:38,610
한번 예시를 들어볼게요. 이제 제일 많이 나오는 게
암모니아의 생성 반응인데요. 암모니아의 생성 반응

192
00:28:38,632 --> 00:28:48,413
같은 경우에는 아까도 썼지만 질소랑 수소가 1:3으로
이렇게 반응을 해서 암모니아를 만드는 이런 반응이에요.

193
00:28:48,444 --> 00:28:58,333
자, 그러면 여기에서 하나 더 주어지는 자료가 여기
ΔH가 -92kJ이라고 되어 있네요. 그 말은 뭘 주는

194
00:28:58,349 --> 00:29:07,639
거냐면 이 ΔH가 0보다 작으니까 얘가 발열
반응이다라는 거를 주는 거죠. 그러면 이와 같은

195
00:29:07,655 --> 00:29:14,109
조건에서 우리가 암모니아를 질소랑 수소 사다가
암모니아 최대한 많이 만들려면 어떤 조건을

196
00:29:14,128 --> 00:29:22,497
만들어주어야 될까요? 그래서 얘 같은 경우에는 일단
첫 번째로 발열 반응인 거 이용해주셔야 돼요.

197
00:29:22,516 --> 00:29:33,628
발열 반응은 온도가 낮을 때 잘 일어나겠죠. 그래서
온도가 낮을수록 정반응이 더 많이 일어난다라는 거

198
00:29:33,654 --> 00:29:40,659
일단 우리 발열 반응인 거 통해서 알 수 있고요. 자,
두 번째를 보면 우리 기체의 몰수를 좀 볼 수가 있어요.

199
00:29:40,678 --> 00:29:50,067
기체 같은 경우에 아까도 봤듯이 4분자 반응해서
2분자 만드는 기체 분자수가 감소하는 반응이죠.

200
00:29:50,098 --> 00:29:59,628
기체 분자수가 감소를 시키려면 우리가 압력을 어떻게
줘야 될까요? 압력을 높여주어야 얘가 분자수를

201
00:29:59,635 --> 00:30:09,940
더 감소시켜서 압력을 낮추려고 하겠죠. 그래서 얘
같은 경우에는 전체적인 압력을 증가시켜야 정반응이

202
00:30:09,965 --> 00:30:18,974
더 많이 일어날 수 있는 조건이구나. 기체 분자수 가지고
우리가 판단을 해줄 수가 있고요. 사실 세 번째는

203
00:30:18,999 --> 00:30:26,784
뭐 수득률과 딱 맞는 그런 내용은 아니지만 조금
주의해야 될 부분인데요. 아직 우리가 속도에 대해서

204
00:30:26,816 --> 00:30:35,165
자세하게 얘기를 하지는 않았지만 온도를 너무 낮추게
되면 어떤 문제가 생기냐면 반응 속도 자체가 느려져요.

205
00:30:35,203 --> 00:30:41,287
수득률이 높아지는데 그게 뭐 100년이 걸리면 무슨
의미가 있어요. 우리 빨리빨리 만들어서 팔아야 되는데,

206
00:30:41,312 --> 00:30:47,624
그래서 온도를 너무 낮추게 되면 속도에 영향을
줄 수 있기 때문에 적당히 낮춰야 된다라는 게 이제

207
00:30:47,643 --> 00:30:56,172
세 번째에서 하겠습니다. 그래서 속도 영향을 그냥
주의해야 된다. 이거는 이제 나중에 우리가 반응 속도를

208

00:30:56,203 --> 00:31:03,506
따로 배우게 될 텐데 그때 반응 속도를 배우고 나면
세 번째를 조금 더 잘 이해할 수가 있을 거 같아요.

209
00:31:03,534 --> 00:31:11,749
자, 그래서 거기 교재에 있는 그래프를 봐주시면
어떤 조건에서 암모니아가 더 많이 얻어질 수 있는지

210
00:31:11,775 --> 00:31:18,007
수득률 그래프가 나와 있는데요. 이 조건만 여러분들이
이해를 하신다면 그 그래프를 이해할 수가 있을 거

211
00:31:18,026 --> 00:31:24,978
같습니다. 여기까지 우리가 화학 평형이 어떻게
이동하는지 그 영향을 미치는 요인별로 나눠서

212
00:31:24,990 --> 00:31:32,038
살펴봤는데요. 화학 평형의 이동 역시 우리가 앞에서
평형상수 계산했던 것처럼 문제에 적용했을 때

213
00:31:32,064 --> 00:31:40,176
훨씬 더 복잡해지는 그런 단원이에요. 같이 문제
풀면서 한번 적용 연습해보도록 하겠습니다.

214
00:31:40,214 --> 00:31:47,582
우리 그러면 간단 예제부터 같이 풀면서 평형 이동 한번
살펴볼게요. 자, 일단 가상의 화학 반응식이 하나

215
00:31:47,601 --> 00:31:56,191
주어져 있는데요. 여기에서 A랑 B 기체가 반응해서 C를
만드는 반응이 주어져 있어요. 그리고 여기 ΔH가 0보다

216
00:31:56,210 --> 00:32:04,997
크다라고 되어 있네요. 우리는 이거를 보고 뭐를 해석할
수 있을까요? 아, 얘가 흡열 반응이구나라는 거

217
00:32:05,009 --> 00:32:13,508
먼저 하나 캐치를 해줄 수가 있고, 이제 K가 2라고
되어 있어요, 평형상수가. 특정 온도에서 2인데 이 K를

218
00:32:13,524 --> 00:32:20,586
구하는 식도 한번 쓰고 갈 수가 있겠죠. 자, 여기에서
반응물은 A랑 B 각각 1분자에 해당을 하니까

219
00:32:20,627 --> 00:32:28,974
분모에는 A랑 B의 농도곱이 들어오면 될 거고요. 우리
분자에는 C의 농도가 이렇게 들어오면 될 거 같아요.

220
00:32:28,996 --> 00:32:37,367

자, 그러면 우리가 이 A, B, C를 가지고 일단
첫 번째는 약간 복습 문제인데요. 농도가 주어졌을 때

221
00:32:37,392 --> 00:32:43,747
반응의 방향을 예측을 할 수가 있어요. 우리 반응의
방향 예측할 때는 반응지수인 Q가 필요했었죠.

222
00:32:43,786 --> 00:32:51,081
우리 그러면 Q 계산해서 K랑 비교해서 반응의 방향
한번 예측을 해보도록 하겠습니다. 자, 일단 우리

223
00:32:51,112 --> 00:32:59,662
(1)번 같은 경우에는 A, B, C의 농도가 모두 다
0.1로 주어져 있어요. 0.1을 그러면 이 K 식에다가

224
00:32:59,682 --> 00:33:08,113
대입을 하면 Q를 구할 수가 있겠죠. 자, 그러면 얘 같은
경우에는 Q에다가 대입을 했을 때 0.1/0.1×0.1

225
00:33:08,129 --> 00:33:15,696
이런 식으로 해주시면 우리 10이 나오는 거 볼 수가
있죠. 그러면 이렇게 됐을 때 Q가 10이 나왔는데

226
00:33:15,715 --> 00:33:24,305
얘가 K보다 더 큰 값을 가진다라는 거 볼 수가 있어요.
아까 K가 2라고 주어졌기 때문이죠. 자, 그렇다면

227
00:33:24,317 --> 00:33:31,354
우리가 Q가 K보다 더 클 때는 어떤 반응으로 반응이
진행이 되어야 될까요? 우리 Q는 항상 K가

228
00:33:31,380 --> 00:33:40,084
되고 싶어 하니까 이 C의 농도를 줄이는 방향 즉, 이제
역반응을 해주면 되겠죠. 그래서 아, 얘는 역반응을

229
00:33:40,096 --> 00:33:47,564
할 것이다. 이렇게 판단을 내려주시면 되고요. 두 번째
같은 경우에는 이제 A, B, C의 농도가 모두 0.5로

230
00:33:47,576 --> 00:33:56,910
주어져 있죠. 이제 0.5로 주어져 있으니까 얘를 또 다
여기에다가 대입을 하게 되면 즉, 0.5/0.5×0.5니까

231
00:33:56,939 --> 00:34:05,291
우리 이제 역수 취해주면 2가 되겠죠. 자, 그런데 계산을
했더니 이번에는 Q가 K랑 똑같은 값 즉, 2를 가지는

232
00:34:05,323 --> 00:34:13,490
것을 볼 수가 있어요. 그렇게 된다면 Q랑 K랑 똑같다.

아, 얘는 평형에 이미 도달해 있구나라는 걸 알게 되는

233
00:34:13,522 --> 00:34:21,122
거죠. 그래서 얘는 이미 평형이다. 그래서 더 이상 어떤
농도 변화가 없을 것이다. 이렇게 봐주시면 되고요.

234
00:34:21,141 --> 00:34:29,566
세 번째는 다 1에 해당을 해요. 그러면 우리 1/1×1에
해당을 하죠. 그러면 Q가 1에 해당을 할 텐데,

235
00:34:29,585 --> 00:34:38,189
이때는 K가 2니까 Q가 K보다 더 작다라는 걸 우리가
볼 수가 있겠네요. 그렇다면 얘 같은 경우에는

236
00:34:38,221 --> 00:34:45,418
Q가 더 작으니까 K가 되기 위해서는 C를 늘려주고
A랑 B를 줄여주어야 되겠죠. 즉, 정반응이 진행이

237
00:34:45,440 --> 00:34:53,663
되어야 됩니다. 자, 이런 식으로 농도가 일단
주어졌을 때 얘를 딱 보면 어디로 가야 평형에

238
00:34:53,679 --> 00:35:00,742
도달할 것이다라는 거를 여러분들이 우선 파악을 하실 수가
있어야 되고요. 자, 그러면 이제 소문항 (2)번부터

239
00:35:00,766 --> 00:35:10,704
(6)번까지는 평형에 이미 도달한 계에서 이제 출발을
해요. 자, 봐주시면 이런 용기가 주어져 있는데

240
00:35:10,730 --> 00:35:20,526
용기의 부피가 1L에 해당을 하고 A, B, C가 각각
0.5몰씩 들어 있대요. 그러면 우리 A의 농도가

241
00:35:20,558 --> 00:35:30,877
0.5M, B의 농도도 0.5M, C의 농도도 이제
0.5M에 해당하니까 우리 아까 2번에서 봤던 농도랑

242
00:35:30,893 --> 00:35:40,204
똑같다라는 거 볼 수가 있죠. 그러면 아, 얘는
이미 평형에 도달해 있는 계구나라는 거를 먼저

243
00:35:40,236 --> 00:35:48,414
눈치를 채주실 수 있어야 되고, 이렇게 평형에 도달해
있는데 여기에 변화가 주어졌대요. 변화가 주어지면

244
00:35:48,436 --> 00:35:56,200
어떤 방향으로 평형 이동을 할지 우리가 예측을 하면
되는 거죠. 우리는 이제 복잡하게 계산하는 것보다는

245
00:35:56,239 --> 00:36:02,676
르 샤틀리에의 원리 이용해서 최대한 방향만 빠르게
한번 예측을 해보도록 하겠습니다. 일단 처음 보면

246
00:36:02,704 --> 00:36:09,939
A를 첨가했다 그랬어요. 우리 A를 첨가하면
르 샤틀리에의 원리에 따라서 A를 없애고 싶어 하겠죠.

247
00:36:09,967 --> 00:36:19,891
A를 없애려면 무슨 반응 해야 되나요? 정반응을 해야
A가 없어지게 될 거예요. 그래서 얘 같은 경우에는

248
00:36:19,923 --> 00:36:26,273
반응물을 사실 첨가한 거기 때문에 반응물을 없애는
정반응을 할 것이다. 이렇게 판단 내려주시면 되고요.

249
00:36:26,301 --> 00:36:32,936
이제 (3)번을 보면 이번에는 C를 첨가했어요. C는
생성물에 해당을 하죠. 생성물을 첨가했기 때문에

250
00:36:32,949 --> 00:36:39,976
생성물을 없애주는 방향으로 이렇게 반응을 할 거예요.
그러면 이번에는 역반응을 해야 C를 없앨 수가

251
00:36:40,001 --> 00:36:47,457
있겠네요. 자, 우리 (4)번을 가보면 부피를 반으로
감소시켰대요. 부피를 반으로 감소시키게 되면

252
00:36:47,476 --> 00:36:58,408
무슨 일이 벌어지게 될까요? A, B, C의 압력이
동시에 증가를 하게 되겠죠. 압력이 증가하게 되면

253
00:36:58,452 --> 00:37:07,280
우리 압력을 낮추기 위해서 어떤 변화를 해줘야 되냐면
분자의 수를 좀 감소시켜 주면 좋을 거 같아요.

254
00:37:07,318 --> 00:37:17,427
그러면 분자수를 감소시키기 위한 반응을 좀 해야
되겠죠. 자, 여기 봐주시면 지금 정반응이 2분자가

255
00:37:17,455 --> 00:37:28,041
반응을 해서 1분자를 만드는 분자수가 감소하는 반응인 걸
볼 수가 있어요. 그래서 얘 같은 경우에는 정반응을

256
00:37:28,060 --> 00:37:35,034
해야 르 샤틀리에의 원리에 맞게 이제 상쇄를 해줄 수가
있겠다라고 판단을 내리면 되겠네요. 자, 우리 (5)번으로

257
00:37:35,054 --> 00:37:42,279
한번 가볼까요? 이번에는 Ar을 첨가했는데 중요한 게
있죠. 여기에서 부피는 동일하게 고정을 시켜주었대요.

258
00:37:42,326 --> 00:37:50,054
부피가 동일하게 고정했는데 Ar만 들어오면 우리 여기에
있는 A, B, C의 압력은 전혀 변함이 없을 거예요.

259
00:37:50,099 --> 00:37:57,542
그래서 얘 같은 경우에는 이동을 하지 않는다. 우리
아까 비활성 기체에 대해서 얘기했던 거 이제 적용을

260
00:37:57,561 --> 00:38:03,505
해주시면 되겠죠. 자, 이번에는 마지막. 온도를
감소시켰대요. 온도를 낮춰주었다면 어떤 방향으로

261
00:38:03,531 --> 00:38:11,076
진행이 되게 될까요? 우리 조금 전에 이 반응이
흡열 반응이다라는 거 보고 왔죠. 그러면 온도를

262
00:38:11,102 --> 00:38:17,471
낮춰주었을 때 우리는 온도를 높여주는 방향으로 이제
변화를 상쇄시키고 싶어 할 텐데 온도 높여주려면

263
00:38:17,496 --> 00:38:23,928
열을 막 뿜어줘야 되겠죠. 그래서 발열 반응을 해줘야
돼요. 발열 반응은 그러면 이 반응의 역반응을

264
00:38:23,960 --> 00:38:31,353
진행을 해주면 되겠죠. 그래서 얘는 역반응으로 이렇게
판단을 내려주시면 될 거 같습니다. 자, 우리

265
00:38:31,375 --> 00:38:40,932
이렇게 해서 간단 예제에서는 이미 평형에 도달해
있는 계에 어떤 변화를 준다면 어떤 식으로 반응이

266
00:38:40,957 --> 00:38:48,431
일어날지 방향 예측을 하는 연습을 한번 해보았는데요.
자, 그러면 평형 이동과 관련된 수능 문제는

267
00:38:48,457 --> 00:39:03,970
어떤 문제가 나오는지 한번 또 같이 실전 문제에서
보도록 하겠습니다. 자, 사실 이번 실전 예제는

268
00:39:04,005 --> 00:39:11,757
평형 이동도 평형 이동이지만 앞에서 얘기했던 Q랑 K에
관련된 문제라고도 볼 수 있는데요. 한번 문제 파악부터

269

00:39:11,785 --> 00:39:19,126
같이 해볼게요. 일단 기체 A랑 B가 반응을 해서
C를 만든대요. 자, 여기에서 우리 반응식을 보니까

270
00:39:19,151 --> 00:39:25,281
A랑 B 1분자씩 반응하고 C 2분자가 생기죠.
우리는 이런 기체 반응에서 분자수가 중요하다라는 거

271
00:39:25,307 --> 00:39:34,285
방금 좀 봤는데 얘는 2분자가 반응해서 2분자를 생성을
하는 거니까 분자수 변화가 없다는 게 굉장히 중요한

272
00:39:34,305 --> 00:39:43,925
특징으로 지금 보여요. 그리고 K가 주어져 있는데 K를
구하는 식은 당연히 A, B 농도곱 분의 C 농도의 제곱

273
00:39:43,941 --> 00:39:52,827
이렇게 해서 K를 구해줄 수가 있겠죠. 자,
그렇다면 이 상황을 한번 보니까 그림은 온도 T에서

274
00:39:52,859 --> 00:40:02,045
강철 용기에, 강철 용기라고 하는 거는 부피가 변하지
않는다라는 겁니다. A랑 B를 1몰이랑 2몰 이렇게

275
00:40:02,061 --> 00:40:10,577
넣어준 초기 상태를 주었는데요. 여기에서 반응이
진행되었을 때 C의 몰분율이 1/3이 되었을 때

276
00:40:10,609 --> 00:40:18,742
반응지수가 Q고, 그 Q를 통해서 K를 계산할 수 있는
힌트를 우리한테 주었어요. 자, 그런데 이제 평형에

277
00:40:18,770 --> 00:40:25,428
도달했을 때 A의 몰수를 구하라고 되어 있습니다.
그러면 우리는 앞에서 해석한 걸 여기에 좀 적용을

278
00:40:25,447 --> 00:40:33,819
해볼 텐데요. 얘는 분자수가 안 변하는 반응이죠. 그런데
여기 보시면 1몰이랑 2몰 있으니까 총 3몰이 지금

279
00:40:33,850 --> 00:40:41,231
주어져 있단 말이에요. 그러면 반응을 아무리 한다고
해도 이 전체 분자의 몰수는 3몰로 일정하겠죠.

280
00:40:41,260 --> 00:40:50,797
그래서 전체 몰수는 3몰로 일정할 것이다라는 거를
일단 좀 안다면 문제에 굉장히 쉽게 접근을 할 수가

281
00:40:50,823 --> 00:41:01,332

있게 됩니다. 왜냐하면 C의 몰분율이 1/3이래요. 그러면
3몰 중의 1몰이 C에 해당된다는 거니까 C의 몰수가

282
00:41:01,350 --> 00:41:11,252
1이 된다라는 거죠. 그러면 이걸 가지고 한번 문제에
적용을 해볼게요. 여기에서 우리 반응식 한번 더 쓸게요.

283
00:41:11,265 --> 00:41:22,938
A랑 B가 반응해서 2C를 만드는 이런 반응인데요.
여기에서 우리 보니까 처음에 A가 1몰 있고,

284
00:41:22,954 --> 00:41:33,956
B가 2몰 있었어요. 그런데 C가 지금 1몰이 되었을
때를 우선 문제에서 주었기 때문에 C가 1몰 생기는 이런

285
00:41:33,982 --> 00:41:41,854
상태를 한번 찾아보도록 하겠습니다. 자, 그러려면 우리
A, B, C의 반응비가 1:1:2에 해당을 하니까

286
00:41:41,888 --> 00:41:53,446
C가 1몰 생기려면 A가 0.5몰, B가 0.5몰 이렇게
반응을 해줘야 되겠죠. 그렇다면 우리 이만큼 반응했을 때

287
00:41:53,469 --> 00:42:01,752
A는 0.5몰이 남아 있을 거고, B는 1.5몰이
남아 있고, C는 1몰이 이렇게 남아 있는 상태겠죠.

288
00:42:01,780 --> 00:42:14,408
이건 평형이 아니고 지금 문제에서 준 지점까지만 가는
거예요. 이때가 C의 몰분율이 1/3이 된 지점을 우리가

289
00:42:14,427 --> 00:42:21,238
지금 찾은 거죠. 자, 그러면 이거를 가지고 뭘
계산할 거냐면 반응지수 Q를 계산을 할 건데요.

290
00:42:21,273 --> 00:42:29,356
반응지수 Q 계산을 했을 때 이 K 식에다가 이 농도를
대입을 해주면 되겠죠. 자, 그런데 여기에서 우리는

291
00:42:29,382 --> 00:42:37,709
부피를 모르기 때문에 0.5/V 이런 식으로 A의 농도를
한번 놓아볼게요. 그러면 B 같은 경우에는 1.5/V가

292
00:42:37,728 --> 00:42:46,519
되겠네요. 그리고 C 같은 경우에는 1/V이 되는데
제곱이 이렇게 붙어야 될 거 같고요. 그러면 여기에서

293
00:42:46,545 --> 00:42:54,784
분자랑 분모 다 1/V이 두 번씩 곱해져 있기 때문에

이제 지워주시면 되고요, 약분해서. 이거 계산하면

294
00:42:54,815 --> 00:43:04,276
Q의 값은 4/3가 나오는 것을 계산을 할 수가 있게
됩니다. 자, 그런데 우리가 조금 전에 봤던 거에서

295
00:43:04,308 --> 00:43:12,197
K는 3Q라는 게 나오죠. 그러면 K 같은 경우에는
이 Q에다가 3배를 해주면 되니까 아, K=4가

296
00:43:12,215 --> 00:43:20,691
되는구나라는 거를 이 지점을 통해서 알 수가 있게
돼요. 자, 그러면 우리는 평형에 이제 도달했을 때의

297
00:43:20,717 --> 00:43:31,937
A 몰수를 구해주어야 되는데 그거를 위해서 다시 한번
좀 식을 세워보도록 할게요. 이번에는 이제 A가

298
00:43:31,953 --> 00:43:40,736
평형에 도달할 때까지 얼마만큼 반응해야 되는지를
모르는 상태인 거죠. 그래서 A가 1몰 있고,

299
00:43:40,780 --> 00:43:47,946
B가 2몰 있는데 얘가 x만큼 반응을 한다고 우리가
가정을 하고 그러면 C는 2x가 생기겠네요.

300
00:43:47,984 --> 00:43:57,328
그래야 1:1:2의 계수비가 맞춰지게 되겠죠. 그러면
우리 평형에서 A의 몰수는 1-x, B의 몰수는 2-x,

301
00:43:57,341 --> 00:44:10,422
그리고 C의 몰수는 2x, 이렇게 x를 가지고 평형의
몰수를 나타낼 수가 있어요. 그러면 얘는 평형에서의

302
00:44:10,428 --> 00:44:18,955
몰수니까 평형상수에 대입을 할 수가 있겠죠. 한번
대입을 해보도록 하겠습니다. 자, 그러면 K 식에

303
00:44:18,978 --> 00:44:29,151
1-x/V, 우리 2-x/V, 그리고 $(2x/V)^2$ 이렇게
일단 넣어줄 수가 있고 여기에서도 V가 없어지는 거

304
00:44:29,189 --> 00:44:41,138
보이시죠. 얘 두 번씩 곱해져 있기 때문에 이렇게
지워주시고요. 그러면 우리는 $(2x)^2/(1-x)\times(2-x)$이

305
00:44:41,165 --> 00:44:49,644
아까 구한 K의 값인 4가 되어야 된다라는 x에
대한 방정식을 세울 수가 있어요. 그러면 여러분들은

306
00:44:49,664 --> 00:44:58,749
이 식을 만족하는 x를 찾아주기만 하면 되겠죠. 계산을
해보면 이 x의 값은 2/3가 나오는 것을 볼 수가

307
00:44:58,763 --> 00:45:07,734
있습니다. 한번 확인해볼까요? 여기에서 x에다가 2/3
대입하면 A의 몰수는 1/3이 되고요. 그리고 이제

308
00:45:07,752 --> 00:45:19,358
얘 같은 경우에는 4/3가 되겠네요. 그리고 $(2x)^2$
같은 경우에는 우리 $(4/3)^2$이 되겠죠. 자, 그러면

309
00:45:19,385 --> 00:45:27,640
이렇게 없애주었을 때 4가 나온다라는 거 바로 계산이
될 거예요. 그래서 우리는 x를 구했고, 이 x를 통해서

310
00:45:27,647 --> 00:45:35,783
결국 구해야 되는 건 뭐냐면 평형에 도달했을 때
A의 몰수였었죠. A의 몰수는 x가 아니라 1-x에

311
00:45:35,807 --> 00:45:47,945
해당을 하기 때문에 우리 1/3몰에 해당된다라는
것을 구해줄 수가 있게 됩니다. 그래서 다시 문제로

312
00:45:47,975 --> 00:45:56,612
돌아가 보면 우리 A의 몰수에 해당하는 1/3몰 ②번을
정답으로 골라줄 수가 있게 돼요. 자, 우리 여기까지 해서

313
00:45:56,646 --> 00:46:04,384
이제 평형 이동 즉, 화학 평형과 관련된 내용을 어느
정도 했는데요. 우리 처음에 화학 평형 시작할 때도

314
00:46:04,410 --> 00:46:10,313
얘기했듯이 이 화학 평형이라는 주제는 앞으로
여러분들이 다음 단원을 계속 할 때도

315
00:46:10,341 --> 00:46:18,051
계속 활용될 주제예요. 그래서 여기서 이번 단원이
끝났다고 생각하지 마시고 앞으로 계속 적용할 주제니까

316
00:46:18,062 --> 00:46:24,650
화학 평형과 관련된 거 혹시 이제 놓치는 부분이 있으면
꼼꼼히 복습을 해두시면 좋을 거 같아요. 사실 이제

317
00:46:24,667 --> 00:46:30,550
화학 평형이 완전히 끝난 건 아니고 다음 시간에
상평형이라는 주제를 또 할 텐데요. 화학 평형이랑은

318
00:46:30,574 --> 00:46:39,548
조금 다르지만 평형과 관련된 개념이 또 활용이 될
예정입니다. 자, 우리 간단 예제 뒤에 있는 O/X 문제

319
00:46:39,575 --> 00:46:47,857
꼭 한번 복습을 해주시고요. 다음 시간 상평형 배우면서
만나도록 할게요. 다음 시간에 만나요. 감사합니다.