

1  
00:00:11,361 --> 00:00:17,864  
여러분 안녕하세요. 손혜연 선생님입니다. 우리 오늘은 상평형에 대해서 알아보는 시간인데요. 저번 시간까지는

2  
00:00:17,884 --> 00:00:25,566  
화학 반응에서의 평형을 얘기를 했었어요. 우리 그 평형을 물리적인 반응, 우리가 상태가 변하는 반응을

3  
00:00:25,590 --> 00:00:32,513  
중학교 때부터 배워왔었는데 그런 변화에도 평형 개념을 도입해서 물질의 상태에 대해서 조금 더 자세히

4  
00:00:32,533 --> 00:00:40,365  
이해하도록 하겠습니다. 오늘 단원은 조금 심플한데 굉장히 중요한 포인트들이 몇 개 있어요. 그 포인트들만

5  
00:00:40,386 --> 00:00:48,062  
몇 개 여러분들이 잘 기억을 한다면 이 상평형은 어렵지 않게 이해할 수 있을 거 같습니다. 우리 그러면 상평형

6  
00:00:48,089 --> 00:01:00,814  
그림에 대해서 한번 알아볼 텐데요. 일단 우리가 상에 대해서 좀 이해를 해야 돼요. 상이라는 거는 쉽게 말하면

7  
00:01:00,838 --> 00:01:08,114  
우리가 물질의 상태를 얘기한다라고는 이제 이해할 수 있을 거 같아요. 사실 조금만 더 깊게 들어간다면

8  
00:01:08,154 --> 00:01:21,547  
어떤 물질의 균일한 그런 영역을 상이라고 얘기를 하지만 화학II 수준에서는 이 상을 고체, 액체, 기체

9  
00:01:21,577 --> 00:01:30,234  
이렇게 일단 이해를 하실 수가 있을 거 같습니다. 이런 고체, 액체, 기체가 상태 변화를 하게 되는데

10  
00:01:30,267 --> 00:01:38,200  
그 상태 변화를 하게 되는 거는 우리 온도와 압력에 의해서 상태가 서로 변하게 됐었죠. 자, 그러면 애네들이

11  
00:01:38,223 --> 00:01:46,627  
평형을 이룬다라는 것은 어떤 지점에서 두 개 이상의 상태가 같이 존재하고 있을 때 우리가 평형을

12  
00:01:46,661 --> 00:01:55,324  
이룬다라고 얘기를 할 수가 있을 거예요. 자, 평형 같은 경우에는 앞에서 이제 화학 반응 얘기할 때

13

00:01:55,351 --> 00:02:03,233

이 평형을 동적 평형의 개념으로 우리가 이해를 한 적이 있었어요. 다시 한번 잠시만 복습을 하자면

14

00:02:03,264 --> 00:02:10,851

이 동적 평형은 물질한테 아무런 변화도 일어나는 게 아니라 가역적인 변화에서 양쪽으로 속도가

15

00:02:10,871 --> 00:02:18,245

동일하게 일어날 때, 우리가 보기에는 양쪽 속도가 동일하니까 물질의 변화가 없는 것처럼 보이겠죠.

16

00:02:18,266 --> 00:02:25,956

그래서 우리가 끊임없이 움직이고 있지만 밖에서 봤을 때는 변화가 보이지 않는 그런 상태를 동적 평형이라고

17

00:02:25,990 --> 00:02:41,302

얘기를 했었어요. 즉, 동적 평형이라는 거는 정반응과 역반응의 속도가 동일하다라고 쉽게 얘기를 할 수가

18

00:02:41,335 --> 00:02:50,090

있었죠. 자, 그렇다면 상평형은 고체랑 액체 사이, 또 액체랑 기체 사이에서 그런 변화가 동일한 속도로

19

00:02:50,117 --> 00:02:57,305

일어나고 있을 때를 똑같이 의미한다고 볼 수가 있을 거 같습니다. 자, 그런데 방금 얘기했듯이 이런 상태 변화는

20

00:02:57,333 --> 00:03:15,829

뒤의 영향을 받으면 온도와 압력의 영향을 받았어요. 그래서 물질의 상태가 온도와 압력의 영향을 받는데

21

00:03:15,849 --> 00:03:25,292

애네들이 이제 온도랑 압력에 의해서 어떤 상태가 가장 안정한지, 어떤 온도에서 애네들이 상태 변화를 하는지

22

00:03:25,319 --> 00:03:32,474

파악할 수 있게 우리가 그림으로 쉽게 표현한 거를 상평형 그림이라고 얘기를 해요. 그래서 상평형

23

00:03:32,501 --> 00:03:43,699

그림 같은 경우에는 그래프처럼 사실 생겼는데요. 방금 얘기했던 것처럼 온도랑 압력 2가지를 다 나타내줘야

24

00:03:43,745 --> 00:03:54,590

되겠죠. 그래서 이렇게 x축에는, 가로축에는 온도를 표시를 해서 나타내고요. 그리고 세로축에는 압력을

25

00:03:54,617 --> 00:04:02,722

나타나게 될 거예요. 압력 같은 경우에는 일반적으로 기압을 많이 사용을 하죠. 자, 그렇다면 이 상평형

26

00:04:02,755 --> 00:04:10,537

그림에서 우리가 어떤 상이 안정한지를 나타내주게 되는데 그 안정한 상을 나타내려면 사실 뭐를 표시하면

27

00:04:10,558 --> 00:04:19,111

되냐면 2가지 상태가 이제 동시에 존재하는 즉, 평형을 이루고 있는 지점을 쪽 점으로 찍으면 우리가 안정한

28

00:04:19,129 --> 00:04:27,858

상태를 알 수가 있어요. 우리가 사실 이것을 처음 해보는 게 아니라 예전에 증기 압력 얘기를 하면서 이미 평형

29

00:04:27,885 --> 00:04:36,065

얘기를 시작을 했었었죠. 증기 압력을 역시 우리 온도랑 압력에 의해서 나타낸 적이 있었는데 그 증기 압력

30

00:04:36,112 --> 00:04:43,928

곡선을 한번 나타내볼게요. 우리가 예전에 증기 압력 곡선 배웠을 때 온도가 올라갈수록 우리 증발이

31

00:04:43,955 --> 00:04:52,069

활발해지니까 증기 압력이 높아진다고 얘기를 했었었죠. 그래서 증기 압력 곡선을 여기에 나타나게

32

00:04:52,092 --> 00:05:05,864

된다면 이런 식으로 나타낼 수가 있었어요. 자, 그러면 이 증기 압력 곡선을 본다면 우리가 어떤 이해를

33

00:05:05,882 --> 00:05:16,294

할 수가 있게 되냐면 어떤 온도에서, 어떤 특정 온도를 이렇게 찍어주었을 때 아, 이 온도에서 이 증기가

34

00:05:16,330 --> 00:05:24,496

나타내는 압력이 이만큼이구나. 즉, 이 압력의 증기와 액체가 평형을 이루고 있다라는 것을 나타낼 수가

35

00:05:24,519 --> 00:05:35,983

있었었죠. 그래서 증기압 곡선을 액체와 기체의 평형을 나타내는 곡선으로 나타낼 수가 있어요.

36

00:05:36,010 --> 00:05:43,165

자, 이론상으로라면 우리는 증기압 곡선이 계속해서 이어진다고 얘기를 했었는데 실제로는 액체랑 기체가

37

00:05:43,192 --> 00:05:49,301

끊임없이 이렇게 평형을 이루지는 못하겠죠. 왜냐하면 너무 온도가 이렇게 낮아지게 된다면 액체가 뭐 할까요?

38

00:05:49,331 --> 00:05:59,406

얼어버릴 거예요. 그래서 일정 온도 이하로 내려가게 되면 이 증기압 곡선이 고체와 관련된 곡선으로

39

00:05:59,436 --> 00:06:07,232

변하게 되는데 그거를 우리가 승화곡선이라고 얘기를 하게 됩니다. 그래서 가게 되다 보면 여기서

40

00:06:07,250 --> 00:06:15,125

이 곡선이 한 번 꺾이는 구간이 나타나요. 살짝 기울기가 변하면서 이런 형태의 곡선이 나타나게 되는데

41

00:06:15,155 --> 00:06:25,486

이 곡선을 우리가 승화곡선이라고 얘기를 해요. 우리가 방금 전에 어떤 온도 이하로 내려가게 되면

42

00:06:25,516 --> 00:06:33,914

이제 액체가 더 이상 존재를 하지 못하고 애가 고체로 상태 변화를 한다라고 얘기를 했었죠. 승화곡선은

43

00:06:33,934 --> 00:06:41,453

사실 뒤를 나타나게 되냐면 더 이상 액체가 존재하지 못하기 때문에 고체가 직접 승화를 해서 우리 기체를,

44

00:06:41,480 --> 00:06:50,275

증기를 만들 수가 있어요. 그래서 이 승화곡선은 고체랑 기체가 평형을 이루는 상태를 나타낸 것이라고

45

00:06:50,296 --> 00:06:57,370

보시면 될 거 같습니다. 사실 이 승화곡선도 일종의 증기압 곡선이라고 얘기를 할 수가 있는데요.

46

00:06:57,401 --> 00:07:07,017

우리 증기압 곡선 같은 경우에는 사실 어떤 형태로 생각을 할 수가 있었냐면 액체랑 기체가 이렇게

47

00:07:07,047 --> 00:07:21,774

밀폐된 공간에서 증발 속도와 응축 속도가 같은 그런 지점을 찍 이은 거였었죠. 증발과 응축의 평형을 이렇게

48

00:07:21,795 --> 00:07:30,063

증기압 곡선으로 나타냈다면 여기에서 온도를 쭉 낮추게 되면 우리는 이 용기에 어떤 변화가 일어날 거라고

49

00:07:30,090 --> 00:07:37,800

예측할 수 있을까요? 방금 얘기했던 것처럼 고체가

이렇게 생성이 되었을 거고, 더 이상 액체가 존재를

50

00:07:37,820 --> 00:07:45,413

하지 못하겠죠. 자, 그렇다면 고체와 여기의 기체가 평형을 이루게 될 거예요. 그래서 고체랑 기체도

51

00:07:45,433 --> 00:07:55,975

동적 평형을 이루게 되는데 이때는 고체가 기체로 승화하고, 기체 역시 다시 승화해서 고체로 돌아갈 수가

52

00:07:55,986 --> 00:08:03,602

있을 거예요. 둘 다 승화라고 얘기를 했었죠. 어디서 일어나는 평형이라고 생각하시면 되냐면 여러분들

53

00:08:03,629 --> 00:08:11,307

왜 슈퍼에 아이스크림 사러 가면 아이스크림이 담겨져 있는 큰 냉동고가 있어요. 사실 뭐 작게는 여러분들

54

00:08:11,334 --> 00:08:17,910

그냥 집에 있는 냉장고만 열어봐도 냉동실이 있죠. 냉동실은 우리 영하의 온도이기 때문에 액체가

55

00:08:17,934 --> 00:08:27,236

존재할 수가 없어요. 물이 들어가면 다 얼어버리죠. 자, 그런데 그 냉동실 안에도 그 얼음들이 승화를 계속해서

56

00:08:27,257 --> 00:08:33,707

수증기를 만들고 있는 거예요. 그리고 수증기도 계속해서 다시 승화를 해서 고체를 만들 수가 있죠.

57

00:08:33,728 --> 00:08:41,124

그래서 여러분들 냉동실을 열어보면 성애가 낀 거를 볼 수가 있어요. 냉동실 벽면에 얼음이 자연스럽게

58

00:08:41,147 --> 00:08:48,031

생성이 돼서 붙어있는 거 볼 수가 있는데 슈퍼에 있는 거 열면 더 심하죠. 그 성애가 어디에서 온 거냐면

59

00:08:48,062 --> 00:08:55,842

수증기가 끊임없이 승화를 해서 다시 고체를 만들었다고 봐주시면 될 거 같습니다. 그래서 고체랑 기체도

60

00:08:55,859 --> 00:09:04,804

액체와 마찬가지로 끊임없이 상태 변화를 하면서 평형을 이룰 수 있구나라고 이해를 해주시면 될 거 같아요.

61

00:09:04,838 --> 00:09:14,157

자, 그래서 우리가 이런 2가지 곡선은 다 기체랑 관련된 동적 평형을 나타낸 거고요. 그리고 또 하나의

62  
00:09:14,171 --> 00:09:22,506  
평형이 존재할 수가 있겠죠. 어떤 평형이냐면 고체와 액체도 평형 상태가 이제 존재할 수가 있어요.

63  
00:09:22,520 --> 00:09:33,996  
여기에서 액체를 조금 표시를 해본다면 조금 전에 이 지점에서 고체가 액체랑 변하는 지점으로 얘기를 했었죠.

64  
00:09:34,029 --> 00:09:40,812  
그런데 액체가 고체로 얼고, 그리고 고체가 액체로 녹는 거는 누구의 영향도 받냐면 압력의 영향도 받아요.

65  
00:09:40,865 --> 00:09:47,687  
그래서 이제 압력에 따라서 개네들이 녹는점이 조금씩 변하게 되는데 그 녹는점이라는 게 고체랑 액체랑

66  
00:09:47,710 --> 00:09:53,463  
같이 존재할 수가 있는 지점이기 때문에 상평형을 이룬다라고 또 얘기를 할 수가 있겠네요.

67  
00:09:53,481 --> 00:10:02,604  
그래서 우리가 이 고체랑 액체가 평형을 이루는 지점을 여기에 그리게 되면 이런 식으로 곡선을 또 나타낼 수가

68  
00:10:02,640 --> 00:10:14,194  
있는데요. 이 곡선은 융해곡선이라고 얘기를 합니다. 융해곡선 같은 경우에는 방금 말했듯이 압력에 따라서

69  
00:10:14,225 --> 00:10:26,958  
녹는점이 바뀌는 거를 이제 표현해주는 건데 융해곡선은 그렇다면 고체와 액체가 서로 평형을 이루는

70  
00:10:26,978 --> 00:10:34,086  
지점을 이은 것이다라고 이해할 수가 있겠네요. 그래서 우리는 이 상평형 곡선 그림들이 기본적으로

71  
00:10:34,113 --> 00:10:41,078  
3가지 곡선을 가지고 있다라고 이해할 수가 있는데요. 일단 증기압 곡선, 우리 교재에는 이제

72  
00:10:41,098 --> 00:10:49,414  
기화곡선이라고도 사실 얘기를 하는데 앞에서 증기압 곡선으로 배운 거랑 같더라는 거 꼭 기억을 해주시고,

73  
00:10:49,476 --> 00:10:54,737  
여기서는 액체랑 기체, 그리고 승화곡선은 고체랑 기체였죠. 융해곡선은 고체랑 액체가 평형을 이루고

74  
00:10:54,758 --> 00:11:05,090  
있어요. 그러면 이렇게 곡선 3개로 나누어진 영역도 역시  
3가지로 볼 수가 있는데 그 3가지 영역이 각각 안정한

75  
00:11:05,136 --> 00:11:11,895  
상을 나타낸다고 볼 수가 있습니다. 자, 여기에서  
가장 용해곡선이랑 승화곡선으로 둘러싸인 곳은

76  
00:11:11,919 --> 00:11:21,874  
둘 다 고체랑 이제 관련이 있는 경계선이죠. 그래서  
이쪽은 우리 고체가 가장 안정한 온도와 압력을

77  
00:11:21,902 --> 00:11:30,592  
나타낸다고 볼 수가 있고요. 그리고 용해곡선과 증기압  
곡선으로 둘러싸인 이 가운데 부분은 다 액체랑 관련된

78  
00:11:30,612 --> 00:11:39,033  
경계선이예요. 그래서 이 사이는 이제 액체라고도  
볼 수가 있고요. 그리고 이제 증기압 곡선과 승화곡선

79  
00:11:39,050 --> 00:11:47,621  
같은 경우에는 조금 전에 말했듯이 둘 다 기체랑 관련된  
그런 경계선이죠. 그래서 가장 오른쪽은 기체로

80  
00:11:47,648 --> 00:11:57,251  
나타낼 수가 있게 됩니다. 자, 그렇다면 우리가  
특정 온도와 압력을 찍는다면 그 온도와 압력에서

81  
00:11:57,271 --> 00:12:05,033  
가장 안정한 상을 우리가 파악을 할 수가 있는 거죠.  
한번 예를 들어 볼게요. 우리가 일반적으로 살고 있는

82  
00:12:05,054 --> 00:12:16,100  
압력이 1기압인데요. 그 1기압을 여기에 이렇게 표시를  
해본다면 우리가 이렇게 쪽 선을 그을 수가 있을 거예요.

83  
00:12:16,133 --> 00:12:27,430  
사실 선생님이 지금 그린 게 물의 상평형 그림인데요.  
물 같은 경우에는 1기압에서 아주 낮은 온도라면

84  
00:12:27,447 --> 00:12:33,993  
안정한 얼음 상태로 존재를 할 수가 있어요. 그래서  
이제 얼음 상태로 존재를 하다가 온도를 쪽 올린다고

85  
00:12:34,021 --> 00:12:41,013  
가정을 해볼게요. 그러면 이렇게 온도가 올라가다 보면  
얼음이 녹아서 액체가 되는 지점이 존재를 하겠죠.

86

00:12:41,039 --> 00:12:51,584

자, 그런데 그 온도에서는 고체와 액체가 같이 공존을 할 수 있는 녹는점이 나타나게 돼요. 그래서 우리가 이렇게

87

00:12:51,611 --> 00:13:00,183

내리게 된다면 물 같은 경우에는 1기압에서 0°에서 우리 녹는점이라고 얘기를 하죠. 그래서 0°C에서는

88

00:13:00,210 --> 00:13:06,341

고체랑 액체가 동시에 존재하는 상평형을 이루고 있다라고 이해를 할 수 있겠네요. 이것을 이제

89

00:13:06,362 --> 00:13:14,068

녹는점이라고 표시를 하는 거고 자, 그리고 이제 0°C부터는 액체가 가장 안정한 상이 되겠죠.

90

00:13:14,105 --> 00:13:22,521

그런데 주의하실 게 우리 0° 이상에서 액체만 사실 존재를 하는 거는 아니고요. 액체랑 수증기가

91

00:13:22,538 --> 00:13:29,125

같이 존재를 하죠. 예를 들어 선생님이 지금 있는 이 강의실 같은 경우에는 한 25° 정도 될 텐데요. 여기에서

92

00:13:29,135 --> 00:13:36,442

앞에 보면 선생님이 물을 가지고 있는데 물만 존재하는 게 아니라 그 물이 끊임없이 증발을 해서 수증기를

93

00:13:36,463 --> 00:13:46,761

만들고 있어요. 그래서 수증기가 생성이 되지만 그 수증기가 존재하는 압력은 1기압보다 낮기 때문에

94

00:13:46,782 --> 00:13:53,330

더 낮은 증기압 곡선으로 우리가 읽을 수가 있게 됩니다. 사실 이제 우리가 아까 냉동실 얘기를 했지만

95

00:13:53,369 --> 00:14:00,524

만약에 -10° 이렇게 얘기를 한다면 고체만 존재를 하는 게 아니라 고체가 끊임없이 승화를 해서 만드는

96

00:14:00,548 --> 00:14:06,347

수증기도 같이 공존을 하게 되는 거죠. 그런데 그 수증기가 1기압만큼 존재를 하지 않기 때문에

97

00:14:06,367 --> 00:14:14,259

수증기의 압력, 부분 압력은 이 승화곡선을 통해서 알 수 있다고 봐주시면 돼요. 자, 다시 돌아와서

98

00:14:14,281 --> 00:14:21,538

녹는점 이상에서는 액체가 가장 안정한 상이기는 하죠.  
수증기가 이제 일정 부분 존재를 하지만 계속 온도를

99  
00:14:21,561 --> 00:14:29,632  
올리다 보면 어떠한 상태가 펼쳐지게 되냐면 물이  
더 이상 가장 안정한 상이 되지 않고 끓기 시작을 해요.

100  
00:14:29,656 --> 00:14:36,916  
우리 끓는 현상이 언제 나타난다고 했었냐면 액체의  
증기압이랑 외부 압력이 같을 때 액체가 끓기

101  
00:14:36,936 --> 00:14:44,507  
시작한다라고 얘기를 했었죠. 자, 그런데 지금 외부  
압력이 1기압인데 이 지점에서는 액체의 증기압도

102  
00:14:44,522 --> 00:14:53,050  
1기압이 된 거를 볼 수가 있어요. 그러면 애가 끓기  
시작을 하는데 물 같은 경우에는 그 온도가 100°C에

103  
00:14:53,084 --> 00:15:00,602  
해당을 하죠. 그래서 이 100°C를 우리가 끓는점이라고  
얘기를 하고요. 끓는점보다 온도가 더 높아지게 되면

104  
00:15:00,609 --> 00:15:08,039  
더 이상 그 물질은 액체로 존재를 할 수가 없게 돼요.  
예를 들어 110°, 120° 이렇게 되면 더 이상 물이

105  
00:15:08,072 --> 00:15:17,473  
액체로 존재를 하지 않고 모두 다 수증기로만 존재를  
하게 되죠. 그래서 끓는점 이상에서는 모든 물질들이

106  
00:15:17,491 --> 00:15:25,003  
다 기체로 존재한다. 기체가 가장 안정하다라고 해석을  
해주시면 되겠네요. 자, 그리고 이제 여기에서

107  
00:15:25,030 --> 00:15:34,512  
추가적으로 조금만 더 여러분들이 알아놓는다면 압력이  
이제 1기압 같은 경우에는 애네들이 다 이렇게

108  
00:15:34,533 --> 00:15:41,623  
고체, 액체, 기체로 존재를 하지만 어떻게 압력을  
조금 더 높여본다면 무슨 일이 벌어지게 되냐면

109  
00:15:41,650 --> 00:15:48,584  
액체와 기체의 경계선이 뚜렷하지 않은 그런 상태가  
벌어지게 돼요. 그래서 우리가 정확하게 액체랑 기체를

110  
00:15:48,601 --> 00:15:54,965  
나눌 수가 없기 때문에 이 증기압 곡선이 끝까지

이어지는 게 아니라 중간에 끊기게 되는데요.

111

00:15:54,980 --> 00:16:05,587

이 끊기게 되는 이 지점을 우리가 임계점이라고  
얘기를 합니다. 이 임계점 같은 경우에는 임계점을

112

00:16:05,614 --> 00:16:12,758

넘어가게 되었을 때 더 이상 우리가 액체랑 기체를  
구분할 수 없게 된다고 이해를 해주시면 되고요.

113

00:16:12,778 --> 00:16:18,660

임계점보다 더 지나게 되면 개를 초임계유체라고  
부르기도 해요. 초임계유체 같은 경우에는

114

00:16:18,694 --> 00:16:26,523

화학II에서 자세히 다루지 않기 때문에 임계점이 있다  
정도까지만 여러분들이 기억을 해주면 될 거 같습니다.

115

00:16:26,553 --> 00:16:34,486

자, 우리가 이제 처음 배우는 상평형 그림이라는 거를  
봤는데 어떻게 해석하는지 위주로 좀 살펴봤어요.

116

00:16:34,519 --> 00:16:41,934

그런데 이제 여러분들이 문제를 풀고 더 공부를 하다  
보면 가장 많이 나오는 상평형 그림이 방금 선생님이

117

00:16:41,968 --> 00:16:49,314

그린 물, 그리고 우리 주변에 또 많이 존재하는 기체죠.  
이산화탄소의 상평형 그림, 이 2가지가 가장 문제로

118

00:16:49,334 --> 00:16:56,978

많이 출제가 되는 그림이에요. 그래서 그 2가지  
그림을 한번 비교해보면서 공통점이랑 차이점을 한번

119

00:16:57,005 --> 00:17:03,917

찾아보도록 하겠습니다. 교재에 보면 조금 더 정확한  
그림이 그려져 있는데 선생님이 중요한 포인트만

120

00:17:03,944 --> 00:17:16,948

좀 살려서 한번 비교를 해볼게요. 그래서 물과 이산화탄소  
2개를 볼 텐데요. 방금 이제 물을 그렸는데

121

00:17:16,984 --> 00:17:27,551

여기 한번 더 그려보도록 하겠습니다. 물 같은 경우에는  
여기가 온도 이제 압력 이렇게 볼 수가 있는데

122

00:17:27,597 --> 00:17:38,266

대략 이런 정도의 개형을 그릴 수가 있을 거 같아요.  
자, 여기에서 몇 가지 중요한 온도랑 압력만 좀 짚어보면

123

00:17:38,293 --> 00:17:46,758

일단 조금 전에 우리 고체, 액체, 기체가 모두 만나는  
이 지점이 있었었죠. 사실 그러면 이 지점에서는

124

00:17:46,782 --> 00:17:52,350

고체, 액체, 기체가 모두 다 같이 평형을 이룰 수  
있는 그런 지점이라고 보시면 돼요. 그래서 이것을

125

00:17:52,371 --> 00:18:07,336

삼중점이라고 얘기를 하는데요. 이 삼중점의 온도랑  
압력을 보았을 때 애는  $0.0098^{\circ}\text{C}$  정도가 되고요.

126

00:18:07,370 --> 00:18:17,480

여기에 온도는 섭씨온도를 사용을 할게요. 그리고 이제  
압력 같은 경우에는 기압 atm을 사용을 할 텐데

127

00:18:17,501 --> 00:18:28,967

이 삼중점의 압력은  $0.006$ 기압이라는 것을 볼 수가  
있어요. 그리고 이제 하나 더 보면 우리가 살고 있는

128

00:18:28,975 --> 00:18:39,041

압력은 1기압이니깐요. 이렇게 1기압을 쪽 찍었을 때  
선생님이 좀 잘 보이라고 기울기를 오버해서 그렸는데요.

129

00:18:39,077 --> 00:18:48,049

녹는점 같은 경우에는  $0^{\circ}\text{C}$ 에 해당을 하고요. 그리고  
이렇게 끓는점을 보면  $100^{\circ}\text{C}$ 에 해당되는 거

130

00:18:48,067 --> 00:18:55,712

다시 한번 볼 수가 있습니다. 그런데 이산화탄소 같은  
경우에는 어떻게 다른지 옆에 그려서 한번 비교를

131

00:18:55,739 --> 00:19:08,180

해볼게요. 역시 온도랑 이제 압력을 표시를 할  
텐데요. 자, 여기에서 이제 이산화탄소 같은 경우에는

132

00:19:08,216 --> 00:19:21,113

조금 개형이 다르게 생겼어요. 이런 식으로 생겼는데  
삼중점 한번 볼게요. 삼중점 같은 경우에는  $-56.6^{\circ}$ 의

133

00:19:21,133 --> 00:19:29,509

온도이고 압력을 보니까 우리 5.1기압이라고 이렇게  
찍혀져 있네요. 자, 그러면 조금 전에 우리가

134

00:19:29,520 --> 00:19:36,406

살고 있는 압력을 1기압이라고 해서 물 같은  
경우에는 이렇게 삼중점보다 위에 존재를 했었는데

135

00:19:36,420 --> 00:19:43,145

이산화탄소 같은 경우에는 지금 5.1기압에  
삼중점이 존재를 하니까 우리가 살고 있는 1기압은

136

00:19:43,172 --> 00:19:50,605

이 삼중점보다 아래 이렇게 존재한다고 볼 수가  
있겠죠. 자, 그렇다면 물이랑 이산화탄소의 차이점을

137

00:19:50,632 --> 00:20:01,381

제일 먼저 어디서 찾을 수 있냐면 이 삼중점의  
위치에서 찾을 수가 있어요. 삼중점 같은 경우에는

138

00:20:01,411 --> 00:20:07,944

고체, 액체, 기체가 모두 다 평형을 이룬다고 했는데  
물 같은 경우에는 지금 0.006기압에 존재를 하죠.

139

00:20:07,974 --> 00:20:15,254

그러면 우리가 살고 있는 압력이 삼중점보다 위에  
있기 때문에 물은 1기압에서 고체, 액체, 기체가

140

00:20:15,281 --> 00:20:26,371

모두 다 존재를 할 수가 있어요. 그래서 물 같은  
경우에는 1기압에서 온도에 따라 물론 다르지만

141

00:20:26,410 --> 00:20:35,576

온도의 범위에 따라서 고체, 액체, 기체가 모두  
존재를 하는 데 비해서 이산화탄소 같은 경우에는

142

00:20:35,596 --> 00:20:46,252

1기압에서 상태가 어떻게 변할까요? 온도가 낮을 때에는  
우리 고체로만 이렇게 존재를 하다가 1기압에서는

143

00:20:46,267 --> 00:20:52,740

아무리 온도를 높인다고 하더라도 이 액체 구간을  
지날 수가 없죠. 그러면 1기압에서 액체로는 아예

144

00:20:52,761 --> 00:20:59,479

존재를 못한다라고 봐주시면 되고 온도를 높이다 보면  
애가 뭐가 되냐면 기체로 이렇게 상태가 변하는 것을

145

00:20:59,505 --> 00:21:07,229

볼 수가 있어요. 그래서 1기압에서는 2가지 상태,  
고체랑 기체로만 존재가 가능하다라는 차이를 우선

146

00:21:07,246 --> 00:21:17,921

볼 수가 있습니다. 자, 그렇다면 우리 삼중점의 위치에  
따라서 각 물질들이 액체로 존재하지 못하는 압력도

147

00:21:17,948 --> 00:21:25,756  
있겠구나. 이 거를 이 2가지를 비교하면서 먼저 좀 기억을  
해줄 수가 있고요. 두 번째로는 또 뭐를 볼 수가

148

00:21:25,784 --> 00:21:33,328  
있다면 우리가 조금 전에 용해곡선이라고 얘기를 했던  
고체랑 액체 사이 곡선의 기울기를 볼 수가 있습니다.

149

00:21:33,351 --> 00:21:45,215  
조금 전에 우리 용해곡선 같은 경우에 물이 고체랑 액체  
사이에서 음의 기울기를 가지는 것을 볼 수가 있어요.

150

00:21:45,255 --> 00:21:54,122  
기울기가 0보다 작은 거죠. 자, 그러면 이거는 우리한테  
뭐를 알려주는 거냐면 고체에 압력을 가했을 때,

151

00:21:54,162 --> 00:22:01,020  
우리 고체에 압력을 쭉 가하면 무슨 일이 벌어지는지  
생각을 할 수가 있는데 물 같은 경우에는

152

00:22:01,050 --> 00:22:08,357  
예를 들어서 여기 얼음이 존재를 하는데 안정하게,  
압력을 더 쭉 줬어요. 그러면 무슨 일이 벌어질까요?

153

00:22:08,377 --> 00:22:16,248  
압력을 주어서 애가 이렇게 위로 올라가게 되겠죠.  
그러면 이 선을 넘어가기 때문에 액체가 더 안정한

154

00:22:16,275 --> 00:22:24,440  
상태로 바뀌게 돼요. 그 압력을 줬을 때 액체로  
상태 변화를 한다라고 볼 수가 있겠죠. 그에 비해서

155

00:22:24,451 --> 00:22:30,893  
이산화탄소 한번 볼게요. 이산화탄소 같은 경우에는  
예를 들어서 여기 드라이아이스가 있다라고 볼게요.

156

00:22:30,907 --> 00:22:38,348  
우리 드라이아이스 같은 경우에는 아이스크림 포장할  
때 넣어주는 건데 개가 이산화탄소 고체 상태예요.

157

00:22:38,375 --> 00:22:47,703  
개 고체를 압력을 더 가해서 한번 녹여보려고 시도를  
해볼까요? 그러면 쭉 압력을 가해서 애가 올라가야

158

00:22:47,725 --> 00:22:55,971  
하는데 아무리 올라가도 액체 영역으로는 들어갈 수가  
없어요. 왜냐하면 애 같은 경우에는 용해곡선의

159

00:22:55,988 --> 00:23:04,991

기울기가 지금 이제 0보다 큰 양수를 가지기 때문이죠.  
이쪽으로 기울어져 있으니까 아무리 높이 올라가도

160

00:23:05,022 --> 00:23:17,807

절대 이 액체 영역으로는 갈 수가 없는 그런 상황인  
걸 볼 수가 있어요. 그래서 이 용해곡선의 기울기가

161

00:23:17,837 --> 00:23:28,288

우리한테 이 물질의 특성을 좀 알려주게 되는데요. 일단  
애는 음의 기울기를 가지게 되고, 이산화탄소 같은

162

00:23:28,322 --> 00:23:38,891

경우에는 용해곡선 기울기가 양수 값을 가지게 됩니다.  
그래서 압력 변화에 따라서 고체, 액체의

163

00:23:38,915 --> 00:23:46,971

상태 변화가 어떻게 존재를 하나라는 걸 볼 수가  
있는데요. 애 같은 경우에는 이제 고체랑 액체의

164

00:23:46,991 --> 00:23:53,541

밀도랑 관련이 있어요. 사실 밀도라는 게 뭐냐면  
분자들이 얼마나 더 가까이 있는지를 알려주는

165

00:23:53,559 --> 00:24:05,837

거거든요. 예를 들어서 물 같은 경우에는 우리가  
예전에 물질의 특성 할 때 고체랑 액체 비교하면

166

00:24:05,864 --> 00:24:14,700

액체의 밀도가 더 크다고 했던 거 기억나실 거예요.  
그 말은 액체가 더 분자 사이의 거리가 평균적으로

167

00:24:14,739 --> 00:24:21,033

가깝다라는 것을 의미를 했었죠. 자, 그런데 우리가  
압력을 준다는 건 뭔가요? 우리 분자들한테

168

00:24:21,057 --> 00:24:29,999

압력을 꼭 주면 분자들 사이의 거리가 더 가까워질  
수밖에 없겠죠. 그러면 고체는 거리가 상대적으로

169

00:24:30,019 --> 00:24:36,546

더 먼데, 왜냐하면 우리 육각형 구조 가지고 있어서  
중간에 빈 공간이 많았었잖아요. 압력을 꼭 주게 되면

170

00:24:36,560 --> 00:24:43,272

그 육각 고리 구조가 다 깨져버리면서 빈 공간이  
무너져버리게 돼요. 무너져버리게 되면서 수소 결합이

171

00:24:43,303 --> 00:24:52,155

다 끊어지게 되니까 오히려 이제 액체 상태로 갈 수가

있게 되는 거죠. 거리가 더 먼 곳에서 거리가 더

172

00:24:52,172 --> 00:24:59,218

짧은 상태로 상태 변화를 할 수 있다라고 볼 수가 있고요. 자, 그런데 이산화탄소 같은 경우에는 어떨까요?

173

00:24:59,248 --> 00:25:08,775

우리 일반적인 물 제외하고 대부분이 그렇듯이 고체랑 액체를 비교하게 되면 고체의 밀도가 더 높을 거예요.

174

00:25:08,792 --> 00:25:20,432

그래서 애 같은 경우에는 밀도 비교를 하게 되었을 때 고체의 밀도가 더 높다라고 볼 수가 있습니다.

175

00:25:20,454 --> 00:25:29,125

그러면 고체가 이미 더 가까이 존재를 하는데 거기에서 압력을 더 준다고 해서 고체가 이제 액체로 되는 것은

176

00:25:29,152 --> 00:25:39,479

벌어질 수가 없겠죠. 즉, 고체 사이의 분자 간 거리가 더 가깝고 액체가 분자 사이 거리가 더 멀기 때문에

177

00:25:39,505 --> 00:25:47,333

압력을 가해서 액체를 고체로 만들 수는 있지만 고체를 액체로 만드는 것은 일어날 수가 없겠다라고

178

00:25:47,351 --> 00:25:54,607

이해를 해주시면 될 거 같습니다. 우리가 물과 이산화탄소의 사실 차이점을 꼭 여러분들이 기억을

179

00:25:54,621 --> 00:26:01,778

해야 되는 건 이 두 가지예요. 삼중점의 위치로 인해서 1기압에서 존재할 수 있는 상태가 다르다. 그러니까

180

00:26:01,789 --> 00:26:07,808

고체나 기체 같은 경우에는 모든 압력에서 존재를 할 수가 있지만 액체 같은 경우에는 삼중점보다

181

00:26:07,829 --> 00:26:14,133

더 높은 압력에서만 존재할 수 있다라는 것을 이해해주시면 되겠죠. 그리고 용해곡선의 기울기를

182

00:26:14,163 --> 00:26:21,730

비교를 했는데 이 용해곡선의 기울기를 가지고 고체랑 액체의 밀도를 비교해서 연결을 지으실 수 있으면

183

00:26:21,750 --> 00:26:30,969

될 거 같습니다. 여기까지 해서 우리가 상평형과 관련된 개념을 한번 정리를 해보았고요. 이제 이게 어떻게

184

00:26:30,997 --> 00:26:39,548

모의고사, 수능 문제로 변형이 되는지 한번 같이 문제 풀어보도록 할게요. 우리 그러면 첫 번째 실전 문제

185

00:26:39,565 --> 00:26:46,971

연습부터 같이 해보도록 하겠습니다. 물질  $x$ 에 대한 자료가 있는데 우리한테 상평형 그림을 준 게 아니라

186

00:26:46,998 --> 00:26:53,373

이렇게 3가지 포인트를 알려줬어요. 첫 번째는 삼중점의 위치를 알려주었고요. 두 번째 보니까

187

00:26:53,393 --> 00:27:02,137

1기압에서 끓는점, 그리고 1기압에서 녹는점 이렇게 알려주었는데 우리는 지금 이 주어진 압력과 온도를

188

00:27:02,158 --> 00:27:10,162

바탕으로 우리 나름대로의 상평형 그림을 그리고 시작하면 문제를 좀 더 쉽게 풀 수가 있을 거 같아요.

189

00:27:10,220 --> 00:27:21,566

그래서 옆에 상평형 그림을 한번 그리고 시작을 해보도록 하겠습니다. 자, 우리  $x$ 축은 온도,

190

00:27:21,590 --> 00:27:29,320

그리고  $y$ 축은 압력 이렇게 놓고 3가지 포인트를 한번 짚어볼게요. 일단 삼중점부터 먼저 짚어볼 수가

191

00:27:29,359 --> 00:27:44,291

있을 거 같은데요. 삼중점 같은 경우에는 195.4K, 여기  $^{\circ}\text{C}$ 가 아니라 절대온도를 쓰는 게 더 좋겠네요.

192

00:27:44,337 --> 00:27:53,637

T 해서 켈빈으로 나타내기로 하고요. 여기에서 이제 기압을 보니까 0.06 이렇게 나타나 있는 것을

193

00:27:53,667 --> 00:28:01,320

볼 수가 있습니다. 자, 그렇다면 우리 1기압에서 끓는점을 알려줬는데 끓는점 같은 경우에는

194

00:28:01,347 --> 00:28:07,961

무슨 곡선상에 있었나요? 우리 증기압력 곡선상에 존재를 했었었죠. 즉, 액체랑 기체의 경계선에

195

00:28:07,991 --> 00:28:15,951

존재를 하는데 끓는점 보니까 239.81K이라고 해요. 그런데 이건 1기압에서 끓는점이기 때문에

196

00:28:15,975 --> 00:28:24,971

여기에 1기압을 하나 더 표시를 해줘야 되겠죠. 약간의  
이제 비율 차이는 존재하지만 1기압을 여기에다가 한번

197

00:28:24,997 --> 00:28:34,381

찍어볼게요, 중간에 끊었다고 하고. 그러면 이렇게  
1기압을 했을 때 끊는점은 증기압 곡선이랑 만나는

198

00:28:34,421 --> 00:28:44,920

지점이잖아요. 그런데 애가 239.81이니까 삼중점보다 더  
오른쪽에 있는 거 볼 수가 있어요. 그래서 239.81K

199

00:28:44,947 --> 00:28:55,941

이렇게 할 수가 있고 이 2가지, 삼중점이랑 여기  
끊는점을 잇게 되면 애가 바로 증기압 곡선이 될 거라고

200

00:28:55,958 --> 00:29:03,535

예측을 할 수가 있네요. 자, 그렇다면 이번에는  
세 번째 포인트, 1기압에서 녹는점을 한번 볼 텐데요.

201

00:29:03,562 --> 00:29:12,015

1기압에서 녹는점을 보니까 195.42K이라고 되어 있는 걸  
볼 수가 있어요. 그래서 195.42K이라고 되어 있는 거

202

00:29:12,046 --> 00:29:20,582

보니까 지금 삼중점보다 아주 조금, 엄청 조금이기는  
한데 오른쪽에 있는 거 볼 수가 있죠. 그래서

203

00:29:20,603 --> 00:29:31,562

삼중점보다 살짝 오른쪽에 이렇게 녹는점을 찍어볼 수가  
있을 거 같고, 그러면 우리는 뭐를 알 수가 있냐면

204

00:29:31,601 --> 00:29:41,638

여기에서 삼중점과 이 녹는점을 이렇게 이었을 때  
융해곡선이 나올 텐데, 이 융해곡선의 기울기가

205

00:29:41,665 --> 00:29:48,940

0보다 크다. 이제 양수에 해당된다는 것을  
볼 수가 있게 돼요. 그리고 이제 하나 더 그린다면

206

00:29:48,951 --> 00:29:58,875

우리 승화곡선이 있을 텐데 승화곡선은 삼중점 왼쪽  
밑으로 간단하게 그려주시면 되겠죠. 자, 이렇게 해서

207

00:29:58,902 --> 00:30:05,603

물질 x의 상평형 그림을 완성을 해볼 수가 있었는데  
이 그림을 그림 보면서 보기에서 옳은 걸 골라볼 수가

208

00:30:05,621 --> 00:30:13,630

있을 거 같습니다. 자, 일단 기를 보니까 0.3기압, 273K에서라고 묻고 있어요. 그러면 우리는

209

00:30:13,651 --> 00:30:20,919

이 지점을 여기에다가 한번 찍어보는 게 좋을 거 같은데요. 0.3기압이라고 한다면 우리 0.06과 1 사이에

210

00:30:20,939 --> 00:30:29,411

존재를 하겠죠. 그리고 273K이라고 한다면 우리가 조금 전에 찍었던 1기압에서의 끓는점보다 더 오른쪽,

211

00:30:29,425 --> 00:30:38,215

더 높은 온도라는 것을 볼 수가 있어요. 자, 그러면 한 이 정도에 기 지점이 있다라고 볼 수가 있겠네요.

212

00:30:38,240 --> 00:30:45,702

그러면 여기에서 가장 안정한 상이 무엇일까요? 조금 전에 봤던 것처럼 여기가 고체, 여기가 액체,

213

00:30:45,722 --> 00:30:52,756

여기가 기체에 해당되니까 기 지점은 가장 안정한 상태가 기체라는 것을 알 수가 있겠네요.

214

00:30:52,783 --> 00:31:01,189

자, 그러면 여기에서 liquid 즉, 액체 상태가 기체 상태로 가는 게 자발적이다라고 했어요. 기체가 더 안정하니까

215

00:31:01,209 --> 00:31:08,795

액체는 기체로 가고 싶어 하겠죠. 그래서 자발적인 거 맞다고 판단을 해주시면 되고요. 니 한번 볼게요.

216

00:31:08,822 --> 00:31:16,923

0.5기압 173K에서 이렇게 물어봤어요. 자, 0.5기압이니까 역시 이 삼중점과 1기압 사이에

217

00:31:16,953 --> 00:31:24,694

존재를 할 거고요. 173K이라고 했으니까 우리 삼중점보다 더 낮은 온도라는 거 볼 수가 있겠네요.

218

00:31:24,737 --> 00:31:32,884

그러면 한 이 정도에 니 지점을 찍을 수가 있을 거 같아요. 니 지점을 찍어 보니까 가장 안정한 상이

219

00:31:32,930 --> 00:31:39,618

지금 고체라는 거 바로 보이시죠. 융해곡선보다 더 왼쪽에 있고, 승화곡선보다 더 위에 있으니까요.

220

00:31:39,639 --> 00:31:46,854

그래서 가장 안정한 상이 고체라는 거 위치로 파악을 할 수가 있게 됩니다. 자,  $\rho$ 을 한번 가보면 1기압에서

221

00:31:46,875 --> 00:31:53,012

x는 액체로 존재할 수 있다라고 했는데 우리 액체로 존재할 수 있는지, 없는지는 삼중점의 위치 가지고

222

00:31:53,033 --> 00:32:01,013

판단을 했었죠. 삼중점이 지금 0.06기압이니까 우리가 살고 있는 1기압보다 더 낮게 있어요. 1기압에서는

223

00:32:01,027 --> 00:32:07,061

온도를 쭉 이제 낮은 곳부터 올리게 되면 고체, 액체, 기체 3가지 상태가 모두 다 존재를 할 수가 있게

224

00:32:07,082 --> 00:32:14,502

됩니다. 액체로 존재할 수 있겠죠, 물론 온도에 따라서 다르겠지만. 그래서  $g$ ,  $l$ ,  $c$  3가지가 모두 다

225

00:32:14,517 --> 00:32:24,750

맞기 때문에 우리 ⑤번 정답으로 골라주도록 하겠습니다. 우리 그러면 두 번째 실전 문제 같이 한번 풀어볼게요.

226

00:32:24,771 --> 00:32:32,692

자, 두 번째 실전 문제 역시 우리한테 상평형 그림을 주지는 않았고 표와 용기 그림을 주었어요.

227

00:32:32,735 --> 00:32:40,112

여기에서 한번 문제를 간단하게 보니까 물의 상평형 그림에서 상평형 상태의 (가), (나), (다), (라)

228

00:32:40,142 --> 00:32:48,815

이렇게 자료를 주었고요. 그리고 그림은 온도 300K에서 강철 용기에서 물의 여러 가지 상태가 상평형을

229

00:32:48,845 --> 00:32:57,084

이루고 있는 것을 나타낸다고 했네요. 자, 그러면 여기에서 표를 먼저 좀 해석을 해봐야 될 거 같은데

230

00:32:57,098 --> 00:33:04,819

표를 보니까 상평형 그림에서 찍은 지점이라는 거 여러분들이 꼭 유의를 해서 봐주셔야 되고요.

231

00:33:04,853 --> 00:33:11,730

안정한 상의 수가 지금 2개 아니면 3개라는 거를 볼 수가 있어요. 그런데 여기에서 우리가 가장 먼저

232

00:33:11,744 --> 00:33:21,061

봐야 될 거는 사실 안정한 상이 3개 있는 이 지점을

먼저 보셔야 됩니다. 왜냐하면 이 3개가 같이 이제

233

00:33:21,081 --> 00:33:27,245

안정하게 존재를 한다라는 거는 어떤 지점을 우리에게 알려주는 건가요? 조금 전에 봤던 고체, 액체, 기체가

234

00:33:27,259 --> 00:33:39,362

모두 존재하는 삼중점을 의미를 하는 거죠. 그래서 삼중점 같은 경우에는 우리 고체, 액체, 기체

235

00:33:39,401 --> 00:33:47,436

3가지가 모두 다 존재를 할 거고요. 그러면 우리가 조금 전에 문제에서 풀어봤던 것처럼 상평형 그림을

236

00:33:47,454 --> 00:33:57,089

하나 그리고 시작하는 편이 좋을 거 같아요. 그래서 한번 그려보도록 하겠습니다. 온도는 표에 주어진 것처럼

237

00:33:57,110 --> 00:34:06,728

절대온도 K 단위를 사용을 할 거고요. 압력 같은 경우에는 지금 mmHg를 주었어요. 우리가 일반적으로 잘 사용하지

238

00:34:06,736 --> 00:34:17,354

않는데 수은 기둥의 단위를 사용을 해보도록 할게요. 자, 그러면 여기에서 삼중점을 먼저 찍어주었을 때

239

00:34:17,374 --> 00:34:30,534

273.16K이라고 온도를 주었고요. 그리고 mmHg 같은 경우에는 4.59mmHg 이런 식으로 주었어요.

240

00:34:30,562 --> 00:34:40,152

그래서 먼저 찍어주시고요. 자, 그러면 우리 (가)부터 한번 여기 찍어볼게요. 방금은 이제 (나)를 찍었고요.

241

00:34:40,179 --> 00:34:50,657

(가) 같은 경우에는 1.03mmHg라고 했고요. 그리고 온도는 256.15라고 했어요. 여기에 표시를 해보면

242

00:34:50,671 --> 00:34:58,462

지금 삼중점보다 더 압력도 낮은 거 볼 수가 있고, 온도도 더 낮은 거 볼 수가 있죠. 즉, 이 정도에

243

00:34:58,489 --> 00:35:07,119

찍히게 될 텐데 우리 여기에서 안정한 상의 수가 2가지 있다라고 얘기를 했네요. 그러면 이렇게

244

00:35:07,140 --> 00:35:15,113

안정한 상이 2가지 있는데 삼중점보다 더 온도도 낮고 압력도 낮다면 누가 이제 평형을 이룰 수 있을까요?

245

00:35:15,133 --> 00:35:22,789

고체량 기체가 평형을 이루고 있는 승화곡선의 지점이다라는 걸 볼 수가 있어요. 그래서 이제 2가지는

246

00:35:22,812 --> 00:35:32,352

고체량 기체에 해당을 하겠네요. 그러면 여기에서 승화곡선이 이렇게 존재하겠구나라는 거 볼 수가 있고,

247

00:35:32,385 --> 00:35:42,077

이번에는 (다) 지점으로 가보도록 하겠습니다. (다) 같은 경우에는 지금 760 mmHg라고 했는데요.

248

00:35:42,097 --> 00:35:49,140

사실 760 mmHg라는 건 우리가 살고 있는 1기압을 의미를 하죠. 그러면 삼중점보다 더 위에

249

00:35:49,161 --> 00:36:03,478

존재를 할 텐데요. 760mmHg에서 273.15라고 주어져 있는데 273.15 같은 경우에는 삼중점 273.16보다

250

00:36:03,505 --> 00:36:12,002

살짝 더 낮은 것을 볼 수가 있어요. 조금만 우리 오버해서 그러면 좀 왼쪽에 일단 존재를 해야 되겠네요.

251

00:36:12,011 --> 00:36:19,801

그래서 여기에서 지금 이 지점이 찍혀 있는데 안정한 상이 2가지 존재한다라고 되어 있네요. 그러면 역시

252

00:36:19,815 --> 00:36:25,507

애도 평형을 이루고 있는 지점이라는 소리인데 여기에서 평형을 이룰 수 있는 거는 누구일까요?

253

00:36:25,527 --> 00:36:33,126

우리 물의 상평형 그림을 아까 봤기 때문에 고체량 액체가 같이 평형을 이룰 거다라는 거 볼 수 있겠죠.

254

00:36:33,143 --> 00:36:41,193

그래서 애는 융해곡선상에 있다라는 거를 이제 알려주는 거고, 2가지가 고체량 액체에 이렇게 해당을 하게

255

00:36:41,220 --> 00:36:51,252

됩니다. 그리고 이제 마지막 (라)를 찍어보러 간다면 (라) 같은 경우에는 역시 760mmHg 1기압에 해당을

256

00:36:51,270 --> 00:36:59,847

하는데요. 이번에는 온도가 쪽 높아졌죠. 373.15K이 되었어요. 그러면 이제 굉장히 오른쪽에 존재를

257

00:36:59,868 --> 00:37:07,187

하는데 역시 안정한 상이 2가지네요. 삼중점보다 온도도 높고 여기에서 이제 압력도 더 높으니까

258

00:37:07,220 --> 00:37:15,087

평형을 이룰 수 있는 2가지 상태는 바로 액체랑 기체가 될 거예요. 그래서 애 같은 경우에는

259

00:37:15,124 --> 00:37:22,022

(라) 지점이랑 이렇게 이어주었을 때 애가 아, 액체랑 기체가 평형을 이루는 증기압 곡선에 해당을

260

00:37:22,049 --> 00:37:30,635

하는구나라는 것을 알 수가 있습니다. 자, 그러면 (가), (나), (다), (라) 이렇게 4가지를 포인트를 짚어서

261

00:37:30,656 --> 00:37:38,478

우리가 물의 상평형 그림을 완성을 시켜주었는데 문제는 뭐냐면 강철 용기가 지금 300K에 있다라고 했었죠.

262

00:37:38,505 --> 00:37:51,178

300K이라고 한다면 여기 더 높은 이런 압력에 존재를 하는데 쪽 온도를 낮췄다고 했어요. 260K에 상평형에

263

00:37:51,199 --> 00:37:58,223

도달했을 때라고 물어봤는데  $H_2O$ 의 안정한 상만을 있는 대로 고르라고 되어 있어요. 자, 그러면

264

00:37:58,250 --> 00:38:06,024

안정한 상을 고른다면 우리가 여기 중간에 찍어줘야 되겠네요. 260K이라고 한다면 삼중점보다

265

00:38:06,061 --> 00:38:18,209

더 아래에 있죠. 그러면 여기에서 상평형에 도달을 한다면 기본적으로 애네들이 쪽 이 증기압 곡선을

266

00:38:18,223 --> 00:38:27,811

타고 이렇게 내려간다고 봐주시면 될 거 같습니다. 즉, 삼중점보다 더 아래 온도니까 물이 이제 응고해서

267

00:38:27,825 --> 00:38:34,817

고체를 만들었을 거라고 볼 수가 있고요. 그러면 여기에서 liquid가 이렇게 solid로 고체 상태로

268

00:38:34,844 --> 00:38:41,581

바뀌게 되니까 바깥에 있는 빈 공간에 뭐를 만들었겠어요? 지금 강철 용기니까 부피가

269

00:38:41,615 --> 00:38:49,942

전혀 변할 수가 없죠. 그래서 빈 공간에 승화해서 수증기를 만들어냈을 거예요. 그러면 수증기가

270

00:38:49,956 --> 00:38:57,012

고체와 승화로 왔다 갔다 하면서 동적 평형을 이루고 있다. 이렇게 파악을 할 수가 있겠죠.

271

00:38:57,039 --> 00:39:06,049

그래서 지금 260K에서 상평형에 도달을 한다면 물이 얼어서 만든 고체, 그리고 빈 공간에 있는 수증기가

272

00:39:06,077 --> 00:39:13,814

끊임없이 승화를 통해서 왔다 갔다 평형을 이루고 있을 것이다. 그래서 고체랑 기체를 골라주시면

273

00:39:13,834 --> 00:39:23,553

될 거 같습니다. 우리 여기까지 해서 2가지 실전 문제 풀고 상평형 마무리를 해봤는데요. 상평형 같은 경우에는

274

00:39:23,564 --> 00:39:29,279

사실 복잡한 화학반응식이 없기 때문에 오히려 화학 평형보다 좀 더 여러분들이 쉽게 접근을 할 수가

275

00:39:29,293 --> 00:39:37,708

있을 거 같아요. 대신 이 상평형 그림을 해석을 하는데 문제가 조금씩 이제 수능 문제가 어려워지면서

276

00:39:37,723 --> 00:39:44,006

그림을 직접 보여주지 않고 방금 봤던 것처럼 여러 가지 설명을 통해서 여러분들이 직접 상평형 그림을

277

00:39:44,023 --> 00:39:50,217

그러야 되는 문제들이 많이 출제가 되고 있습니다. 그래서 이런 문제를 잘 풀기 위해서는 기본 개념

278

00:39:50,226 --> 00:39:57,262

까먹으시면 안 되겠죠. 꼼꼼히 복습을 해주시고요. 우리 다음 시간부터는 조금 다른 단원으로 넘어가게 돼요.

279

00:39:57,282 --> 00:40:04,650

이제 산·염기를 배우게 될 텐데요. 난이도가 조금 높은 단원인 만큼 지금까지 배웠던 거 꼼꼼히 복습을 해주고

280

00:40:04,684 --> 00:40:09,862

다음 시간에 만나도록 하겠습니다. 모두 수고했고 감사합니다.