

1

00:00:11,253 --> 00:00:19,106

안녕하세요? 손혜연 선생님입니다. 우리 오늘은 화학II 두 번째 시간인데요. 저번 시간에는 우리 물질의 상태 중에 기체에

2

00:00:19,130 --> 00:00:26,568

대해서 얘기를 했었어요. 우리 기체가 어떻게 움직이는지 그로 인해 어떠한 성질을 나타내는지에 대해서 얘기를 했었는데

3

00:00:26,592 --> 00:00:33,673

우리가 다루는 기체는 이상기체라고 얘기했던 거 기억나시나요? 우리 이상기체에 대해서 여러 가지 성질을 얘기를 했었는데

4

00:00:33,697 --> 00:00:42,141

그중에서 이상기체에 대한 가정 중에서 분자끼리 상호작용을 하지 않는다는 얘기를 했었어요. 사실 그거는 진짜로

5

00:00:42,165 --> 00:00:49,528

상호작용을 하지 않아서 그랬던 게 아니라 기체는 너무너무 멀리 떨어져 있기 때문에 그 상호작용을 무시할 수 있다라고

6

00:00:49,552 --> 00:00:59,428

얘기를 했었었죠. 사실은 그렇다면 분자끼리는 상호작용을 열심히 하고 있는데 오늘은 그 분자 간의 상호작용에 대해서

7

00:00:59,452 --> 00:01:08,733

좀 얘기를 해보려고 합니다. 이 상호작용을 지금 기체 다음에 얘기를 하는 이유는 우리가 그다음 시간에 배울 액체랑 고체를

8

00:01:08,757 --> 00:01:17,204

얘기할 때 이 상호작용이 좀 중요한 역할을 하기 때문이에요. 자, 그럼 어떤 방식으로 분자끼리 서로 상호작용을 주고받는지

9

00:01:17,228 --> 00:01:25,656

얘기 시작해보도록 하겠습니다. 자, 우리는 이제 상호작용 중에서 주로 어떤 얘기를 할 거냐면 인력에 대해서 얘기를

10

00:01:25,680 --> 00:01:38,024

할 거예요. 이제 분자와 분자가 만났을 때 어떤 종류의 인력이 작용하는지에 대해서 얘기를 하게 될 텐데요. 인력의 종류는

11

00:01:38,048 --> 00:01:46,833

분자의 종류에 따라서 조금씩 다르게 나타나게 됩니다. 자, 우리 인력을 이해하기 위해서는 분자의 극성에 대해서 좀 생각이

12

00:01:46,857 --> 00:01:56,960

나야 되는데요. 사실 분자의 극성은 우리가 화학 I 에서 배웠었었죠. 우리 극성에 대해서 잠깐만 복습을 하고 시작을

13  
00:01:56,984 --> 00:02:08,295  
할게요. 우리 분자에서 극성 또는 무극성이라는 성질이 나타나는 이유는 전자구름의 치우침 때문이었어요. 분자

14  
00:02:08,319 --> 00:02:16,450  
내부에는 이제 여러 가지 원소들이 존재할 수가 있는데 한 가지 원소가 존재를 할 수도 있었고 그리고 여러 가지 원소가 동시에

15  
00:02:16,474 --> 00:02:26,227  
존재를 할 수도 있었죠. 자, 그런데 원소들마다 그 전자구름을 잡아당기는 힘의 세기가 차이가 났었는데 우리 그 힘의 세기를

16  
00:02:26,251 --> 00:02:40,613  
전기 음성도라고 얘기를 했었어요. 자, 그 분자의 극성을 이제 전기 음성도의 차이에 따라서 전자구름이 움직이면서 나타나게

17  
00:02:40,637 --> 00:02:53,301  
됐었는데 전기 음성도의 차이에 따라서 나타나는 전자구름의 쏠림을 우리가 뭐라고 했었냐면 쌍극자 모멘트라고 얘기를

18  
00:02:53,325 --> 00:03:08,082  
했었었죠. 그래서 몇 가지 예를 살펴본다면 우리 제일 단순하고 제일 작은 분자인 수소 분자를 한번 예로 살펴볼게요. 자, H<sub>2</sub>

19  
00:03:08,106 --> 00:03:17,079  
같은 경우에는 같은 원소가 이렇게 공유결합을 하고 있기 때문에 애네 둘 사이에는 전기 음성도의 차이가 아예 존재를

20  
00:03:17,103 --> 00:03:25,734  
하지 않죠. 그렇게 되면 양쪽에서 전자구름을 이렇게 잡아당기는 힘의 세기가 차이가 나지 않을 거고 여기에서는

21  
00:03:25,758 --> 00:03:34,241  
전자구름이 골고루 퍼져 있을 거예요. 즉 이렇게 전기 음성도의 차이가 아예 나타나지 않기 때문에 전자구름이 치우칠 일이

22  
00:03:34,265 --> 00:03:43,871  
아예 나타나지 않는 거죠. 그래서 이런 경우에는 우리가 무극성 분자라고 얘기를 할 수가 있었어요. 자, 그렇다면 우리 이런

23  
00:03:43,895 --> 00:03:53,615  
경우에는 어떨까요? 물 분자를 한번 살펴볼게요. 자, 물 분자 같은 경우에는 산소를 중심으로 2개의 수소 원자가 붙어서

24  
00:03:53,639 --> 00:04:03,261  
굽은형의 형태를 나타내고 있었는데요. 자, 이중에서는 산소가 조금 더 전기 음성도의 크기가 컸었죠. 이제 전자구름을 더

25

00:04:03,285 --> 00:04:13,162

강하게 산소 쪽으로 끌어당기게 될 텐데 그렇게 된다면 산소 쪽으로 이렇게 수소의 전자구름이 치우치게 될 거고 그렇다면

26

00:04:13,186 --> 00:04:24,100

애는 굽은형의 형태를 가지고 있기 때문에 산소 쪽으로 전자구름이 이제 치우치면서 산소에 이제 (-)전하를 가지고 가게

27

00:04:24,124 --> 00:04:33,197

되고 수소 쪽에는 (+)전하를 가지고 가게 될 거예요. 즉 이 경우에는 지금 굽은형에서 전자구름의 치우침이 이제

28

00:04:33,221 --> 00:04:42,742

서로 상쇄가 되지 못하게 되기 때문에 이 분자는 극성 분자라고 얘기를 할 수가 있게 되는 거죠. 자, 그렇다면 우리 이번에는

29

00:04:42,766 --> 00:04:52,782

이산화탄소 분자를 한번 생각을 해볼게요.  $\text{CO}_2$  같은 경우에는 이렇게 탄소를 중심으로 해서 양쪽에 산소 원자가 2개 결합을

30

00:04:52,806 --> 00:05:01,181

한 직선형 분자를 가지고 있었어요. 이제 둘 다 이중결합을 가지고 있기 때문에  $180^\circ$ 의 결합각을 가지고 있게 되었었죠.

31

00:05:01,205 --> 00:05:13,808

자, 그렇다면 이렇게 직선 형태에서는 산소가 전기 음성도가 더 센데 이렇게 산소가 더 힘이 세지만 양쪽에서 완벽하게

32

00:05:13,832 --> 00:05:24,873

$180^\circ$ 로 직선형 끌어당겨 주기 때문에 이 전기 음성도의 세기로 나타나는 전자구름의 치우침이 양쪽으로 다 상쇄가 되게 돼요.

33

00:05:24,897 --> 00:05:33,759

자, 그렇다면 이 경우에는 전기 음성도의 차이는 존재하지만 완전히 다 상쇄가 되어서 쌍극자 모멘트의 합이 0이 되기

34

00:05:33,783 --> 00:05:42,918

때문에 이런 분자는 또 무극성 분자라고 우리가 판단을 내릴 수가 있었죠. 자, 이처럼 우리가 분자의 극성과 무극성을 판단을

35

00:05:42,942 --> 00:05:50,558

내리기 위해서는 전기 음성도의 차이도 알아야 되고 그리고 분자의 모양이 어떻게 생겼는지도 알아서 쌍극자 모멘트가

36

00:05:50,582 --> 00:05:58,448

상쇄가 되는지 안 되는지 이렇게 판단을 내릴 수가 있었어야 돼요. 자, 그러면 우리가 일단 화학 I 에서 배운 이렇게 극성과

37

00:05:58,472 --> 00:06:06,674

무극성을 구분할 수 있다고 치고 우리는 이 극성과 무극성 분자에 따라서 어떤 분자 간 인력이 차이가 나는지 한번 시작을

38

00:06:06,698 --> 00:06:21,988

해보도록 하겠습니다. 자, 우리가 처음 얘기할 분자 간 힘은 쌍극자-쌍극자 힘이라는 거예요. 자, 쌍극자라는 말은 우리가

39

00:06:22,012 --> 00:06:30,674

조금 전에 얘기했던 이 쌍극자 모멘트라는 거랑 사실 같은 어원이라고 보시면 됩니다. 우리가 쌍극이라는 게 사실 2개의

40

00:06:30,698 --> 00:06:38,335

극을 가지고 있다라고 해석을 해주시면 됐었죠. (+)극과 (-)극을 가지고 있는 이제 극성 분자를 의미를 해요. 그래서

41

00:06:38,359 --> 00:06:53,084

이 쌍극자-쌍극자 힘은 극성 분자 사이에서 작용하는 힘을 우리가 부르는 이름이라고 얘기를 해주시면 될 것 같습니다.

42

00:06:53,108 --> 00:07:00,731

즉 쌍극자라는 단어 자체가 그냥 극성 분자를 의미한다. 이렇게 생각을 해주시면 될 것 같아요. 자, 그러면 극성 분자 사이에는

43

00:07:00,755 --> 00:07:10,679

왜 인력이 작용하게 될까요? 사실 너무 당연한 얘기인데 예를 들어서 우리 극성 분자가 이렇게 (+)랑 (-)를 띠는 부분이

44

00:07:10,703 --> 00:07:18,738

있다고 가정을 해볼게요. 자, 다른 분자가 그러면 이렇게 다가올 때 어떤 쪽으로 다가오고 싶어 할까요? 그렇죠. 당연히 여기에

45

00:07:18,762 --> 00:07:29,813

(-)가 있으니까 우리 (+)가 가까이 오고 싶어 하겠죠. (-)쪽으로 그래서 (+), (-), (+), (-) 이런 쪽으로 서로 다른 전하가 가까이

46

00:07:29,837 --> 00:07:41,677

오도록 배열을 해야 애네들이 서로 안정해질 수가 있을 거예요. 자, 그렇다면 여기에서 이 (-)극과 (+)극 서로 다른 전하가

47

00:07:41,701 --> 00:07:51,264

가 가까이 오고 싶어 하게 되고 이런 분자 배열을 통해서 인력이 작용을 하게 되죠. 자, 우리 이런 인력을 보고 쌍극자-쌍극자

48

00:07:51,288 --> 00:07:59,482

힘이라고 얘기를 해주시면 됩니다. 즉 극성 분자 같은 경우에는 전하를 띠고 있기 때문에 서로 다른 전하가 끌리게 된다.

49

00:07:59,506 --> 00:08:13,287

이렇게 간단하게 이해를 할 수가 있겠네요. 그래서 극성 분자

같은 경우에는 서로 다른 전하 사이의 인력이다. 자, 그렇다면

50

00:08:13,311 --> 00:08:21,039

언제 쌍극자-쌍극자 힘이 더 강하게 작용을 할 수 있을까요?  
이것도 사실 굉장히 단순하게 생각을 하면 되죠. 전하 사이에

51

00:08:21,063 --> 00:08:28,759

작용하는 인력이니까 전하가 크면 클수록 더 강한 인력이  
작용할 수가 있을 거예요. 자, 그래서 쌍극자-쌍극자 힘 같은

52

00:08:28,783 --> 00:08:42,321

경우에는 전하의 크기가 클수록 인력의 크기도 더 커진다고  
단순하게 비교를 해줄 수가 있습니다. 여기에서 전하의

53

00:08:42,345 --> 00:08:53,827

크기라고 얘기를 하는 거는 일반적으로 우리 쌍극자 모멘트의  
크기라고 많이 얘기를 하게 됩니다. 자, 이런 식으로 극성이

54

00:08:53,851 --> 00:09:03,518

셀수록 더 강한 전하를 가질수록 더 강한 인력을 가지게 된다.  
이런 식으로 우리가 비교를 해주시면 될 것 같고요.

55

00:09:03,542 --> 00:09:11,224

자, 그렇다면 우리는 어떤 의문을 가지게 되면 이제 그럼 극성  
분자는 당연히 인력을 가지는데 무극성 분자는 그러면 인력을

56

00:09:11,248 --> 00:09:20,019

가질 수 없나? 라는 궁금증을 가지게 되죠. 자, 그렇다면 무극성  
분자 사이에서는 인력을 가질 수 없는지 한번 생각을 해볼게요.

57

00:09:20,043 --> 00:09:28,400

일단 결론부터 얘기를 하자면 무극성 분자 사이에서도 인력은  
존재를 합니다. 자, 그러면 어떻게 해서 무극성 분자끼리도

58

00:09:28,424 --> 00:09:39,322

잡아당길 수 있을까요? 자, 그 힘은 바로 밑에 나오는  
분산력이라는 힘인데요. 자, 분산력 같은 경우에도 사실

59

00:09:39,346 --> 00:09:51,791

작용하는 원리 자체는 쌍극자-쌍극자 힘이랑 거의 유사해요.  
자, 일단 우리 무극성 분자를 한번 그려볼게요. 무극성 분자가

60

00:09:51,815 --> 00:09:59,797

극성 분자랑 다른 거는 아까와 다르게 고정된 전하가 있지  
않다라는 점이예요. 극성 분자 같은 경우에는 딱 고정된

61

00:09:59,821 --> 00:10:07,711

(+)전하, (-)전하를 가지고 있었죠. 그래서 우리가 극성 분자를  
다른 말로 고정 쌍극자라고도 얘기를 해요. 고정된 전하를

62  
00:10:07,735 --> 00:10:15,949  
가지고 있다라는 말이죠. 자, 그런데 무극성 분자 같은 경우에는  
아까처럼 쌍극자 모멘트가 모두 상쇄된 상황이기 때문에

63  
00:10:15,973 --> 00:10:24,011  
전자구름의 치우침이 없는 상황이에요. 자, 그런데 우리 한번  
전자구름에 대해서 생각을 해볼까요? 전자구름이 딱 고정된

64  
00:10:24,035 --> 00:10:32,737  
애일까요? 전자구름은 말 그대로 구름이에요. 전자는 이렇게  
흐느적흐느적 약간 등실등실 떠다니는 유동성을 가지고 있기

65  
00:10:32,761 --> 00:10:43,431  
때문에 항상 왔다 갔다 움직일 수 있어요. 그러면 전자구름이  
어떤 순간에 주변의 영향을 받거나 아니면 분자들이 움직이다

66  
00:10:43,455 --> 00:10:55,308  
보면 아주 잠깐 이렇게 쏠리는 현상이 일어날 수가 있겠죠.  
자, 그러면 이렇게 되었을 때 전자구름이 살짝 왼쪽으로 쏠리게

67  
00:10:55,332 --> 00:11:06,954  
되니까 애는 살짝 부분적인 음전하를 띠게 되겠네요. 자, 그럼  
반대쪽은 어떨까요? 살짝 전자구름이 이제 없어지게 되었으니까

68  
00:11:06,978 --> 00:11:17,244  
이 순간에는 살짝 (+)전하를 가지게 되겠죠. 물론 지금 생긴  
전하는 계속해서 유지되는 게 아니라 끊임없이 움직이는

69  
00:11:17,268 --> 00:11:24,896  
전하이기 때문에 다음 순간에는 이쪽이 (-)가 될 수도 있고 다음  
순간에는 위쪽이 (-)가 될 수도 있어요. 끊임없이 움직이고

70  
00:11:24,920 --> 00:11:38,262  
주변의 영향을 받는 전하이기 때문에 애는 뭐라고 하나면 유발  
쌍극자라는 말로 표현을 합니다. 아까 우리 극성 분자 같은

71  
00:11:38,286 --> 00:11:47,684  
경우에는 고정 쌍극자라고 얘기를 했었죠. 자, 무극성 분자 같은  
경우에는 주변의 영향을 받아서 이제 유발 쌍극자로서의 역할을

72  
00:11:47,708 --> 00:11:58,776  
할 수 있다. 그래서 이제 우리가 이렇게 전자구름이 이동을  
하는 현상을 보고 뭐라고 하나면 편극 현상이라고 얘기를 해요.

73  
00:11:58,800 --> 00:12:07,079  
그래서 전자구름이 끊임없이 움직이면서 이렇게 전하를 나타낼  
수 있게 됩니다. 그러니까 무극성 분자라고 해서 항상 전하가

74  
00:12:07,103 --> 00:12:16,082  
0인 상태가 아니라 부분 부분 (-)가 됐다가 (+)가 됐다가 이런 상태를 반복을 하고 있는 거죠. 자, 그러면 우리 분자가 하나만

75  
00:12:16,106 --> 00:12:24,914  
있는 게 아니라 이제 주변에 여러 다른 무극성 분자가 존재를 하겠죠. 자, 그러면 이 무극성 분자가 잠깐 전자구름을 왼쪽으로

76  
00:12:24,938 --> 00:12:34,012  
쫓리게 되면서 애뿐만 아니라 주변에 있는 분자한테까지 영향을 미치게 돼요. 자, 그러면 여기에 있는 분자가 애한테 어떤

77  
00:12:34,036 --> 00:12:41,535  
영향을 미치게 되었을까요? 자, 여기에 (+)전하를 만들어놓으니까 이 (+)전하가 옆 분자의 전자구름을 끌어당기게

78  
00:12:41,559 --> 00:12:51,359  
돼요. 자, 그러면 옆 분자의 전자구름을 끌어당기게 되면서 옆 분자의 전자구름을 끌어당기게 되어서 전하를 만들었네요.

79  
00:12:51,383 --> 00:13:01,580  
우리 왼쪽에 (-)전하가 생겼을 거고 오른쪽에는 (+)전하가 또 생기게 되었겠죠. 자, 그러면 애도 이제 원래 무극성이었는데

80  
00:13:01,604 --> 00:13:11,358  
그 주변에 다른 분자로 인해서 또 유발된 쌍극자가 되겠죠. 물론 애도 주변에 애가 또 이제 전하를 바꾸게 되면 그다음에는

81  
00:13:11,382 --> 00:13:20,479  
전하가 다른 쪽으로 생길 수가 있게 돼요. 자, 이런 식으로 계속해서 전하를 바꾸게 되지만 이 순간에는 애랑 애 사이에

82  
00:13:20,503 --> 00:13:30,951  
(+), (-) 서로 다른 전하가 가까이 있게 되기 때문에 또 분자 간 인력이 생기게 됩니다. 그래서 분산력이라는 힘은 우리가

83  
00:13:30,975 --> 00:13:44,103  
어떻게 설명을 할 수가 있냐면 전자구름이 순간적으로 치우치게 되면서 나타나는 분자 간 인력을 의미를 해요. 그래서 분산력은

84  
00:13:44,127 --> 00:14:02,087  
전자구름의 순간적인 치우침으로 인한 분자 간 인력. 자, 그런데 이제 여기에서 주의할 게 있어요. 여기 전자구름이 순간적으로

85  
00:14:02,111 --> 00:14:10,841  
치우쳤다고 얘기하니까 아, 그러면 분산력은 무극성 분자에서만 적용을 할 수가 있구나라고 여러분들이 오해를 하실

86

00:14:10,865 --> 00:14:19,643

수가 있는데요. 자, 그러면 이 전자구름은 무극성에서만 치우칠 수 있을까요? 그거는 아니죠. 극성 분자라고 해도 계속해서

87

00:14:19,667 --> 00:14:33,624

전자구름은 끊임없이 움직일 수 있고요. 어떤 전자구름이든지 항상 계속해서 움직일 거예요. 그래서 애는 모든 분자에서

88

00:14:33,648 --> 00:14:42,107

일어날 수 있는 현상이기 때문에 이 분산력은 모든 분자에서 나타날 수 있는 분자 간 인력이라고 생각을 해주시면 됩니다.

89

00:14:42,131 --> 00:14:52,538

모든 분자에 작용할 수 있다. 그래서 애는 전자구름만 있으면 된다고 생각을 해주시면 될 것 같아요. 그래서 분산력은

90

00:14:52,562 --> 00:15:04,793

무극성 분자뿐만 아니라 극성 분자에서도 다 작용할 수 있다. 자, 그렇다면 우리는 뭐를 좀 비교를 할 거냐면 언제 분산력이

91

00:15:04,817 --> 00:15:14,742

더 크게 작용하는지 그거를 한번 비교를 해보도록 할게요. 자, 분산력 같은 경우에는요. 일단 기본적으로 전자구름이 많이

92

00:15:14,766 --> 00:15:23,366

움직일수록 더 크게 작용할 수 있는 인력이에요. 왜 그러냐면 전자구름이 많이 움직일수록 더 큰 전하를 나타낼 수 있기

93

00:15:23,390 --> 00:15:31,814

때문이죠. 자, 그럼 전자구름이 크면 클수록 기본적으로 더 많이 움직여서 큰 전하를 나타내겠죠. 예를 들어서 전자가 10개 있을

94

00:15:31,838 --> 00:15:39,872

때 움직여서 나타내는 전하량 전자가 100개 있을 때 움직여서 나타내는 전하를 비교를 한다면 당연히 전자가 100개 있을 때

95

00:15:39,896 --> 00:15:48,368

나타나는 전하가 더 크게 나타내겠죠. 그래서 전자가 많을수록 분산력이 크다. 이렇게 비교를 할 수 있는데 그런데 문제는

96

00:15:48,392 --> 00:15:57,552

우리가 맨날 전자를 셀 수는 없죠. 조금 더 이제 러프하게 대강 비교를 하자면 분자량이 클수록 우리 양성자, 중성자가

97

00:15:57,576 --> 00:16:06,455

많다라는 소리잖아요. 그래서 전자구름도 더 일반적으로 크게 나타나게 됩니다. 그래서 분자량이 클수록 즉 분자의 크기가

98

00:16:06,479 --> 00:16:18,744

크다라고 일반적으로 나타낼 수 있으니까 분자량이 클수록 분산력이 크게 나타난다라고 일반적으로 나타내게 됩니다.

99

00:16:18,768 --> 00:16:30,055

그래서 예시를 한번 나타낸다면 제일 많이 나타나는 게 이제 우리 교과서에서도 있는 교재에도 있는 그래프에 있는

100

00:16:30,079 --> 00:16:39,380

예시인데요.  $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$  우리 이제 할로젠에 있는 분자들이예요. 애네들의 공통점은 뭐냐면 모두 다 무극성인

101

00:16:39,404 --> 00:16:50,411

애들이예요. 즉 애네들은 다 무극성이니까 뭐만 작용할 거냐면 분산력만 작용을 하겠죠. 만약에 극성 분자라면 분산력도

102

00:16:50,435 --> 00:17:01,327

작용하고 쌍극자 힘도 작용하니까 쌍극자 힘에 따라서 달라질 수가 있을 텐데 애는 이제 무극성 분자니까 분산력에 의해서만

103

00:17:01,351 --> 00:17:09,899

작용된다고 볼 수가 있습니다. 자, 그렇다면 여기에서 우리  $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$  같은 경우에는 같은 17족이니까 아래로 갈수록

104

00:17:09,923 --> 00:17:19,952

분자량이 더 커지게 되겠죠. 자, 그래서 우리 분자량이 큰 오른쪽,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$  로 갈수록 점점 분산력이 커진다고

105

00:17:19,976 --> 00:17:28,111

봐주시면 되고요. 참고로 우리가 분자 간 인력을 비교할 때는 뭐를 굉장히 잘 사용을 하게 되냐면 끓는점을 잘 비교를 하게

106

00:17:28,135 --> 00:17:36,971

돼요. 왜냐하면 우리 끓는점이 높다라는 거는 액체 상태의 분자를 떼어내는 데 더 많은 열이 필요하다라고 해석을 해줄

107

00:17:36,995 --> 00:17:46,975

수가 있겠죠. 그래서 이렇게 분산력이 이제 높다. 분자 간 인력이 크다라는 것은 분자를 더 떼기가 어렵다라는 뜻으로

108

00:17:46,999 --> 00:17:56,526

해석을 할 수가 있기 때문에 우리가 일반적으로 끓는점으로 비교를 하기가 쉽다라는 것도 기억을 하시면 문제 풀 때 도움이

109

00:17:56,550 --> 00:18:04,756

많이 될 것 같습니다. 자, 그래서 일반적으로 우리가 이제 분자량을 가지고 분산력을 제일 많이 비교를 하는데요.

110

00:18:04,780 --> 00:18:16,263

자, 그런데 분자량이 비슷한 분자들도 있어요. 그럴 때는 어떤

계 또 분산력에 영향을 미칠지 생각을 해볼게요. 참고로 이거는

111

00:18:16,287 --> 00:18:27,251

기본적으로 분자량이 비슷할 때만 유의미하다고 보시면 될 것 같습니다. 일반적으로는 분자량이 조금 더 중요한 영향을

112

00:18:27,275 --> 00:18:37,363

미치고요. 분자량이 뭐 1에서 5 정도 차이 나는 경우에는 딱 그런 기준은 없지만 비슷한 크기의 분자량을 가질 때에는

113

00:18:37,387 --> 00:18:50,046

표면적의 영향도 받아요. 즉 분자의 어떤 모양이 영향을 미친다라고 볼 수가 있는 건데요. 표면적이 클수록 이제 어떻게

114

00:18:50,070 --> 00:19:00,014

분산력이 커지는지 우리가 비유를 통해서 생각을 해볼게요. 선생님이 밀가루 반죽을 해서 여기 통에다가 넣으려 그래요.

115

00:19:00,038 --> 00:19:10,021

자, 그런데 밀가루 반죽을 10덩어리를 통에다가 넣을 건데 한 통에는 동그랗게 구 모양으로 해서 넣을 거고 10개를 쌓아서

116

00:19:10,045 --> 00:19:17,996

넣을 거고요. 다른 한 통에는 우리 밀가루 반죽을 납작하게 빈대떡 모양으로 눌러서 10장을 차곡차곡 넣는다고 한번 생각을

117

00:19:18,020 --> 00:19:27,179

해볼까요? 우리 나중에 그 반죽을 꺼낼 때 누가 더 힘들까요? 우리 동그란 모양이 더 힘들까요? 아니면 이제 납작하게 빈대떡

118

00:19:27,203 --> 00:19:36,696

모양으로 눌러서 넣은 반죽들이 더 꺼내기가 힘들까요? 당연히 우리 똑똑 눌러서 넣은 빈대떡 모양의 반죽이 서로 다 눌러

119

00:19:36,720 --> 00:19:45,336

붙으니까 꺼내기가 힘들겠죠. 자, 우리 구 모양 같은 경우에는 서로 거의 닿는 표면이 적기 때문에 떼기가 쉬울 거예요.

120

00:19:45,360 --> 00:19:54,436

자, 분자도 마찬가지로인데 같은 크기라면 우리 구형에 가까울수록 즉 구형이 가깝다라는 거는 서로 닿는 표면적이

121

00:19:54,460 --> 00:20:02,485

작다라는 것을 의미하거든요. 그래서 표면적이 작을수록 분자 간의 인력이 작게 나타난다라고 봐주시면 되고요. 표면적이

122

00:20:02,509 --> 00:20:09,944

넓을수록 즉 넓적하게 생긴 애들일수록 분자 간의 인력이 더 크게 나타난다라고 우리가 생각을 해주실 수가 있어요. 그래서

123

00:20:09,968 --> 00:20:25,050

표면적이 클수록 분산력이 더 크게 나타나게 됩니다. 자, 우리 이제 하나 예시를 들어보고 갈 텐데요. 우리 탄화수소 애들

124

00:20:25,074 --> 00:20:41,818

중에서 이제 분자식은 똑같은데 그 구조가 다른 모양이 다른 애들을 이제 이성질체라고 얘기를 해요. 한번 예를 들어 볼게요.

125

00:20:41,842 --> 00:20:54,595

탄소가 5개짜리인데 2개만 그럴게요. 탄소가 5개짜리에 이제 수소가 12개가 붙은 분자예요. 그런데 이제 탄소 5개를 쪽

126

00:20:54,619 --> 00:21:05,998

늘여서 사슬 모양으로 붙인 이런 분자가 있고요. 그리고 다른 분자는 탄소가 5개인데 탄소 하나에 다른 탄소를 다 이렇게

127

00:21:06,022 --> 00:21:22,236

붙여서 최대한 이런 동글동글한 모양으로 붙인 분자가 있어요. 자, 그러면 우리 대략의 모양을 보니까 애는 이렇게 긴, 넓직한

128

00:21:22,260 --> 00:21:30,625

형태를 띠고 있고요. 애 같은 경우에는 이렇게 동글동글한 형태를 띠고 있죠. 자, 여기에는 둘 다 탄소 5개에 수소 12개를

129

00:21:30,650 --> 00:21:38,035

가지고 있기 때문에 분자량은 같은 상황이거든요. 자, 그러면 애네 둘 중에서 누가 더 표면적이 넓을까요? 우리 표면적이

130

00:21:38,059 --> 00:21:46,003

넓은 걸로는 애가 더 넓습니다. 더 넓적하게 생겼죠. 자, 애가 구형에 가깝기 때문에 우리 그냥 동그랗게 생길수록 표면적이

131

00:21:46,027 --> 00:21:54,086

더 작다라고 기억을 해주셔도 될 것 같아요. 자, 그러면 애네 둘 중에 누가 더 이제 분자 간 인력이 크게 작용을 하나라고

132

00:21:54,110 --> 00:22:03,105

묻는다면 더 표면적이 넓은 그래서 다른 분자랑 더 넓게 만날 수 있는 왼쪽 분자가 분산력이 더 크게 나타난다. 이렇게

133

00:22:03,129 --> 00:22:12,400

비교를 해주실 수 있으면 돼요. 자, 그래서 분산력 같은 경우에는 분자량과 표면적 이렇게 두 가지가 영향을 미친다라고

134

00:22:12,424 --> 00:22:21,916

해주시면 되고요. 지금 우리가 얘기한 거는 다 이제 무극성 분자 기준으로 얘기를 한 거고 당연히 같은 기준으로 이제 모든

135

00:22:21,940 --> 00:22:31,857

게 비슷할 때는 극성 분자가 분산력도 작용하고 쌍극자-쌍극자 힘도 작용을 하니까 더 분자 간 힘이 전체적으로는 크다고

136

00:22:31,881 --> 00:22:40,462

비교를 해주실 수가 있겠죠. 자, 그러면 우리가 일단 극성과 무극성을 크게 비교를 해봤는데 여기에서 우리가 세 번째 분자

137

00:22:40,486 --> 00:22:48,090

간 힘을 또 볼 거예요. 사실 세 번째 분자 간 힘은 굉장히 특이한 애인데요. 얼마 안 되는 애들이 하는 분자 간

138

00:22:48,114 --> 00:22:55,587

인력이지만 굉장히 강력한 분자 간 힘입니다. 아마 여러분들이 한 번쯤 들어보셨을 것 같은데 수소결합에 대해서 한번 정리를

139

00:22:55,611 --> 00:23:12,299

좀 해보고 갈게요. 자, 수소결합이라고 얘기를 하는 분자 간 인력은 분자 간 인력 중에서 가장 강력한 인력이에요. 도대체

140

00:23:12,323 --> 00:23:20,513

왜 이렇게 강하냐라고 이제 묻는다면 애가 전기 음성도 때문인데요. 결국에는 넓게 보면 수소결합도 우리가 조금 전에

141

00:23:20,537 --> 00:23:27,982

얘기했던 쌍극자-쌍극자 힘의 일종으로 볼 수가 있어요. 자, 그런데 이 수소결합이 작용하는 조건이 굉장히 구체적이기

142

00:23:28,006 --> 00:23:36,318

때문에 이걸 여러분들이 좀 기억을 해주셔야 돼요. 어떨 때 작용하는지 한번 정리를 하고 시작을 할게요. 자, 일단 전기

143

00:23:36,342 --> 00:23:54,314

음성도가 좀 큰 애들이 필요해요. F, O, N 애네 3개가 굉장히 전기 음성도가 큰 편이거든요. F, O, N에 결합한 수소와 즉 이제

144

00:23:54,338 --> 00:24:02,335

수소는 수소인데 아무 수소나 다 수소결합을 할 수 있는 거는 아니고요. F, O, N에 직접 공유결합되어 있는 수소가

145

00:24:02,359 --> 00:24:24,986

필요하고요. 그리고 다른 분자에 있는, 다른 분자의 F, O, N이 이제 서로 가까이 왔을 때 작용하는 분자 간 인력을 우리가

146

00:24:25,010 --> 00:24:34,617

수소결합이라고 얘기를 해요. 당연히 여기에서 이제 수소결합 같은 경우에는 기본적으로 극성 분자 간에 작용하는 힘이기

147

00:24:34,641 --> 00:24:43,979

때문에 이제 무극성 분자에 있는 F, O, N은 해당이 되지 않고요.  
예를 한번 드는 게 좀 더 여러분들이 이해를 하기가 쉬울 것

148

00:24:44,003 --> 00:24:53,366

같아요. 제일 대표적으로 수소결합을 할 수 있는 결합은  
물 분자들이 있는데요. 물 같은 경우에는 아까도 그랬듯이

149

00:24:53,390 --> 00:25:03,978

이렇게 산소에 수소가 2개 결합이 되어 있어요. 자, 그러면  
여기에는 산소에 결합된 수소가 지금 존재를 하죠. 자, 여기에서

150

00:25:04,002 --> 00:25:10,764

F, O, N에 결합한 수소 이렇게 필요하다고 했죠. 그러니까 애네  
셋에 다 결합한 게 아니라 이 셋 중의 하나에 결합한 수소가

151

00:25:10,788 --> 00:25:19,613

필요한 거니까 애는 여기에 해당된다고 볼 수가 있을 것  
같아요. 자, 그러면 여기에서 이제 다른 분자의 F, O, N이라고

152

00:25:19,637 --> 00:25:29,899

했으니까 여기에 있는 다른 물 분자가 이제 필요하게 됩니다.  
자, 그러면 여기에 있는 다른 분자의 F, O, N 그러면 이제 다른

153

00:25:29,923 --> 00:25:40,924

분자의 산소가 이 조건에 이제 맞겠죠. 그러면 애네들 사이에  
왜 강력한 힘이 작용을 하느냐? 우리 F, O, N 같은 경우에는

154

00:25:40,948 --> 00:25:52,166

전기 음성도가 조금 전에 굉장히 크다고 했어요. 전기 음성도가  
엄청 크다. 자, 그에 비해서 수소는 어떤가요? 수소는 굉장히

155

00:25:52,190 --> 00:26:04,802

이제 비금속 중에서 전기 음성도가 작은 편에 속하죠. 전기  
음성도가 되게 작아요. 자, 그러면 전기 음성도가 되게 센 애랑

156

00:26:04,826 --> 00:26:13,627

되게 작은 애랑 만났을 때 무슨 일이 벌어지게 될까요? 그렇죠.  
수소가 굉장히 센 산소한테 전자구름을 되게 많이 뺏기게

157

00:26:13,651 --> 00:26:25,249

되겠죠. 자, 그러면 수소가 이렇게 전자구름을 많이 뺏기게  
되면서 자기 주변에 꽤 강한 (+)전하를 만들게 될 거예요.

158

00:26:25,273 --> 00:26:36,495

자, 그에 비해서 이 산소는 어떨까요? 그렇죠. 애는 다른  
수소로부터 또 전자구름을 이렇게 얻게 될 거니까 애는 강한

159

00:26:36,519 --> 00:26:46,931

(-)전하를 또 이렇게 만들게 되겠죠. 그러면 애네 둘이 만났을 때는 굉장히 강한 분자 간 인력이 형성이 될 거고요. 우리가

160

00:26:46,955 --> 00:26:58,514

이런 분자 간 인력을 마치 결합한 것처럼 세다라고 표현을 하려고 수소 결합이라고 얘기를 해요. 여러분들이 사실 주의를

161

00:26:58,538 --> 00:27:05,855

해줘야 될 게 이 수소결합을 여러분들이 이온결합이라든지 공유결합, 금속결합 이런 화학결합이랑 헷갈리시는 경우가

162

00:27:05,879 --> 00:27:16,035

있어요. 수소결합은 분자 간 인력에 해당하지. 화학결합인 공유결합, 이온결합, 금속결합이랑은 다릅니다. 화학결합 같은

163

00:27:16,059 --> 00:27:30,159

경우에는요. 잠깐 여기에 정리를 하고 갈게요. 우리가 화학 I 에서 이제 배웠던 내용인데 방금 얘기했던 공유, 이온,

164

00:27:30,183 --> 00:27:43,390

금속결합 같은 애들은 원자와 원자 사이에 이루어지는 결합을 화학결합이라고 얘기를 해요. 그래서 원자와 원자 사이에 일단

165

00:27:43,414 --> 00:27:59,029

이루어지고 그리고 화학결합을 하고 나면 아예 물질의 성질 자체가 변해버리죠. 그래서 이 화학결합 같은 경우에는 우리가

166

00:27:59,053 --> 00:28:07,596

이제 공유, 이온, 금속 이렇게 세 가지만 딱 있다라고 기억을 해주시면 될 것 같고요. 수소결합 같은 경우에는 화학결합처럼

167

00:28:07,620 --> 00:28:16,262

세서 결합이라는 얘기를 하기는 하지만 애는 분자와 분자 사이의 그냥 힘에 해당을 하고요. 물이 수소결합을 한다고 해서

168

00:28:16,286 --> 00:28:23,664

새로운 물질을 만들지는 않죠. 그냥 물일 뿐이에요. 그래서 이 수소결합 같은 경우에는 반드시 이름 때문에 헷갈리는 일이

169

00:28:23,688 --> 00:28:33,208

없도록 좀 주의를 해주셨으면 좋겠습니다. 자, 이런 식으로 우리가 이제 수소결합 같은 경우에는 굉장히 강력하기 때문에

170

00:28:33,232 --> 00:28:51,895

따로 좀 취급을 해주는데 다른 분자 간 인력에 비해서 매우 강한 특징을 가지고 있어요. 자, 매우 강하다 보니까 어떤

171

00:28:51,919 --> 00:29:04,382

특징들이 따라오게 되느냐? 분자를 떼어내는 데 굉장히 많은

에너지가 필요하게 되겠죠. 그래서 이로 인해서 끊는점이 엄청

172

00:29:04,406 --> 00:29:17,446

이제 높게 된다는 이제 특징이 있는데요. 대표적인 예로 방금 얘기했던 물도 있고요. 그리고 이제 질소에 수소가 붙은

173

00:29:17,470 --> 00:29:27,376

암모니아 같은 물질도 있을 거고요. 그리고 플루오린 같은 경우에는 수소를 붙여서 HF라는 물질을 만들 수도 있습니다.

174

00:29:27,400 --> 00:29:38,474

그래서 이런 애들 같은 경우에는 끊는점을 이제 만들 수 있다 정도로 좀 기억을 해주시면 될 것 같아요. 자, 여기에서 HF 같은

175

00:29:38,498 --> 00:29:49,004

경우에는 교체에는 없는데요. 좀 특이한 성질이 하나 있어서 하나만 추가로 좀 얘기를 하고 갈게요. HF는 수소결합으로

176

00:29:49,028 --> 00:30:01,611

인해서 이합체라는 것도 만들 수가 있는데요. 이합체는 문자 그대로 2개가 합쳐져서 만들어진 물질을 말해요. 그래서 HF는

177

00:30:01,635 --> 00:30:15,895

이렇게 2개의 원자만으로 구성이 된 분자죠. 그런데 애네들이 이렇게 엇갈려서 서로 배열을 하게 되면 양쪽으로 수소결합을

178

00:30:15,919 --> 00:30:23,616

2개를 한꺼번에 할 수가 있게 돼요. 자, 그렇게 된다면 수소결합을 2개를 한꺼번에 하게 되니까 애네들을 끊기가

179

00:30:23,640 --> 00:30:31,806

굉장히 어려워지겠죠. 자, 이런 식으로 어려워지게 되니까 애를 하나 끊어도 애가 있기 때문에 이 분자들이 잘 떨어지지 않게

180

00:30:31,830 --> 00:30:40,890

되고요. 애를 끊어도 애 때문에 사실 떨어지기 힘들어지죠. 그래서 두 분자가 마치 한 분자처럼 같이 움직이게 되는 것을

181

00:30:40,914 --> 00:30:48,145

하게 되는데 그걸 보고 우리가 이합체라고 얘기를 해요. 모든 수소결합을 하는 애들이 다 이합체를 하는 건 아니고 이 HF

182

00:30:48,169 --> 00:30:55,281

같은 경우에만 HF 말고도 이제 아세트산 같은 경우에도 있는데요. 몇 가지 물질들만 이런 이합체를 만드는 경우도

183

00:30:55,305 --> 00:31:04,010

있다고 얘기를 해주시면 될 것 같습니다. 자, 그래서 우리 수소결합을 하는 애들은 이런 대표적인 세 가지 정도는 좀

184

00:31:04,034 --> 00:31:13,287

기억을 해주시면 좋겠고 그중에서도 우리한테 굉장히 중요한  
애는 이 중에서도 물이에요. 그래서 물의 성질을 조금만 더

185

00:31:13,311 --> 00:31:22,542

자세히 알아보도록 하겠습니다. 자, 우리 물의 성질 같은  
경우에는 따로 정리가 되어 있는데 대부분이 방금 얘기한

186

00:31:22,566 --> 00:31:33,872

수소결합 때문이에요. 그래도 이제 물의 성질이 구체적으로  
어떤 어떤 것들이 있는지 그래프랑 같이 교재에 있는 내용

187

00:31:33,896 --> 00:31:45,858

보면서 같이 볼게요. 물 같은 경우에는 방금도 이제 얘기했듯이  
굽은형인데요. 산소에 이제 수소 2개가 이렇게 결합이 되어

188

00:31:45,882 --> 00:31:55,283

있다고 얘기를 했었죠. 자, 그런데 여기에서 우리 이 결합각  
같은 경우에는 화학 I 때 한 번 기억을 하고 왔었죠. 혹시

189

00:31:55,307 --> 00:32:08,606

까먹으신 분들 다시 한번 기억을 좀 하고 갈까요? 여기에서  
 $104.5^\circ$ 의 결합각을 가지는 굽은형 분자였었어요. 그래서 이제

190

00:32:08,630 --> 00:32:18,715

결합각 하나 기억을 해주시고요. 그리고 이제 여기에서 산소  
같은 경우에는 방금 얘기했던 것처럼 전기 음성도가 크기

191

00:32:18,739 --> 00:32:31,050

때문에 음전하를 띠고 수소 같은 경우에는 양전하를 띠어서  
극성 분자였었고요. 극성이 굉장히 크기가 컸었죠. 전기 음성도

192

00:32:31,074 --> 00:32:46,774

차이가 크기 때문에 그래서 방금 얘기했던 수소결합을 할 수가  
있었어요. 자, 그 수소결합으로 인해서 이제 몇 가지 특징들이

193

00:32:46,798 --> 00:33:00,551

나타나게 되는데 일단 녹는점이란 끓는점이 굉장히 높게  
나타납니다. 이거는 이제 수소결합을 물이 특히 많이 할 수

194

00:33:00,575 --> 00:33:08,945

있기 때문인데요. 수소결합이 강력한 분자 간 결합이기 때문에  
물 사이의 거리를 넓혀주기 위해서 즉 분자를 떼어주기

195

00:33:08,969 --> 00:33:17,715

위해서는 굉장히 많은 열에너지를 필요로 하게 돼요. 그래서  
이제 녹는점 같은 경우에는  $0^\circ\text{C}$ 에 해당을 하고 끓는점 같은

196  
00:33:17,739 --> 00:33:27,597  
경우에는 100°C에 해당하는 온도를 가지게 되었었죠. 자, 그리고  
이뿐만 아니라 또 뭐가 높냐면 비열도 되게 높은데요. 비열이

197  
00:33:27,621 --> 00:33:38,965  
높다라는 거는 무슨 소리냐면 우리 1g을 1° 올리는 데 많은  
열에너지가 필요하다라는 거죠. 그러니까 온도를 올리는 데

198  
00:33:38,989 --> 00:33:52,422  
열에너지가 많이 필요하다. 자, 그러면 이거는 왜 그러냐? 우리  
온도를 올린다는 거는 분자 운동을 활발하게 만들어준다는

199  
00:33:52,446 --> 00:33:59,497  
것을 의미를 해요. 그런데 분자 운동이 활발해지려면 분자 간의  
거리가 더 멀어야 활발하게 움직일 수가 있겠죠. 그런데 이제

200  
00:33:59,521 --> 00:34:06,857  
물 같은 경우에는 분자 운동이 활발하게 하기 위해서  
수소결합을 좀 끊어주어야 되는데 역시 수소결합을 끊기

201  
00:34:06,881 --> 00:34:14,657  
위해서는 열에너지가 많이 필요하기 때문에 비열이 클 수밖에  
없을 거예요. 자, 이 비열이 크기 때문에 어느 때 굉장히

202  
00:34:14,681 --> 00:34:21,666  
유리하냐면 우리의 체온 유지를 하는데 굉장히 유리해요. 우리  
몸 같은 경우에는 70% 이상이 물로 이루어져 있다라고 하죠.

203  
00:34:21,690 --> 00:34:30,635  
그래서 우리가 이제 겨울, 선생님이 지금 겨울에 촬영을 하고  
있는데 영하로 떨어져도 우리의 체온이 영하로 떨어지지는 않게

204  
00:34:30,659 --> 00:34:39,207  
만들어주고요. 아주 더운 여름에도 우리 체온이 일정하게  
유지될 수 있도록 생명체의 생명 활동에 굉장히 중요한 역할을

205  
00:34:39,231 --> 00:34:52,488  
하게 됩니다. 자, 그리고 이제 또 뭐가 있냐면 표면장력도  
굉장히 크게 나타나는데 표면장력은 우리 정의 자체를 좀

206  
00:34:52,512 --> 00:35:11,141  
기억을 해주시면 좋을 것 같아요. 표면장력 자체는 이제 표면을  
최소화하려는 그 힘을 우리가 표면장력이라고 얘기를 해요.

207  
00:35:11,168 --> 00:35:22,598  
쉽게 얘기하면 액체를 우리가 스포이드에 넣어서 한 방울 똑  
떨어트렸을 때 그 모양이 어떤 액체는 조금 이렇게 평퍼짐하게

208

00:35:22,622 --> 00:35:33,689

나타나고요. 그리고 어떤 액체는 이렇게 동글동글하게 나타나게 되는데 이제 왼쪽같이 쭉 퍼지는 애는 표면장력이 작다라고

209

00:35:33,713 --> 00:35:46,116

애기를 하고 오른쪽같이 동글동글한 애는 표면장력이 크다라고 애기를 해요. 자, 이것은 이제 왜 그러는지 볼게요. 표면을

210

00:35:46,140 --> 00:35:57,112

최소화하려고 한다. 왜 그러냐면 일단 우리 액체 분자가 안쪽에 있는 애랑 바깥쪽에 있는 애를 한번 비교를 해볼게요. 안쪽에

211

00:35:57,136 --> 00:36:07,817

있는 애 같은 경우에는 주변에 모든 액체 분자들로 이제 둘러싸여 있죠. 모든 방향으로부터 힘을 받겠죠. 그러면 애가

212

00:36:07,841 --> 00:36:19,366

모든 방향으로 이제 인력을 받고 있는 상황이기 때문에 애는 굉장히 안정한 상태예요. 자, 그에 비해서 바깥쪽에 있는 애들은

213

00:36:19,390 --> 00:36:29,551

한쪽이 지금 빈 상태죠. 이제 걸 부분에서 인력을 못 받고 있기 때문에 애는 좀 불안정한 상태예요. 자, 그러면 우리 모든

214

00:36:29,575 --> 00:36:40,634

애들은 안정한 상태를 좋아하기 때문에 바깥에 있는 애들을 좀 줄여주려고 할 거예요. 자, 그런데 애가 어떨 때 특히 더

215

00:36:40,658 --> 00:36:49,390

불안정할 거냐면 인력의 세기가 강할수록 즉 분자 간의 힘이 강하면 강할수록 이 곁에 있는 애가 점점 더 불안정해지겠죠.

216

00:36:49,414 --> 00:36:58,098

그래서 분자 간 상호작용이 셀수록 표면장력이 더 세진다. 왜냐하면 곁에 있는 애가 더 불안정해지기 때문에 그래서

217

00:36:58,122 --> 00:37:10,770

표면장력이 세다라는 게 그냥 분자 간 상호작용이 세다라고 이해를 해주시면 되는데 물 같은 경우에는 우리가 똑 하고

218

00:37:10,794 --> 00:37:19,497

한 방울 떨어트렸을 때 굉장히 동그랗게 이제 물방울의 모양이 나타나는 액체들 중의 하나예요. 그렇다면 우리는 물이

219

00:37:19,521 --> 00:37:28,305

수소결합을 하기 때문에 표면장력의 크기가 세구나라고 이해를 해주실 수가 있겠죠. 실제로 기름같이 표면장력이 작은 애들은

220

00:37:28,329 --> 00:37:35,672

한 방울 뚝 떨어트렸을 때 굉장히 쭉 퍼져나가는 것을 볼 수가 있습니다. 이거는 분자 간의 인력이 별로 크지 않다라는 거를

221

00:37:35,696 --> 00:37:47,035

우리한테 알려주는 거겠죠. 자, 이런 식으로 지금 얘기한 것들이 수소결합과 관련된 성질이고 물의 여러 가지 성질들 중에서

222

00:37:47,059 --> 00:37:57,939

사실 제일 특이한 것 중의 하나가 물의 밀도 그래프인데요. 밀도 그래프 같은 경우에는 오른쪽으로 가서 다시 한번

223

00:37:57,963 --> 00:38:15,123

그릴게요. 다른 이제 물질들에 비해서 밀도 변화가 온도에 대해서 굉장히 특이하게 나타나는 물질이 바로 물이에요.

224

00:38:15,147 --> 00:38:25,834

자, 일단 제일 특이하게 나타나는 구간이 어디냐면 고체와 액체 사이에서 나타나게 되는데 일반적으로 우리가 다른 물질의

225

00:38:25,858 --> 00:38:34,912

경우에는 고체랑 액체의 밀도를 비교한다면 고체가 훨씬 무겁게 나타나요. 왜냐하면 우리 고체 같은 경우에는 분자 간 거리가

226

00:38:34,936 --> 00:38:43,035

더 가깝죠. 그러니까 액체들이 더 가까이 있으니까 더 밀도가 높다고 쉽게 생각을 할 수가 있는데 물 같은 경우에만

227

00:38:43,059 --> 00:38:50,399

예외예요. 우리 얼음을 물에 넣으면 어떤가요? 얼음이 물에 둥둥 뜨죠. 그 말은 뭐냐면 얼음이 물보다 더 가볍다, 밀도가

228

00:38:50,423 --> 00:39:00,928

낮다라는 거예요. 자, 그러면 우리 0°C를 기점으로 해서 고체랑 액체의 밀도 그래프를 한번 비교를 해본다면 어떻게 나타나냐면

229

00:39:00,952 --> 00:39:11,506

고체가 일단 더 낮은 곳에 나타나게 됩니다. 그래서 일단 밀도가 이제 더 낮은 곳에 나타나게 되고 일단 낮은 곳인데

230

00:39:11,530 --> 00:39:23,832

얼음을 더 낮은 곳으로 더 이제 냉각을 시키게 되면 조금씩 얼음끼리 더 모여들기 때문에 밀도가 조금씩 커지는 이런

231

00:39:23,856 --> 00:39:33,091

그래프를 그리게 되고요. 액체 같은 경우에는 기본적으로 얼음보다 더 큰 곳에서 이렇게 시작을 하게 됩니다. 자, 일단

232

00:39:33,115 --> 00:39:48,934

그러면 여기에서 왜 이런 현상이 나타나는지 좀 생각을 해보고

갈게요. 여기에서 이 구간은요. 고체가 되면서 얼음이 되면서

233

00:39:48,958 --> 00:40:03,255

애네들이 육각 결정구조를 만들기 때문인데요. 애도 일정 부분 수소결합이랑 좀 관련이 있다고 보시면 됩니다. 물이

234

00:40:03,279 --> 00:40:11,022

수소결합을 하는데 한 분자가 이제 최대 4개의 수소결합을 할 수가 있어요. 자, 그런데 이렇게 최대한 많이 수소결합을

235

00:40:11,046 --> 00:40:27,795

하게 되면 애네들이 어떤 모양을 만들게 되냐면 물 한 분자가 이렇게 있으면 애네들이 서로 이렇게 모여들게 되어서 이런

236

00:40:27,819 --> 00:40:48,574

식으로 수소결합을 많이 했을 때 빈 공간을 만들면서 육각형의 결정구조를 만들게 돼요. 자, 그런데 물 같은 경우에는 서로

237

00:40:48,598 --> 00:40:58,256

자유롭게 움직이고 있었기 때문에 이런 빈 공간이 없었었죠. 자, 그러면 얼음 같은 경우에는 수소결합을 하게 되면서 오히려

238

00:40:58,280 --> 00:41:10,995

어떤 부분이 생긴 거냐면 빈 공간이 생긴 거죠. 그래서 빈 공간이 생기면서 밀도가 더 낮아지게 되는 결과로 나타나게

239

00:41:11,019 --> 00:41:19,283

된다라고 이해를 해주시면 됩니다. 그래서 얼음이 밀도가 낮은 거는 수소결합 때문이기도 하고요. 이제 수소결합으로 인한

240

00:41:19,307 --> 00:41:28,913

어떤 육각 결정구조 때문이다라고 설명을 해주시면 될 것 같아요. 자, 그럼 여기에서 점점 얼음이 더 온도가 낮아지면

241

00:41:28,937 --> 00:41:39,002

왜 밀도가 높아지는 걸까요? 자, 여기에서 이 길이가 짧아지기 때문이겠죠. 얼음끼리 수소결합을 더 가까이 단단하게 하면서

242

00:41:39,026 --> 00:41:48,979

이 빈 공간이 줄어든다라고 생각을 해주시면 되고요. 자, 그럼 여기에서 얼음이 물이 된다면 왜 밀도가 갑자기 커지느냐?

243

00:41:49,003 --> 00:41:58,755

이 육각형들, 육각 구조들이 붕괴되면서 애네들이 가까워지기 때문에 밀도가 커진다고 봐주시면 됩니다. 자, 그런데 이제

244

00:41:58,779 --> 00:42:08,877

물의 특이함은 여기서 끝이 아니라 일단 0°C에서 온도가 이제 더 올라갈 거예요. 애네들이 다 녹고 난 다음에는요. 그러면

245

00:42:08,901 --> 00:42:17,526

물이 운동이 점점 활발해지니까 우리가 얼핏 생각하기에는 운동이 점점점 활발해져서 애네들이 점점 멀어지니까 밀도가

246

00:42:17,550 --> 00:42:28,476

점점 낮아지겠지라고 생각을 하는데 그냥 낮아지는 게 아니라 잠깐 올라갔다가 낮아지는 이런 그래프를 그리게 됩니다.

247

00:42:28,500 --> 00:42:38,238

즉 0°에서 가장 밀도가 큰 게 아니라 조금 오른쪽에서 제일 높은 밀도를 나타내게 되는데 이 온도는 여러분들이 좀 기억을

248

00:42:38,262 --> 00:42:49,435

해주시면 좋겠어요. 4°C에서 가장 밀도가 크게 나타나게 됩니다. 자, 그러면 여기에서는 또 왜 이러는 걸까요? 사실 0°C에서

249

00:42:49,459 --> 00:42:57,891

이 육각 결정구조가 다 안 깨진 거예요. 그래서 0°C에서 4°C가 가는 동안 수소결합이 추가로 더 깨지게 되면서 육각

250

00:42:57,915 --> 00:43:06,850

결정구조가 더 붕괴된다고 봐주시면 될 것 같고요. 4°C 이후에는 이제 점점 더 육각 구조는 거의 다 깨졌고 애네들이

251

00:43:06,874 --> 00:43:15,600

멀어지는 효과가 더 크기 때문에 밀도가 더 낮아진다고 봐주시면 될 것 같아요. 자, 그러면 우리는 여기에서 오른쪽으로

252

00:43:15,624 --> 00:43:24,102

갈수록 무조건 수소결합의 개수는 어떻게 된다고 보면 될까요? 그렇죠. 오른쪽으로 가면 우리 온도가 계속 높아지는 거니까

253

00:43:24,126 --> 00:43:32,503

분자는 무조건 운동을 더 활발하게 하게 되겠죠. 그래서 수소결합의 개수는 계속해서 감소한다라고 봐주시면 돼요.

254

00:43:32,527 --> 00:43:42,191

자, 그래서 이제 얼음 같은 경우에는 육각형 만드느라 그렇다라고 해주시면 되고요. 액체 같은 경우에는 4°C가

255

00:43:42,215 --> 00:43:51,518

될 때까지는 육각형 구조를 조금 더 깨느라 밀도가 잠깐 더 높아진다. 이 정도 특이사항만 기억을 해주시면 될 것 같습니다.

256

00:43:51,542 --> 00:44:00,160

자, 그리고 이제 물의 또 특이한 성질 중의 하나가 모세관 현상이라는 현상이 있는데 애는 물 혼자서 나타내는 현상은

257

00:44:00,184 --> 00:44:13,959

아니고 다른 물질이랑 만나서 나타내는 현상이에요. 쉽게 얘기하면 이제 가느다란 관을 만났을 때 물이 빨려 올라가는

258

00:44:13,983 --> 00:44:25,966

현상인데요. 일반적으로 물이 유리 같이 이제 친한 성질의 물질을 만났을 때 가느다란 관을 만나게 되면 무슨 모양을

259

00:44:25,990 --> 00:44:35,593

만들게 되냐면 이렇게 초승달 모양의 오목한 모양을 만들게 돼요. 자, 이 모양을 뭐라고 하나면 메니스커스라고 얘기를

260

00:44:35,617 --> 00:44:45,134

합니다. 메니스커스는 이제 초승달이라는 의미를 가지고 있는데 애는 왜 그러냐면 물이 유리랑 친하다라는 소리예요. 물이

261

00:44:45,158 --> 00:44:54,732

자기끼리도 굉장히 이제 인력이 크게 나타나게 되지만 이 주변에 유리랑 너무 친하다 보니까 유리한테 가서 막 이렇게

262

00:44:54,756 --> 00:45:04,646

달라붙고 싶은 거죠. 그래서 여기에서 유리랑 달라붙으면서 이렇게 오목한 표면 모양이 나타나게 되는데 문제는 유리랑만

263

00:45:04,670 --> 00:45:15,890

친한 게 아니라 자기들끼리도 너무 친하기 때문에 이 벽에 붙은 물 분자가 옆에 있는 물 분자를 끌고 올라오게 돼요. 자, 그러면

264

00:45:15,914 --> 00:45:27,865

무슨 일이 벌어지게 되냐면 이 벽에 붙은 애가 밑에 있는 애를 끌고 오면서 물이 상승을 하게 되겠죠. 그러면 옆에 있는 애는

265

00:45:27,889 --> 00:45:37,839

또 유리가 좋으니까 벽에 가서 또 달라붙게 돼요. 그러면 애는 또 지들끼리 달라붙어서 상승을 하게 되는 거죠. 그래서

266

00:45:37,863 --> 00:45:46,989

애네들이 중력을 못 이길 때까지 계속해서 상승을 하면서 물기둥을 형성을 하는 이런 일이 벌어지게 되는데 우리가 이런

267

00:45:47,013 --> 00:45:59,510

걸 보고 모세관 현상이라고 얘기를 합니다. 모세관 현상은 그래서 이제 어떤 힘 때문에 나타나게 되는 거냐면 물기리의

268

00:45:59,534 --> 00:46:13,818

물 분자끼리의 응집력도 있고요. 그런데 물 분자끼리만 있을 때 나타나는 건 아니죠. 물과 그리고 유리 또는 이제 물과 다른

269

00:46:13,842 --> 00:46:27,994

용기 사이의 부착력, 서로 달라붙는 그런 힘 때문에 같이 나타납니다. 물과 용기 사이의 부착력. 애네들이 동시에 작용을

270

00:46:28,018 --> 00:46:40,691

하기 때문에 나타날 수 있다라는 거 기억을 해주시면 될 것 같아요. 그래서 모세관 현상 같은 경우에는 관의 굵기가

271

00:46:40,715 --> 00:46:52,187

가늘수록 이제 굵기가 가늘다라는 거는 여기에서 중력을 이길 때까지 더 높이 올라갈 수 있다라는 걸 의미하겠죠. 이게

272

00:46:52,211 --> 00:47:05,226

중력을 못 이길 때까지 올라가는데 굵기가 가는 건 더 가볍다는 소리니까 더 높이 올라간다는 거 정도 기억을 해주시면 될 것

273

00:47:05,250 --> 00:47:15,786

같고요. 여기에서 이제 모세관 현상으로 나타나는 게 이제 뭐 수건 같은 경우에는 굉장히 가느다란 실로 인한 관으로 인해서

274

00:47:15,810 --> 00:47:24,863

우리 얼굴에 있는 물기를 쭉쭉 빨아들여 주는 그런 것도 모세관 현상에 해당을 하고요. 식물에 있는 뿌리, 식물의 이제 수관에

275

00:47:24,887 --> 00:47:33,322

해당되는 것도 모세관 현상을 이용해서 높은 곳까지 물을 빨아 올려주게 됩니다. 자, 이 정도까지 해서 우리가 물의 성질까지

276

00:47:33,346 --> 00:47:42,748

한번 정리를 해봤고요. 이제 뒤에 있는 실전 문제 풀면서 오늘 배운 내용 정리해볼게요. 여러분 그러면 우리 실전 문제 연습

277

00:47:42,772 --> 00:47:51,659

한번 같이 풀어보도록 하겠습니다. 첫 번째 문제는 우리 끓는점 통해서 분자 간의 인력 비교하는 문제인데요. 지금 표를 보니까

278

00:47:51,683 --> 00:48:01,021

네 가지 물질의 끓는점을 우리한테 주었어요. 아까 얘기했던 것처럼 끓는점의 크기를 통해서 분자 간의 인력을 비교할 수가

279

00:48:01,045 --> 00:48:12,443

있었죠. 끓는점이 높다라는 거는 분자 간의 인력이 더 높다라는 것을 이제 나타내는 거였고요. 여기에서 HX, HY, X<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub> 이렇게

280

00:48:12,467 --> 00:48:23,503

네 가지 분자가 주어졌는데 X랑 Y는 F이랑 Cl 중의 하나를 나타낸다고 되어 있어요. 자, 그러면 우리 자, 여기 HX랑 HY

281

00:48:23,527 --> 00:48:35,313

그리고  $X_2$  랑  $Y_2$  이렇게 2개씩 나눠서 한번 비교를 해볼게요.  
자, 일단 우리  $HX$ 랑  $HY$  같은 경우에는 우리  $HF$ 랑  $HCl$  중에

282

00:48:35,337 --> 00:48:49,510

각각 하나일 텐데요. 이 중에서 굉장히 중요한 단서는  $HF$ 에  
있죠.  $HF$  같은 경우에는 우리 플루오린에 결합한 수소를 가지고

283

00:48:49,534 --> 00:48:57,927

있기 때문에 수소결합을 하고 있는 분자예요. 그래서 우리  
수소결합을 하면 어떤 특징을 가지고 있었나요? 수소결합은

284

00:48:57,951 --> 00:49:07,395

모든 분자 간 인력 중에 가장 강력한 인력이었기 때문에  
애네들이 굉장히 높은 끓는점을 가졌었죠. 그러면 애네 둘을

285

00:49:07,419 --> 00:49:17,604

비교한다면 물론 애도 극성이지만 애가 더 강력한 분자 간  
인력을 가지게 되기 때문에 우리  $HF$ 가 더 높은 끓는점을 가질

286

00:49:17,628 --> 00:49:27,914

거라고 얘기를 할 수가 있어요. 자, 그럼 여기에서  $20^\circ$ 랑  $-85^\circ$ 를  
보니까 우리  $HX$ 가 우리  $HF$ 에 해당되겠구나. 이렇게 볼 수가

287

00:49:27,938 --> 00:49:37,643

있고요.  $HY$ 는  $HCl$  이렇게 결론을 내릴 수가 있게 됩니다.  
자, 그러면  $X$ 는 플루오린,  $Y$ 는 염소 이렇게 볼 수 있으니까  $X_2$  는

288

00:49:37,667 --> 00:49:48,459

이제  $F_2$  가 되고  $Y_2$  는  $Cl_2$  가 되겠네요. 자, 그러면 우리 이제  
여기에서  $F_2$  랑  $Cl_2$  도 간단하게 비교해보고 넘어갈 수가 있는데

289

00:49:48,483 --> 00:49:59,816

애네들은 둘 다 무극성 분자이기 때문에 우리 분산력의 영향만  
받겠죠. 그러면 우리 분자량이 더 큰  $Cl_2$  가 더 큰 분산력을 가질

290

00:49:59,840 --> 00:50:08,986

거기 때문에 끓는점이 더 높을 것이다. 이렇게 볼 수가 있고요.  
그래서  $Y_2$  가 더 높은 끓는점을 가질 것이다라고 우리가 결론을

291

00:50:09,010 --> 00:50:18,489

내릴 수가 있겠네요. 자, 그러면 우리 바로 보기로 넘어가서  
한번 맞는 거 골라볼게요. ㄱ.  $X$ 는  $F$ 이다라고 얘기했는데 우리

292

00:50:18,513 --> 00:50:27,151

조금 전에  $HF$ 가 수소결합 하는 거 이용해서 판단 내리고 왔죠.  
자, ㄴ.  $a$ 가 이제  $-34$ 보다 작다라고 얘기를 했는데 여기에서

293

00:50:27,175 --> 00:50:36,462

이제  $a$ 가 플루오린의 끓는점에 해당을 하는데요. 이제  $Cl_2$  보다

더 끓는점이 낮아야 된다는 거 이용을 하면 역시 맞는 보기로

294

00:50:36,486 --> 00:50:44,673

판단을 할 수가 있습니다.  $\text{C}$ . 액체 상태에서 HX 분자 사이에 분산력이 존재한다라고 얘기했는데 우리 조금 전에

295

00:50:44,697 --> 00:50:57,531

분산력이라는 분자 간 힘은 모든 분자에 작용하는 힘이라고 얘기를 했었어요. 자, 그렇다면 이제 모든 분자에 작용하는

296

00:50:57,555 --> 00:51:06,053

거니까 꼭 HX가 들어오지 않고 다른 분자가 여기 들어온다고 해도 모두 다 맞는 보기가 되겠죠. 그래서  $\text{C}$ 도 맞는 보기가

297

00:51:06,077 --> 00:51:16,596

되기 때문에 우리  $\text{A}$ ,  $\text{B}$ ,  $\text{C}$  모두 맞는 ⑤번 정답으로 가도록 하겠습니다. 자, 우리 그러면 다음 실전 문제 같이 또

298

00:51:16,620 --> 00:51:27,211

풀어보도록 할게요. 자, 이번 실전 문제는 물의 성질과 관련된 문제인데요. 여기 보니까 처음에는 1기압에서 온도에 따른 물의

299

00:51:27,235 --> 00:51:35,202

밀도 그래프 주어져 있고요. 우리가 조금 전에 봤던 그래프랑 같은 개형인 거 확인하실 수 있죠. 그리고 (나)는 물과 관련된

300

00:51:35,226 --> 00:51:44,201

결합 모형을 이제 나타내고 있어요. 자, 여기에서 2개의 물 분자가 그려져 있고 ㉠ 결합, ㉡ 결합 이런 식으로 나타내어져

301

00:51:44,225 --> 00:51:53,621

있는데요. 각각 어떤 결합인지를 좀 표시를 하고 갈게요. 일단 우리 ㉠ 결합 같은 경우에는 두 분자 사이에서 산소랑 수소를

302

00:51:53,645 --> 00:52:03,583

지금 점선으로 잇고 있죠. 그러면 산소와 수소 사이의 분자 간 힘인 수소결합을 나타내고 있구나라고 우리 볼 수가 있을 것

303

00:52:03,607 --> 00:52:11,960

같고요. 그리고 ㉢ 결합 같은 경우에는 분자 내부에서 산소랑 수소를 이어주고 있는 거니까 공유결합이라고 볼 수가 있을 것

304

00:52:11,984 --> 00:52:24,930

같네요. 그래서 우리가 얘를 좀 비교해준다면 수소결합 같은 경우에는 얘는 분자 간 인력에 해당을 하고요. 공유결합 같은

305

00:52:24,954 --> 00:52:36,105

경우에는 우리 원자랑 원자가 결합을 해서 아예 물질의 성질이 바뀌는 화학결합에 해당을 했었죠. 자, 그렇다면 우리 이 (가)랑

306

00:52:36,129 --> 00:52:46,880

(나)를 이제 바탕으로 보기에서 옳은 설명을 한번 골라줘야 될 것 같아요. 그부터 먼저 볼게요. 0°C에서 고체의 물의 밀도가

307

00:52:46,904 --> 00:52:55,514

액체의 물의 밀도보다 작은 것은 ㉠ 결합과 관련이 있다라고 했어요. 자, 우리 얼음의 밀도가 액체보다 더 낮은 것은 우리

308

00:52:55,538 --> 00:53:02,862

얼음이 될 때 수소결합을 최대한 하면서 빈 공간이 생기기 때문이라고 했었죠. 즉 육각 결정구조를 만들기 때문인데요.

309

00:53:02,886 --> 00:53:11,604

우리 육각 결정구조를 만드는 게 방금 얘기한 이 수소결합, ㉠ 결합과 관련이 있다라고 얘기할 수 있겠네요. 그래서 그

310

00:53:11,628 --> 00:53:22,454

맞는 보기가 될 것 같고요. 자, ㄴ. 0°C에서 ㉡ 결합의 수는 우리 공유결합의 수죠. 1g의 액체가 1g의 고체보다 크다고

311

00:53:22,478 --> 00:53:30,473

얘기했어요. 자, 그런데 우리 공유결합 같은 경우에는 상태 변화를 한다고 해서 이제 고체가 액체가 된다고 해서 그 결합의

312

00:53:30,497 --> 00:53:38,332

수가 변하지 않겠죠. 왜냐하면 우리 고체랑 액체에서 분자와 분자 사이의 거리는 멀어질 수 있지만 그래서 수소결합의

313

00:53:38,356 --> 00:53:46,196

개수는 당연히 변할 수가 있지만 우리 물 분자 내부에 있는 공유결합이 끊어지는 일은 벌어지지 않아요. 그래서 이제

314

00:53:46,220 --> 00:53:57,627

ㄴ 같은 경우에는 틀린 보기로 체크를 해주셔야 되고요. ㄷ. 물 1g의 부피는 0°C가 4°C보다 크다고 했어요. 자, 우리 여기에서

315

00:53:57,651 --> 00:54:08,856

그래프만 해석을 하면 고를 수가 있는 보기인데요. 0°C 같은 경우에는 지금 물 액체 상태가 여기에 해당을 하고 4°C 같은

316

00:54:08,880 --> 00:54:19,527

경우에는 밀도가 더 높은 것을 볼 수가 있죠. 그러면 0°C가 밀도가 더 작기 때문에 밀도가 더 작다라는 거는 같은 질량의

317

00:54:19,551 --> 00:54:28,016

부피가 더 크다라는 것을 의미를 해요. 그래서 ㄷ은 맞는 보기로 골라주실 수가 있을 것 같습니다. 그래서 그과 ㄷ 맞는

318

00:54:28,040 --> 00:54:37,055

우리 ③번 정답으로 골라주고 갈게요. 우리 여기까지 해서  
2단원의 내용 같이 봤습니다. 어떠셨나요? 분자 간 상호작용

319

00:54:37,079 --> 00:54:45,080

같은 경우에는 계산이 많이 필요한 거는 아니고요. 앞에  
화학 I 과 관련지어서 분자의 극성을 오히려 잘 기억을 하고

320

00:54:45,104 --> 00:54:53,007

있는 게 중요한 내용이에요. 그래서 물의 특성까지 해서 잘  
연결을 지어서 기억을 해주시면 좋겠고요. 우리 다음 시간에도

321

00:54:53,031 --> 00:55:00,863

연결되는 액체량 고체에 대해 나갈 거니까 오늘 배운 내용  
잘 복습해서 다음 시간에 만날게요. 3단원에서 만나겠습니다.

322

00:55:00,887 --> 00:55:02,080

감사합니다.