

WEBVTT

00:00:10.830 --> 00:00:11.826

반갑습니다.

00:00:11.950 --> 00:00:14.530

물리학1 기초개념학습 벽 샘입니다.

00:00:14.630 --> 00:00:20.542

오늘은 12번째 주제, 전자의 에너지준위에 대한 내용 진행하도록 할게요.

00:00:20.642 --> 00:00:24.819

지난 시간에 예고했듯이 보어의 원자 모형에 대한 내용이

00:00:24.919 --> 00:00:26.489

여기 안에 포함되어있고요.

00:00:26.589 --> 00:00:31.634

이 보어의 원자 모형을 바탕으로 어떤 현상을 설명할 수 있게 됐는지

00:00:31.734 --> 00:00:35.202

도대체 보어의 원자 모형은 왜 제안되게 됐는지

00:00:35.302 --> 00:00:37.011

그러면 보어의 원자 모형 이후는

00:00:37.111 --> 00:00:40.484

어떤 원자 모형으로 발전하고 있는지에 대한 내용들을

00:00:40.584 --> 00:00:43.083

좀 설명해나가도록 하겠습니다.

00:00:43.183 --> 00:00:47.148

오늘 강의를 통해서 여러분이 반드시 익혀야 될 핵심 용어들입니다.

00:00:47.248 --> 00:00:50.489

양자화, 이거 굉장히 중요한 표현이거든요.

00:00:50.589 --> 00:00:56.778

이 양자화된 에너지 준위, 양자수라는 건 어떠한 의미를 부여받고 있는지

00:00:56.878 --> 00:00:58.601

기억을 하셔야 될 것 같고요.

00:00:58.701 --> 00:01:02.901

바닥 상태, 들뜬상태라는 용어가 등장합니다.

00:01:03.001 --> 00:01:06.667

그 용어는 또 어떠한 의미로 우리가 받아들여야 할지

00:01:06.767 --> 00:01:10.425

그리고 불연속 스펙트럼,
그 불연속 스펙트럼 중에

00:01:10.525 --> 00:01:12.211

선스펙트럼이라는 게 있습니다.

00:01:12.311 --> 00:01:17.742

그 선스펙트럼이라는 건 어떤 것인지에
대해서 말씀을 드러나가도록 할게요.

00:01:17.842 --> 00:01:21.897

먼저 오늘 강의를 시작하기에
앞서서 여러분이

00:01:21.997 --> 00:01:25.949

도대체 이 스펙트럼이란 뭐냐를
먼저 익혀야 될 것 같아요.

00:01:26.049 --> 00:01:29.503

그래서 그 부분에 대한 이야기를
좀 시작하도록 하겠습니다.

00:01:29.603 --> 00:01:31.917

스펙트럼이란 뭐냐, 빛.

00:01:32.017 --> 00:01:35.828

우리가 소위 이야기하는
백색광이라고 부르는 이 빛을

00:01:35.928 --> 00:01:41.272

프리즘을 통과시키게 되면
빛이 짝 펼쳐지게 됩니다.

00:01:41.372 --> 00:01:46.117

빛이 짝 펼쳐진 걸
우리는 뭐라고 불러요?

00:01:46.217 --> 00:01:51.690

이걸 우리는 스펙트럼이라고
부러줍니다.

00:01:52.825 --> 00:01:58.870

이때 펼쳐지는데 빛이
들어와서 이렇게 나뉘지죠.

00:01:58.970 --> 00:02:03.588

왜 나뉘지느냐, 이게 꺾이는 정도가
다르기 때문에 나뉘지는 거거든요.

00:02:03.688 --> 00:02:07.617

왜 꺾이는 정도가 다르냐는
여기서 이야기하지 않습니다.

00:02:07.717 --> 00:02:09.542

여기서는 중요한 내용이 아니고요.

00:02:09.642 --> 00:02:15.284

여기서 중요한 건 프리즘을 통과한
빛이 펼쳐지는구나, 라는 걸

00:02:15.384 --> 00:02:18.803

여러분이 기억하셔야 되고
그 펼쳐진 모습을 우리는

00:02:18.903 --> 00:02:22.022

스펙트럼이라고 불러준다는 겁니다.

00:02:22.122 --> 00:02:27.265

이때 여러분은 중요한 물리적 표현을
몇 가지 기억을 하셔야 돼요.

00:02:27.365 --> 00:02:31.579

이 스펙트럼에 대해서는 우리가
뒤쪽에서 파동 배울 때

00:02:31.679 --> 00:02:35.500

전자기파 단원에서 굉장히
중요하게 다뤄질 내용이니까

00:02:35.600 --> 00:02:38.342

그때 다시 한번 강조를 하겠지만

00:02:38.442 --> 00:02:41.926

미리 한번 좀 짚고
넘어가도록 하겠습니다.

00:02:42.064 --> 00:02:46.414

빛은 우리가 눈으로
보이는 빛이 있습니다.

00:02:46.514 --> 00:02:49.840

이 눈으로 보이는
빛을 뭐라고 불러요?

00:02:49.940 --> 00:02:51.976

가시광선이라고 불러요.

00:02:52.076 --> 00:02:54.450

이 가시광선은 어떻게 되죠?

00:02:54.550 --> 00:02:57.866

우리가 소위 이야기하는
빨주노초파남보라고 표현합니다.

00:02:57.966 --> 00:03:06.881

그래서 빨주노초파남보 순서대로
빛이 이렇게 꺾여오게 되는 거죠.

00:03:06.981 --> 00:03:12.582

이 빨주노초파남보를
눈으로 볼 수 있는 빛이라고 해서

00:03:12.682 --> 00:03:16.593

가시광선이라고 불러줘요.

00:03:16.693 --> 00:03:17.476

문제없죠?

00:03:17.576 --> 00:03:22.077

이때 빨간색, 적색 바깥쪽에
위치하는 빛이 있어요.

00:03:22.177 --> 00:03:25.150

빨간색보다 좀 덜
꺾여오는 빛이 되겠죠?

00:03:25.250 --> 00:03:27.636
이 빨간색 바깥쪽에 위치하는 빛.

00:03:27.736 --> 00:03:31.698
빨간색보다 덜 꺾여오는
빛을 뭐라고 부르느냐,

00:03:31.798 --> 00:03:39.315
빨간색, 적색 바깥쪽에 있다 해서
우리는 적외선이라고 불러주고요.

00:03:39.415 --> 00:03:42.896
보라색, 자주색보다 좀 더
꺾여오는 빛이 있어요.

00:03:42.996 --> 00:03:48.090
그래서 보라색, 자주색 바깥쪽에
위치하는 빛이라고 해서

00:03:48.190 --> 00:03:52.302
자외선이라고 불러주죠.

00:03:52.402 --> 00:03:54.938
추가로 확인을 좀 하고 가겠습니다.

00:03:55.038 --> 00:03:57.404
여기서는 이 정도만
기억하고 계시면 되지만

00:03:57.504 --> 00:04:03.916
추가로 적외선보다 좀 덜
꺾여오는 빛이 있습니다.

00:04:04.016 --> 00:04:08.686
이 빛은 마이크로파라고 불러주고요.

00:04:08.786 --> 00:04:11.676
마이크로파보다 좀 덜
꺾여오는 빛이 있어요.

00:04:11.776 --> 00:04:16.388
그 빛은 전파라고 불러주게 되죠.

00:04:16.488 --> 00:04:19.453
자외선보다 더 꺾여오는
빛이 있어요.

00:04:19.553 --> 00:04:23.527
이 빛이 그 유명한
x-ray가 여기 있고요.

00:04:23.627 --> 00:04:26.280
x-ray보다 더
꺾여오는 빛이 있어요.

00:04:26.380 --> 00:04:30.168

그 빛이 바로 γ -ray라는
빛이 있습니다.

00:04:30.268 --> 00:04:43.606
그래서 이런 빛들을 우리는
통칭해서 전자기파라고 불러주고요.

00:04:43.706 --> 00:04:47.347
이 전자기파가 곧 빛입니다.

00:04:47.447 --> 00:04:50.065
빛과 전자기파는 같은 표현이에요.

00:04:50.165 --> 00:04:52.206
같은 말이야.

00:04:54.215 --> 00:04:58.672
여기서 한 가지 추가로 말씀을
드리고 넘어갈 건 뭐냐면

00:04:58.772 --> 00:05:03.703
이 전자기파, 빛이라고
부르는 애네들은

00:05:03.803 --> 00:05:05.378
다 날아가는 애들이죠?

00:05:05.478 --> 00:05:07.320
진행되어가는 애들입니다.

00:05:07.420 --> 00:05:10.983
애네들이 진행되어
가는 속도가 있겠죠?

00:05:11.083 --> 00:05:15.835
애네들이 진행되어갈 때
진공에서 날아가는 속도는

00:05:15.935 --> 00:05:18.889
모두 동일합니다.

00:05:18.989 --> 00:05:22.857
모두 같은 속도로 쪽
날아가고 있다.

00:05:22.957 --> 00:05:26.148
어디서? 진공에서 날아갈 때.

00:05:26.248 --> 00:05:29.306
그 부분을 여러분이 명확하게 좀
기억을 하고 계셔야 됩니다.

00:05:29.406 --> 00:05:33.840
여기서는 그냥 그렇게 넘겨도
저 뒤쪽 단원에서는

00:05:33.940 --> 00:05:36.083
굉장히 중요하게 다뤄질
내용이거든요.

00:05:36.183 --> 00:05:38.481

그래서 여러분이 좀 기억을
해두시면 좋을 것 같아요.

00:05:38.581 --> 00:05:42.150
이때 전파부터 γ -ray까지

00:05:42.250 --> 00:05:47.622
에너지들을 물리적 특성값으로
나눌 필요가 있습니다.

00:05:47.722 --> 00:05:50.475
에너지들은 물리적으로 어떤
특성을 갖고 있느냐,

00:05:50.575 --> 00:05:54.345
일단 우리는 적외선과
자외선을 비교하면

00:05:54.445 --> 00:05:59.253
에너지들이 어떠한 물리적 특성을 갖고
있는지를 좀 비교 판단할 수 있어요.

00:05:59.353 --> 00:06:04.735
자외선, 혹시 자외선은
어디다 썬먹는지 아세요?

00:06:04.835 --> 00:06:06.314
살균할 때 씬니다.

00:06:06.414 --> 00:06:12.125
우리 식당 같은 데 가면 컵 같은 거
보라색 빛 나는 곳에 넣어놓잖아요.

00:06:12.225 --> 00:06:15.569
바로 뭘 하고 있는 거냐,
살균을 하고 있는 거야.

00:06:15.669 --> 00:06:18.841
보라색으로 살균하고 있는
게 아니라 바로 자외선.

00:06:18.941 --> 00:06:24.120
보라색을 포함해서 자외선을
내보내고 있는 장치에

00:06:24.220 --> 00:06:26.187
컵 같은 걸 넣어놓고
있는 거거든요.

00:06:26.287 --> 00:06:31.779
그래서 이 자외선의 빛
에너지를 이용해서

00:06:31.879 --> 00:06:36.058
이 세균을 죽이는 일을
하게 되는 거죠.

00:06:36.158 --> 00:06:38.132
적외선은 어디다 썬먹게요?

00:06:38.232 --> 00:06:41.241

리모컨 같은 데 써먹습니다.

00:06:41.341 --> 00:06:45.017

또 적외선은 병원 가면
물리치료를 합니다.

00:06:45.117 --> 00:06:49.400

이 물리치료할 때 또
적외선을 쓰게 되죠.

00:06:49.500 --> 00:06:54.927

그래서 이때도 역시나 빨간색을 포함한
적외선을 내보내고 있습니다.

00:06:55.027 --> 00:07:01.575

왜냐하면 적외선만 내보내면 이게 작동되는
건지 안 되는 건지 헷갈리거든요.

00:07:01.675 --> 00:07:07.042

그래서 빨간색을 포함해서 물리 치료할
때 적외선 같은 걸 내보내고 있죠.

00:07:07.142 --> 00:07:09.331

그러면 여기서 우리가
기억해야 될 거.

00:07:09.431 --> 00:07:13.937

자외선의 에너지가 셸까요,
적외선의 에너지가 셸까요?

00:07:14.037 --> 00:07:17.704

자외선은 어디다 써먹는다고 그랬죠?
살균할 때 쓴다고요.

00:07:17.804 --> 00:07:20.347

세포를 죽이는 데 쓴다고요.

00:07:20.447 --> 00:07:23.485

적외선은 따뜻하게
하는 데 쓴다고요.

00:07:23.585 --> 00:07:27.129

당연히 에너지가 누가
더 강할 것 같아요?

00:07:27.229 --> 00:07:30.754

자외선이 적외선보다
에너지가 강합니다.

00:07:30.854 --> 00:07:32.327

그래서 여러분이 기억하셔야 될 거.

00:07:32.427 --> 00:07:36.157

아래쪽 빛일수록 에너지가 강하고요.

00:07:36.257 --> 00:07:40.269

위쪽 빛일수록 에너지가 약합니다.

00:07:40.369 --> 00:07:44.943

그래서 전파, 이 전파가 라디오파,
TV파, 핸드폰 수신파.

00:07:45.043 --> 00:07:47.440
이런 것들을 전파라고 부르거든요.

00:07:47.540 --> 00:07:50.430
애네들은 우리가 맞는다고 해서,

00:07:50.530 --> 00:07:53.017
공중에 떠다니고 있는
라디오파 맞는다고 해서

00:07:53.117 --> 00:07:55.661
문제 될 거 없잖아요.

00:07:55.761 --> 00:07:57.300
x-ray는 어때요?

00:07:57.400 --> 00:07:59.071
이거 에너지가 굉장히 강해요.

00:07:59.171 --> 00:08:00.945
자외선보다 에너지가 강해요.

00:08:01.045 --> 00:08:05.847
그래서 여러분, 뼈 사진 찍을 때
x-ray 촬영을 하는데

00:08:05.947 --> 00:08:08.545
그때 보면 어떻게 촬영해요?

00:08:08.645 --> 00:08:14.407
x-ray를 내 몸에 쬐줄 때 징~
이렇게 x-ray를 쬐주지 않고요.

00:08:14.507 --> 00:08:17.780
찍, 이렇게 쬐줍니다.

00:08:17.880 --> 00:08:24.053
x-ray가 내 몸을
통과하게 쬐지 않고 찍.

00:08:32.622 --> 00:08:34.984
잠깐 내 몸을 통과하라고.

00:08:35.084 --> 00:08:39.598
에너지가 너무 강하니까 이 강한 에너지가
내 몸을 오랫동안 통과하게 되면

00:08:39.698 --> 00:08:41.223
문제가 발생하거든요.

00:08:41.323 --> 00:08:46.406
그래서 짧게 지나가라고 찍
쬐주고 끝나는 거죠.

00:08:46.506 --> 00:08:48.994
임산부들 x-ray 촬영하게
되어있어, 안 돼 있어?

00:08:49.094 --> 00:08:50.694
안 돼 있어, 왜?

00:08:50.794 --> 00:08:55.394

에너지가 너무 강해서 임신부
안에 들어있는 태아에게

00:08:55.494 --> 00:09:01.464

해로운 영향을 주기 때문에 임신부는
x-ray 촬영을 못 하게 되어있는 거죠.

00:09:01.564 --> 00:09:03.995

그래서 아래쪽일수록
에너지가 강하다.

00:09:04.095 --> 00:09:06.043

위쪽일수록 에너지가 약하다.

00:09:06.143 --> 00:09:07.813

반드시 기억하고 계셔야 되고요.

00:09:07.913 --> 00:09:11.607

그러면 이 에너지는 도대체
뭐에 의해서 표현되어질까.

00:09:11.707 --> 00:09:13.849

11강에서도 제가 말씀을 드렸듯이

00:09:13.949 --> 00:09:16.087

빛은 떨리면서 가는 애예요.

00:09:16.187 --> 00:09:21.250

이 떨리면서 가는 애는 frequency,
진동수라는 게 있습니다.

00:09:21.350 --> 00:09:23.469

상식적으로 한번 생각해보겠습니다.

00:09:23.569 --> 00:09:28.829

에너지가 강한 애가 많이 떨릴까요,
에너지가 약한 애가 많이 떨릴까요?

00:09:28.929 --> 00:09:32.842

많이 떨리는 애가 있고 조금
떨리는 애가 있다고 봅시다.

00:09:32.942 --> 00:09:39.015

많이 떨리면서 가는 애가
에너지가 강할까요,

00:09:39.115 --> 00:09:41.312

조금 떨리면서 가는
애가 에너지가 강할까.

00:09:41.412 --> 00:09:44.736

누가 더 에너지가 강할 거 같아요?

00:09:44.836 --> 00:09:48.896

많이 떨리는 애가 적게 떨리는
애보다 에너지가 강합니다.

00:09:48.996 --> 00:09:55.864

그래서 아래쪽일수록 진동수(f),

떨리는 횡수가 크다고 표현하고요.

00:09:55.964 --> 00:09:59.997

위쪽일수록 진동수,
떨리는 횡수가 작다.

00:10:00.097 --> 00:10:05.069

따라서 아래쪽일수록 많이
떨리면서 가는 애고요.

00:10:05.169 --> 00:10:09.115

위쪽일수록 조금 떨리면서
가는 애입니다.

00:10:09.215 --> 00:10:11.167

속도는 똑같고요.

00:10:11.267 --> 00:10:15.219

그래서 많이 떨리면서 가고
적게 떨리면서 가는 거죠.

00:10:15.319 --> 00:10:26.566

이때 떨리면서 가면 이 볼록 솟고
볼록 솟은 간격이 존재해요.

00:10:26.666 --> 00:10:32.014

이 간격의 길이를 뭐라고
부르기로 했느냐,

00:10:32.114 --> 00:10:34.830

파장이라고 부르기로 했고요.

00:10:34.930 --> 00:10:37.844

문자로는 (λ)라고 표현합니다.

00:10:37.944 --> 00:10:41.543

그래서 아래쪽 빛일수록
파장이 짧고요.

00:10:41.643 --> 00:10:47.198

위쪽 빛일수록 파장이 길다는
특징을 갖게 됩니다.

00:10:47.298 --> 00:10:50.634

그래서 여기서 우리가 추가로 하나
기억해야 될 건 바로 뭐냐,

00:10:50.734 --> 00:10:56.191

빛에너지는 바로 뭐에 의해서
결정이 된다는 거야?

00:10:56.291 --> 00:11:01.324

진동수에 비례하고
파장에는 반비례한다는 걸

00:11:01.424 --> 00:11:02.860

여러분이 기억하고 계셔야 돼요.

00:11:02.960 --> 00:11:14.448

그래서 빛에너지는 바로
진동수에 비례하고

00:11:14.548 --> 00:11:19.181
그리고 파장에는 반비례한다는
특징을 갖게 되고요.

00:11:19.281 --> 00:11:23.984
수치적으로 정확하게 표현하면
빛에너지를 표현할 때

00:11:24.084 --> 00:11:26.819
우리는 어떻게 표현하느냐,

00:11:26.919 --> 00:11:30.532
상숫값(h) 곱하기
진동수(f)로 표현합니다.

00:11:30.632 --> 00:11:34.360
이 h 값을 우리는 플랑크
상수라고 불러요.

00:11:34.460 --> 00:11:40.311
이 플랑크라는 사람이 알아냈다고
해서 플랑크라는 이름을 붙여줬죠.

00:11:40.411 --> 00:11:43.590
어쨌든 이 플랑크라는 사람도
노벨물리학상 수상자거든요.

00:11:43.690 --> 00:11:47.262
어쨌든 빛에너지는
 $h \cdot f$ 로 표현한다.

00:11:47.362 --> 00:11:52.022
여기서 여러분이 중요하게 기억해야
될 건 진동수에 비례한다.

00:11:52.122 --> 00:11:56.401
이때 진동수는 떨리는 횟수에
의해서 뭐가 달라져요?

00:11:56.501 --> 00:11:58.553
파장이 달라집니다.

00:11:58.653 --> 00:12:00.173
간격이 달라집니다.

00:12:00.273 --> 00:12:01.004
어때요?

00:12:01.104 --> 00:12:04.372
얘는 진동수가 클수록
파장이 짧아요.

00:12:04.472 --> 00:12:08.321
진동수가 작을수록 파장이 길어요.

00:12:08.421 --> 00:12:13.163
그래서 이걸 어떻게든 표현하느냐,
이렇게든 표현합니다.

00:12:13.263 --> 00:12:15.659

선생님, 왜 이렇게
공식이 바뀌나요?

00:12:15.759 --> 00:12:18.475

이거는 뒤쪽에서
다뤄지는 내용이고요.

00:12:18.575 --> 00:12:25.107

여기 수준에서는 진동수에 비례하고
과장에는 반비례한다는 거 정도로만

00:12:25.207 --> 00:12:28.743

여러분이 기억하시면
될 것 같습니다.

00:12:28.843 --> 00:12:32.175

이렇게 빛의 표현이 나타나 진다.

00:12:32.275 --> 00:12:38.918

빛에너지는 진동수에 비례하고 과장에
반비례하는 값을 갖는다는 걸

00:12:39.018 --> 00:12:42.731

기억해두시길 바랍니다.

00:12:42.831 --> 00:12:48.063

그러면 이 내용을 바탕으로 우리는
이제 어떤 내용을 시작할 거냐,

00:12:48.163 --> 00:12:54.046

바로 보어의 원자 모형에 대한 내용을
시작해 나가보도록 하겠습니다.

00:12:54.146 --> 00:12:59.280

앞서서도 말씀을 드렸듯이 러더퍼드
원자 모형의 문제점이 있었어요.

00:12:59.380 --> 00:13:02.327

바로 어떤 문제점이 있었어요?

00:13:02.427 --> 00:13:04.869

가운데 원자핵이 존재하고

00:13:04.969 --> 00:13:14.495

그 주변에 전자가 뱅글뱅글
돌고 있다고 표현을 했는데

00:13:14.595 --> 00:13:20.069

러더퍼드 원자 모형의 문제점은
전자들이 뱅글뱅글 돌기 위해서는

00:13:20.169 --> 00:13:22.922

힘으로 잡아당겨 지는
힘이 있어야 되고

00:13:23.022 --> 00:13:28.240

그 잡아당겨 지는 힘은 당연히 애가
애를 잡아당겨 지는 힘이잖아요?

00:13:28.340 --> 00:13:33.831

그 잡아당겨 지는 전기력에

의해서 뱅글뱅글 돌고 있다.

00:13:33.931 --> 00:13:38.572

그러면 이 전기력에 의해서
뱅글뱅글 돌게 되면

00:13:38.672 --> 00:13:41.725

결과적으로는 가속도
운동을 하게 되는 거고

00:13:41.825 --> 00:13:44.538

그 가속도 운동에 의해서

00:13:44.638 --> 00:13:48.896

전자기파가 발생해야 된다는
문제점이 발생한다고 그랬습니다.

00:13:48.996 --> 00:13:54.058

사실은 이 원운동을 한다고 해서 무조건
에너지 손실이 있는 건 아니거든요.

00:13:54.158 --> 00:13:58.348

그런데 전자가 가속도
운동을 하기 위해서는

00:13:58.448 --> 00:14:02.682

반드시 에너지의 소모가
있어야만 합니다.

00:14:02.782 --> 00:14:07.197

이거에 대해서는 우리가 여기서는
설명드리기 좀 곤란한 내용이에요.

00:14:07.297 --> 00:14:12.136

뒤쪽에서 이 안테나, 이런 내용들을
제가 또 언급할 기회가 있을 거거든요.

00:14:12.236 --> 00:14:15.137

그때 좀 말씀을
드리도록 하겠습니다.

00:14:15.237 --> 00:14:20.752

어쨌든 전자가 원운동을 한다는
건 가속도 운동을 한다는 거고

00:14:20.852 --> 00:14:24.140

전자가 가속도 운동을 하기 위해서는

00:14:24.240 --> 00:14:29.228

바로 전자기파의 방출이
있어야 한다는 거 정도로만

00:14:29.328 --> 00:14:32.762

기억을 해두시면 될 것 같아요.

00:14:32.862 --> 00:14:38.831

그렇다면 이 러더퍼드의 원자 모형으로는
이게 설명이 안 되는 거죠.

00:14:38.931 --> 00:14:43.504

이렇게 뱅글뱅글 돌기 위해서는 바로

전자기파의 방출이 있어야 되고

00:14:43.604 --> 00:14:47.402

그 전자기파의 방출에 의해서
전자가 뱅글뱅글 돌다가

00:14:47.502 --> 00:14:50.637

원자핵과 충돌해서
소멸해버려야 되는데

00:14:50.737 --> 00:14:55.450

우리를 구성하고 있는 원자는 그
자체로 오랫동안 유지되고 있으니까

00:14:55.550 --> 00:14:59.872

결국 러더퍼드의 원자 모형으로는 그
이유를 설명할 수 없게 되는 거죠.

00:14:59.972 --> 00:15:05.563

그래서 러더퍼드의 원자 모형의
문제점이 발생하게 됩니다.

00:15:05.663 --> 00:15:07.300

그런데 또 한 가지가 있었어요.

00:15:07.400 --> 00:15:12.330

바로 뭐냐면, 이런 현상이 또 하나
과학자들 사이에서 발견됩니다.

00:15:12.430 --> 00:15:17.613

어떤 현상이냐, 여기
지금 기체가 있어요.

00:15:17.713 --> 00:15:22.444

이 기체에 내가 빛을 넣어줍니다.

00:15:22.544 --> 00:15:26.680

그런데 이 빛은 어떤 빛이냐,

00:15:26.826 --> 00:15:36.226

이 빛을 프리즘에 넣어서 보면
빨주노초파남보가 펼쳐지는 빛.

00:15:36.326 --> 00:15:39.853

이런 빛을 기체에 넣어주는 겁니다.

00:15:39.953 --> 00:15:45.767

이렇게 빨주노초파남보를 모두
연속적으로 갖고 있는 빛을

00:15:45.867 --> 00:15:47.874

기체에 넣어주는 거야.

00:15:47.974 --> 00:15:52.501

이 빛을 프리즘을 통과시키면
이렇게 짝 펼쳐지는 거고요.

00:15:52.601 --> 00:15:57.607

빨주노초파남보가 끊김 없이
짝 펼쳐지는 스펙트럼을

00:15:57.707 --> 00:15:59.733

우리는 무슨 스펙트럼이라고
부르느냐,

00:15:59.833 --> 00:16:05.678

연속 스펙트럼이라고 불러줍니다.

00:16:05.778 --> 00:16:13.390

어쨌든 이 연속 스펙트럼을 갖는
빛을 기체에 통과시켜요.

00:16:13.490 --> 00:16:15.935

그러면 빛이 빠져나오겠죠?

00:16:16.035 --> 00:16:22.880

이 빛을 다시 프리즘을
통과시켜서 펼쳤더니

00:16:22.980 --> 00:16:32.189

어떤 현상이 일어나느냐, 이 빛의
중간중간이 끊기는 일이 발생합니다.

00:16:32.289 --> 00:16:39.852

이 그림을 보면 중간중간이
끊겨지는 위치가 발생하죠.

00:16:39.952 --> 00:16:46.985

이렇게 중간중간이 끊기는 스펙트럼을
우리는 뭐라고 부르기로 했느냐,

00:16:47.085 --> 00:16:51.426

바로 흡수 스펙트럼이라고
부르기로 했습니다.

00:16:51.526 --> 00:16:55.234

왜 흡수 자가 붙었을까요?

00:16:55.334 --> 00:16:59.064

빛의 일부를 바로 이 기체가

00:16:59.164 --> 00:17:05.379

흡수했다, 먹었다는 의미의
흡수 스펙트럼입니다.

00:17:05.479 --> 00:17:13.775

그래서 빨주노초파남보를 비롯한
모든 빛에너지가 포함된 빛을

00:17:13.875 --> 00:17:21.218

기체에 넣어줬더니 이 기체가 이
빛에너지의 일부를 흡수하고

00:17:21.318 --> 00:17:25.185

남은 것만 나오고
있구나, 라는 거고요.

00:17:25.285 --> 00:17:28.970

그리고 이 기체를 또
쳐다보고 있으면

00:17:29.070 --> 00:17:35.838

이 기체에서 빛이
스멀스멀 빠져나오거든요.

00:17:35.938 --> 00:17:40.501
이 빛이 빠져나오고 있는데 이
스멀스멀 빠져나오는 빛을

00:17:40.601 --> 00:17:47.534
다시 프리즘에 통과시켰더니
어떤 현상이 관측되느냐,

00:17:47.634 --> 00:17:50.846
이 스펙트럼에서 아까
먹힌 위치 있죠?

00:17:50.946 --> 00:17:54.999
이 먹힌 위치에 해당하는 곳에서만

00:17:55.099 --> 00:18:01.204
빛이 다시 방출되고 있더라,
라는 것을 발견하게 됩니다.

00:18:01.304 --> 00:18:04.202
바로 이런 스펙트럼이 이 기체에서

00:18:04.302 --> 00:18:08.694
스멀스멀 빠져나오는 빛을
프리즘을 통과시켰더니

00:18:08.794 --> 00:18:11.384
이런 스펙트럼으로 관찰된다는 거죠.

00:18:11.484 --> 00:18:19.420
그래서 이렇게 중간중간만 나오는
스펙트럼을 우리는 뭐라고 부르느냐,

00:18:19.520 --> 00:18:24.814
방출 스펙트럼이라고 불러줍니다.

00:18:27.153 --> 00:18:29.803
또는 이 스펙트럼을
뭐라고 부르느냐,

00:18:29.903 --> 00:18:38.350
선으로만 보인다고 해서
선스펙트럼이라고도 불러줍니다.

00:18:38.450 --> 00:18:46.020
어쨌든 이 방출 스펙트럼은 기체가
먹었던 것을 내보내고,

00:18:46.120 --> 00:18:50.133
스스로 내보내고 있기 때문에
나타나는 현상이구나, 라는 걸

00:18:50.233 --> 00:18:52.019
우리가 미루어 짐작할 수 있겠죠.

00:18:52.119 --> 00:19:02.288
보시면 먹었던 위치에서 정확하게
내보내지고 있다는 걸 알게 되는 거죠.

00:19:02.388 --> 00:19:07.080

그런데 너무나도 신기한
건 기체의 종류마다

00:19:07.180 --> 00:19:13.928

먹는 위치가 정해져 있고 방출되는
위치도 정해져 있다는 겁니다.

00:19:14.028 --> 00:19:18.064

그래서 특정 기체면 먹는
위치가 항상 정해지고요.

00:19:18.164 --> 00:19:21.207

그 위치를 항상 내보내더라.

00:19:21.307 --> 00:19:26.302

그래서 우리는 이 기체가
무슨 기체인지를 아는 방법에

00:19:26.402 --> 00:19:27.681

바로 뭐가 있느냐,

00:19:27.781 --> 00:19:32.550

먹는 위치를 보거나
내보내는 위치를 보면

00:19:32.650 --> 00:19:38.162

이 기체가 무슨 기체인지를
알 수 있게 되는 거죠.

00:19:38.262 --> 00:19:42.624

그래서 이런 방법으로
우리는 뭘 알게 됐냐면,

00:19:42.724 --> 00:19:49.096

바로 태양이 어떤 기체로
이루어져 있는지를 알게 됩니다.

00:19:49.196 --> 00:19:53.148

사실 우리는 태양
근처도 못 가봤어요.

00:19:53.248 --> 00:19:57.978

태양이 너무 뜨겁다 보니까
태양에게 인공위성을 띄우잖아요?

00:19:58.078 --> 00:20:04.276

그러면 인공위성이 태양 근처를 가다가
그냥 녹아서 없어져 버려요.

00:20:04.376 --> 00:20:06.753

그래서 우리는 수성도
제대로 못 가봤어요.

00:20:06.853 --> 00:20:09.669

그런데 그 뜨거운 태양을
어떻게 가봤겠어.

00:20:09.769 --> 00:20:15.066

그런데 우리는 태양이 어떤 기체로

이루어져 있는지 알고 있습니다.

00:20:15.166 --> 00:20:18.942
어떤 방법으로 알고 있느냐,

00:20:19.637 --> 00:20:22.749
여기 지금 태양이 있어요.

00:20:24.228 --> 00:20:28.364
그러면 태양에서 지금 빛이
이렇게 나오고 있거든요.

00:20:28.464 --> 00:20:32.229
태양에서 빛이 방출되고 있습니다.

00:20:32.329 --> 00:20:38.981
이 태양에서 만들어진 이
빛은 연속 스펙트럼입니다.

00:20:39.081 --> 00:20:47.022
아까 보여드렸던 이 스펙트럼이
태양에서 만들어져서 나오고 있습니다.

00:20:47.122 --> 00:20:53.423
그런데 문제는 뭐냐, 이 태양이
기체로 둘러싸여 있다는 거죠.

00:20:53.523 --> 00:20:56.968
태양이 이렇게 기체로
둘러싸여 있습니다.

00:20:57.068 --> 00:20:59.513
태양을 둘러싸고 있는
기체가 있잖아.

00:20:59.613 --> 00:21:08.640
그래서 이 태양에서
만들어진 빛이 나오는데

00:21:08.740 --> 00:21:19.172
이 나오는 빛이 태양을 둘러싸고
있는 기체를 통과해서 나와요.

00:21:19.272 --> 00:21:23.926
그래서 태양을 둘러싸고
있는 기체를 통과하는

00:21:24.026 --> 00:21:30.817
이 빛을 스펙트럼으로 관찰했더니
어떤 스펙트럼으로 보이느냐,

00:21:30.917 --> 00:21:35.632
아까 보였던 이런 흡수 스펙트럼이
나오더라는 겁니다.

00:21:35.732 --> 00:21:42.942
그런데 이 흡수 스펙트럼에 끊기는
위치가 정확히 뭐와 일치하느냐,

00:21:43.042 --> 00:21:54.463
바로 수소기체와 헬륨기체에 의해서 끊기는

위치와 정확히 일치하는 거야.

00:21:54.563 --> 00:21:58.038

그래서 과학자들은 뭘
알아내게 됐느냐,

00:21:58.138 --> 00:22:00.976

태양을 둘러싸고 있는 기체가

00:22:01.076 --> 00:22:05.591

수소와 헬륨이구나, 라는 걸
알 수 있게 되는 거죠.

00:22:05.691 --> 00:22:08.986

그래서 우리는 저 멀리 있는 별들이

00:22:09.086 --> 00:22:11.739

어떤 기체로 이루어져
있는지도 알고 있어요,

00:22:11.839 --> 00:22:13.573

가보지도 못했는데.

00:22:13.673 --> 00:22:21.015

바로 그 별에서부터 오는 빛을
스펙트럼으로 분석해보고 아는 거죠.

00:22:21.115 --> 00:22:24.412

분석했더니 이 위치에서 끊겨.

00:22:24.512 --> 00:22:26.981

그러면 이 위치에서 끊긴다는 건

00:22:27.081 --> 00:22:33.422

이런 기체가 들어있는 거야,
라는 걸 알 수 있게 된 거죠.

00:22:33.522 --> 00:22:39.297

바로 이런 방법들이 스펙트럼 분석을
통해서 판단할 수 있다는 겁니다.

00:22:39.397 --> 00:22:45.705

그러면 아까도 말씀을 드렸던 이
흡수 스펙트럼과 방출 스펙트럼이

00:22:45.805 --> 00:22:53.885

결국 기체를 구성하고 있는 원자,
원소에 의해서 결정이 되는데

00:22:53.985 --> 00:22:58.787

이 끊기는 위치가 기체의 종류.

00:22:58.887 --> 00:23:04.209

기체를 구성하고 있는 원자의
종류마다 다른 이유를

00:23:04.309 --> 00:23:08.700

러더퍼드 원자 모형으로는
설명할 수가 없다는 겁니다.

00:23:08.800 --> 00:23:12.479

러더퍼드 원자 모형에 의하면.

00:23:12.579 --> 00:23:18.695

다시 또 한 번 말씀을 드리면 러더퍼드 원자 모형은 원자핵이 존재하고요.

00:23:18.795 --> 00:23:32.565

그 주변에 전자가 존재하는데 이 전자가 아무 곳에서나 존재할 수 있다고 봤어요.

00:23:32.665 --> 00:23:41.360

이 전자가 원자핵 주변 아무 곳에서나 존재하면서 뱅글뱅글 돌 수 있다.

00:23:41.460 --> 00:23:52.161

따라서 이 전자가 에너지 방출에 의해서 떨어지면서 빛을 만들어낸다면

00:23:52.261 --> 00:23:55.516

그 빛은 모든 빛, 아무 빛이나

00:23:55.616 --> 00:24:01.313

다 만들어낼 수 있을 거야, 라고 결론을 내릴 수 있다는 거죠.

00:24:01.413 --> 00:24:06.359

결국 러더퍼드 원자 모형으로는 특정 빛 에너지만을 흡수하고

00:24:06.459 --> 00:24:12.208

특정 빛 에너지만을 방출하는 스펙트럼을 만들어내는 이유가

00:24:12.308 --> 00:24:13.678

설명이 안 되는 거야.

00:24:13.778 --> 00:24:20.232

러더퍼드 원자 모형에서는 방출되는 빛의 스펙트럼이

00:24:20.332 --> 00:24:27.780

그 원자에 의해서 구성되어있는 기체가 방출하는 스펙트럼이

00:24:27.880 --> 00:24:33.481

모든 빛을 가지고 있는 연속 스펙트럼 형태의 빛이어야 되는데

00:24:33.581 --> 00:24:37.275

실제로 관찰되는 빛의 스펙트럼은

00:24:37.375 --> 00:24:42.224

중간중간이 끊겨있는 스펙트럼이다, 라는 거죠.

00:24:42.324 --> 00:24:48.409

그래서 러더퍼드 원자 모형으로는 설명이 안 됐다는 겁니다.

00:24:48.509 --> 00:24:51.779

그래서 누가?

00:24:52.982 --> 00:25:00.475
보어가 이 문제점을 해결하고자 새로운
원자 모형을 제안하게 됩니다.

00:25:00.575 --> 00:25:05.028
그래서 보어가 제안한 원자
모형은 어떤 원자 모형이나,

00:25:05.128 --> 00:25:05.866
똑같아요.

00:25:05.966 --> 00:25:11.964
러더퍼드 원자 모형인데, 러더퍼드처럼
가운데에는 원자핵이 존재하고

00:25:12.064 --> 00:25:18.774
그 주변에는 전자들이
존재하는데 러더퍼드는

00:25:18.874 --> 00:25:26.275
그 원자핵 주변에 존재하는 전자들이
아무 곳에서나 존재한다고 봤는데요.

00:25:26.375 --> 00:25:31.203
보어는 뭐라고 표현했느냐, 원자핵
주변에 존재하는 전자들이

00:25:31.303 --> 00:25:34.785
아무 곳에서나 존재할 수 없다.

00:25:34.885 --> 00:25:44.706
전자들이 존재할 수 있는 궤도가 이미
결정되어있다는 표현을 사용합니다.

00:25:44.806 --> 00:25:47.459
그래서 이 표현을 우리는
뭐라고 부르느냐,

00:25:47.559 --> 00:25:52.951
전자가 존재할 수 있는
궤도가 정해져 있다.

00:25:53.051 --> 00:25:55.476
값이 정해져 있다.

00:25:55.576 --> 00:26:03.558
아무 곳에서나 존재할 수 없고
정해진 곳에서만 존재한다는 의미로

00:26:03.658 --> 00:26:05.527
우리는 이것을 뭐라고 부르느냐,

00:26:05.627 --> 00:26:09.176
양자화라고 불러줍니다.

00:26:09.276 --> 00:26:17.153
양=값이, 자=정해진 놈이다,
라는 뜻의 양자화예요.

00:26:17.253 --> 00:26:19.158

이거 굉장히 중요한 표현입니다.

00:26:19.258 --> 00:26:22.645
원자핵 속에는 전자들이 존재하는데

00:26:22.745 --> 00:26:27.748
그 전자들은 양자화되어있다고
표현을 하는 거죠.

00:26:27.848 --> 00:26:34.383
양이 정해진, 값이 정해진
곳에서만 존재한다는 의미고요.

00:26:34.483 --> 00:26:43.145
이 양자화와 똑같은 표현이 뭐냐,
바로 불연속이라는 표현입니다.

00:26:43.245 --> 00:26:48.923
아무 곳에서나 존재할 수 없고
특정 궤도에서만 존재하기 때문에

00:26:49.023 --> 00:26:54.247
바로 연속적인 값을 못 갖고 연속적으로
아무 곳에서나 존재할 수 없고

00:26:54.347 --> 00:26:55.106
불연속적.

00:26:55.206 --> 00:27:00.437
띄엄띄엄 하게 존재할 수
있다는 의미의 불연속.

00:27:00.537 --> 00:27:05.494
그런 의미의 양자화라고
불러주게 됩니다.

00:27:05.594 --> 00:27:08.494
이때 궤도가 정해져 있다고 그랬죠?

00:27:08.594 --> 00:27:14.345
궤도가 정해짐으로써 또 뭐도
정해진다고 표현을 하느냐,

00:27:14.445 --> 00:27:20.107
전자가 가질 수 있는 에너지도
정해져 있다고 표현하게 돼요.

00:27:20.207 --> 00:27:26.055
그래서 원자핵 속에 들어있는
전자의 궤도가 정해져 있고

00:27:26.155 --> 00:27:30.115
그 궤도가 가질 수 있는
에너지도 정해져 있다.

00:27:30.215 --> 00:27:33.129
그래서 그 에너지를 우리는
뭐라고 부르기로 했느냐,

00:27:33.229 --> 00:27:34.801
이것도 굉장히 중요한 표현입니다.

00:27:34.901 --> 00:27:40.682
바로 에너지 준위라고 불러줍니다.

00:27:40.782 --> 00:27:44.159
그래서 보어의 원자 모형의
핵심은 바로 뭐냐,

00:27:44.259 --> 00:27:47.255
양자화되어있다, 라는 의미고요.

00:27:47.355 --> 00:27:52.486
이 양자화 되어있다는 의미는
불연속적이다, 라는 것을 뜻하고

00:27:52.586 --> 00:27:56.845
뭐가 정해진 거냐,
궤도가 정해져 있고

00:27:56.945 --> 00:28:02.186
에너지값이 정해져있다는
의미가 되는 거죠.

00:28:02.286 --> 00:28:04.793
그래서 궤도가 정해져
있다고 그랬죠?

00:28:04.893 --> 00:28:09.721
그 정해진 궤도에 넘버를
붙일 수 있다고 했고요.

00:28:09.821 --> 00:28:14.988
그래서 그 궤도의 넘버를 우리는
뭐라고 부르기로 했느냐,

00:28:15.088 --> 00:28:19.123
양자수라고 부르기로 했고요.

00:28:19.223 --> 00:28:22.450
기호로는 n 이라고 표현을 합니다.

00:28:22.550 --> 00:28:25.765
이 n 은 number의
이니셜이 아니야.

00:28:25.865 --> 00:28:27.981
그냥 n 이라고 표현하기로 한 거야.

00:28:28.081 --> 00:28:36.298
그래서 원자 속에 존재하는 전자의
첫 번째 궤도, 첫 번째 양자수를 1.

00:28:36.398 --> 00:28:39.655
두 번째 궤도,
두 번째 양자수를 2.

00:28:39.755 --> 00:28:43.012
세 번째 궤도,
세 번째 양자수를 3.

00:28:43.112 --> 00:28:45.693

네 번째 궤도,
네 번째 양자수를 4.

00:28:45.793 --> 00:28:50.449
이렇게 넘버링을 해주게
되는 거였죠.

00:28:50.549 --> 00:28:54.130
이렇게 보어의 원자 모형에 의하면

00:28:54.230 --> 00:29:01.485
원자 속에 존재하는 전자들의 궤도,
에너지 준위가 정해져 있다.

00:29:01.585 --> 00:29:05.183
이때 보어는 또 어떤
결론도 내리게 되냐면

00:29:05.283 --> 00:29:12.126
그 궤도에 해당하는 에너지 값을
표현하는 수식도 알아내게 됩니다.

00:29:12.226 --> 00:29:17.642
바로 뭘 이용하게 되느냐,
수소 원자를 이용해서.

00:29:17.742 --> 00:29:27.810
수소 원자의 경우 그 에너지
값이 어떻게 된다고 표현하느냐,

00:29:27.910 --> 00:29:33.020
양자수가 n번째 궤도의
에너지는 바로 n^2 .

00:29:33.120 --> 00:29:40.690
궤도 넘버 양자수의 궤도 넘버의
제곱분의 13.6eV.

00:29:40.790 --> 00:29:50.390
마이너스가 붙은 13.6eV의 에너지
값을 갖는다고 표현을 하게 되는 거죠.

00:29:50.490 --> 00:29:52.771
이 공식은 여러분이 외우고
있을 게 아니야.

00:29:52.871 --> 00:29:55.314
이거는 공식을 외우지
않아도 상관없습니다.

00:29:55.414 --> 00:29:59.975
어쨌든 보어는 원자 속에 들어있는

00:30:00.075 --> 00:30:08.122
전자의 궤도, 에너지준위가 정해져
있다고 표현했다는 겁니다.

00:30:08.222 --> 00:30:14.058
그래서 첫 번째 궤도의 에너지,
두 번째 궤도의 에너지,

00:30:14.158 --> 00:30:20.074
세 번째 궤도의 에너지, 네 번째 궤도의 에너지를 표현할 수 있게 됐던 거죠.

00:30:20.174 --> 00:30:26.394
첫 번째 궤도의 에너지는 -13.6의 에너지를 가질 거고

00:30:26.494 --> 00:30:32.378
두 번째 궤도의 에너지는 여기다 2를 넣으면 4로 나눠주면 되잖아요?

00:30:32.478 --> 00:30:37.851
그러면 -3.4 정도의 에너지를 가질 거고

00:30:37.951 --> 00:30:41.744
세 번째 궤도의 에너지는 여기다 9를 넣어주면 되잖아요?

00:30:41.844 --> 00:30:46.884
그러면 -1.5 정도의 에너지를 가질 거고

00:30:46.984 --> 00:30:50.085
네 번째 궤도의 에너지는 여기다 4를 넣으면 되잖아요?

00:30:50.185 --> 00:30:58.200
그러면 -0.8 정도의 에너지를 가질 거다, 라고 표현할 수 있게 되는 거죠.

00:30:58.300 --> 00:31:00.570
여기서 여러분이 주목해볼 건 뭐냐,

00:31:00.670 --> 00:31:11.522
바로 궤도 넘버가 올라갈수록 에너지값은 증가한다는 겁니다.

00:31:11.622 --> 00:31:17.264
여기서 이야기하는 마이너스는 실제로 0 이하를 뜻하는 마이너스예요.

00:31:17.364 --> 00:31:19.431
방향을 의미하는 마이너스가 아니라

00:31:19.531 --> 00:31:22.345
0 이하의 숫자를 의미하는 마이너스거든요.

00:31:22.445 --> 00:31:26.560
그래서 이렇게 마이너스 값으로 표현되고요.

00:31:26.660 --> 00:31:33.610
그래서 전자의 에너지 준위에 제일 큰 값은 얼마인 거냐,

00:31:33.710 --> 00:31:36.197
0으로 표현을 하게 됩니다.

00:31:36.297 --> 00:31:40.925

전자의 에너지 준위에
제일 큰 값은 0이다.

00:31:41.025 --> 00:31:46.390

이래서 이런 원자 모형을
가정하게 되는 거죠.

00:31:46.490 --> 00:31:50.012

그런데 이 보어의 원자 모형의
문제점이 하나 있어요.

00:31:50.112 --> 00:31:51.688

바로 뭐냐면,

00:31:51.788 --> 00:31:54.410

이 보어의 원자 모형의
가장 큰 문제점은

00:31:54.510 --> 00:31:57.630

앞서서도 말씀드릴듯이
원자 속에 들어있는

00:31:57.730 --> 00:32:01.768

전자가 양자화되어있다고
표현했잖아요?

00:32:01.868 --> 00:32:03.829

값이 정해져 있다고 그랬죠?

00:32:03.929 --> 00:32:07.729

궤도도 정해져 있고
에너지값들도 정해져 있습니다.

00:32:07.829 --> 00:32:10.234

그게 왜 정해져 있어야 하느냐.

00:32:10.334 --> 00:32:12.654

이건 보어가 설명을 못 합니다.

00:32:12.754 --> 00:32:16.612

왜 그런지는 모르지만,
값이 정해진 거로 하자.

00:32:16.712 --> 00:32:20.499

이게 바로 보어의 핵심이었습니다.

00:32:20.599 --> 00:32:28.631

그러면 이렇게 값이 정해진 거로 하면
뭘 설명할 수 있기 때문인 거냐,

00:32:28.731 --> 00:32:31.824

첫 번째 궤도에 전자가
있었다고 칩시다.

00:32:31.924 --> 00:32:34.736

그러면 이 첫 번째
궤도에 있던 전자가

00:32:34.836 --> 00:32:46.503

두 번째 궤도로 자리를 옮기려면

에너지를 어떻게 해야 됩니까?

00:32:46.603 --> 00:32:47.990
높여야 됩니다.

00:32:48.090 --> 00:32:52.450
에너지를 높여야만 두 번째
궤도로 올라갈 수가 있어요.

00:32:52.550 --> 00:32:56.962
그러면 어떤 방법으로 두 번째
궤도로 올라갈 수가 있을까요?

00:32:57.062 --> 00:32:59.100
에너지를 흡수하면 됩니다.

00:32:59.200 --> 00:33:04.901
작은 에너지에서 큰 에너지로
가려면 흡수하면 돼요.

00:33:05.001 --> 00:33:10.811
그러면 뭐로 흡수하느냐,
바로 빛에너지를 먹는 거죠.

00:33:10.911 --> 00:33:14.927
빛에너지를 먹어서 에너지를 흡수해서

00:33:15.027 --> 00:33:20.445
높은 궤도로 올라갈 수
있다고 본 겁니다.

00:33:21.431 --> 00:33:27.424
그래서 보어의 원자 모형으로
뭘 설명할 수 있게 되느냐,

00:33:27.524 --> 00:33:30.712
앞서서도 말씀드릴듯이
스펙트럼이 있으면

00:33:30.812 --> 00:33:34.335
특정 기체를 통과한 빛의 스펙트럼은

00:33:34.435 --> 00:33:37.903
중간중간이 끊어져 있잖아요?

00:33:38.003 --> 00:33:39.641
이 끊어졌다는 건 뭐야?

00:33:39.741 --> 00:33:44.559
이 끊어진 위치에 해당하는
빛에너지를 기체가 먹은 거죠?

00:33:44.659 --> 00:33:45.853
누가 먹은 거야?

00:33:45.953 --> 00:33:53.146
기체 안에 들어있는 원자 속
전자가 빛에너지를 먹어서

00:33:53.246 --> 00:33:57.416
바로 높은 궤도로 올라갔구나, 라는

결 알 수 있게 되는 겁니다.

00:33:57.516 --> 00:34:02.968
결국 여기에 있던 전자가
두 번째 궤도로 자리를 옮기려면

00:34:03.068 --> 00:34:08.367
에너지를 높여야 되고 에너지를
높일 때 빛의 특정 값.

00:34:08.467 --> 00:34:14.110
얼마 값? 그 에너지 준위의
차이 값을 흡수한 거죠.

00:34:14.210 --> 00:34:17.831
결국 이 에너지 준위의 차는
지금 얼마입니까? 10.2죠?

00:34:17.931 --> 00:34:23.552
결국 여기에 있던
전자가 빛에너지 중에

00:34:23.652 --> 00:34:29.724
10.2를 먹고 두 번째
궤도로 올라갔기 때문에

00:34:29.824 --> 00:34:33.637
10.2가 빠진 거다,
라고 본 겁니다.

00:34:33.737 --> 00:34:40.701
만약에 첫 번째 궤도에 있던 전자가
세 번째 궤도로 올라가려면

00:34:40.801 --> 00:34:45.012
빛에너지 얼마를 먹으면 될까요?

00:34:45.112 --> 00:34:47.703
12.1을 먹으면 되겠죠.

00:34:47.803 --> 00:34:54.351
그러면 이 빛에너지 중에 12.1을
먹고 첫 번째 궤도에 있던 전자가

00:34:54.451 --> 00:34:57.583
세 번째 궤도로 올라갈
수 있게 되는 거죠.

00:34:57.683 --> 00:35:03.251
결국 12.1의
에너지가 빠졌다는 건

00:35:03.351 --> 00:35:08.570
첫 번째 궤도에 있던 전자가
세 번째 궤도로 올라가는데

00:35:08.670 --> 00:35:12.865
먹었구나, 라고 우리가
알 수 있게 된다는 거죠.

00:35:13.831 --> 00:35:19.072

마찬가지로 그러면
두 번째 궤도에 있던 전자가

00:35:19.172 --> 00:35:22.683
세 번째 궤도로 올라가려면
어떻게 해야 될까요?

00:35:22.783 --> 00:35:25.047
역시나 빛에너지를 먹어야 돼요.

00:35:25.147 --> 00:35:27.722
그러면 얼마의 빛에너지를
먹어야 돼요?

00:35:27.822 --> 00:35:33.298
이 값과 이 값의 에너지준위
차만큼을 먹는다는 겁니다.

00:35:33.398 --> 00:35:36.275
그러면 이 에너지 준위 차는 얼마입니까?
1.9죠?

00:35:36.375 --> 00:35:39.759
그러면 1.9를 먹고
세 번째 궤도로 올라갔구나.

00:35:39.859 --> 00:35:45.943
즉 이 스펙트럼 빛 에너지 중에
1.9의 에너지를 빨아먹고

00:35:46.043 --> 00:35:51.651
애가 세 번째로 올라가는 데 썼구나, 라는
걸 우리가 판단할 수 있게 된다고요.

00:35:51.751 --> 00:35:54.188
그런데 여기서 너무
신기한 건 바로 뭐냐,

00:35:54.288 --> 00:36:00.061
전자가 존재할 수 있는 궤도의
에너지가 정해져 있다 그랬죠.

00:36:00.161 --> 00:36:04.283
따라서 이 전자들이
자리바꿈을 할 때는.

00:36:04.383 --> 00:36:08.412
우리는 전자가 자리바꿈하는
걸 뭐라고 부르느냐,

00:36:08.512 --> 00:36:12.993
궤도 전이라고 불러요.

00:36:13.133 --> 00:36:15.054
그런데 자리바꿈을 하려면

00:36:15.154 --> 00:36:22.441
무조건 궤도 에너지 준위
차만큼만을 먹어야 됩니다.

00:36:22.541 --> 00:36:25.697

예를 들어서 이렇게
한번 생각해봅시다.

00:36:25.797 --> 00:36:33.966
내가 이 전자한테 10.4의
에너지를 줘요.

00:36:34.066 --> 00:36:36.690
그러면 애는 지금
에너지가 얼마예요?

00:36:36.790 --> 00:36:38.068
-13.6이죠?

00:36:38.168 --> 00:36:42.766
-13.6인데 10.4를
애가 먹잖아.

00:36:42.866 --> 00:36:47.306
그러면 애가 -13.6인데 10.4를
먹으면 에너지가 얼마가 돼요?

00:36:47.406 --> 00:36:49.098
3.2가 되죠.

00:36:49.198 --> 00:36:52.864
그런데 3.2의 에너지
준위가 있어요, 없어요?

00:36:52.964 --> 00:36:54.016
없어요.

00:36:54.116 --> 00:36:56.589
그러면 애는 아예 안 먹어요.

00:36:56.689 --> 00:36:57.750
너무 신기하죠?

00:36:57.850 --> 00:37:04.698
무조건 딱 궤도 에너지 준위 차에
해당하는 것만을 먹는다는 겁니다.

00:37:04.798 --> 00:37:10.658
그거보다 조금이라도 더 많거나
부족하면 아예 먹질 않습니다.

00:37:10.758 --> 00:37:17.226
무조건 궤도 에너지 준위 차에
해당하는 것만을 먹는다.

00:37:17.326 --> 00:37:22.410
그거 이상도 이하도
안 먹는다는 겁니다.

00:37:22.510 --> 00:37:24.123
그래서 이렇게 오해하면 안 돼.

00:37:24.223 --> 00:37:34.623
10.4를 먹으면 3.2가 되니까 10.4를
먹고 다시 0.1을 내보낸 다음에

00:37:34.723 --> 00:37:36.320
여기로 가면 되는 거 아닌가요?

00:37:36.420 --> 00:37:38.443
그런 일은 일어나지 않는다고요.

00:37:38.543 --> 00:37:43.445
무조건 딱 맞는
에너지만을 먹는다고요.

00:37:43.545 --> 00:37:46.545
그러면 또 하나 여러분이
기억하셔야 될 건 바로 뭐냐,

00:37:46.645 --> 00:37:54.601
그러면 여기에 있던 전자가 예를 들어서
10.2를 먹고 여기로 올라가 있습니다.

00:37:54.701 --> 00:37:57.560
그러면 여기에 있는 애는
계속 여기에 있을 것이냐,

00:37:57.660 --> 00:37:58.925
아니라는 겁니다.

00:37:59.025 --> 00:38:04.082
여기에 있는 애는 어떻게든 다시
아래쪽으로 내려가고 싶어요.

00:38:04.182 --> 00:38:07.699
에너지가 낮은 상태로
가고 싶어 합니다.

00:38:07.799 --> 00:38:12.670
자연은 에너지가 낮은
상태를 좋아해요.

00:38:12.770 --> 00:38:14.234
사실은 우리도 그래요.

00:38:14.334 --> 00:38:17.170
우리도 에너지가 낮은
상태를 좋아해요.

00:38:17.270 --> 00:38:19.428
서 있으면 앉고 싶어요.

00:38:19.528 --> 00:38:21.790
앉고 있으면 눕고 싶어요.

00:38:21.890 --> 00:38:24.955
눕고 싶으면 펴지고
싶어요, 그렇지요?

00:38:25.055 --> 00:38:31.415
자꾸 에너지가 낮은 상태로
가고 싶어 한다고요.

00:38:31.515 --> 00:38:35.069
이게 자연적으로 너무
당연한 일이라는 거죠.

00:38:35.169 --> 00:38:38.820

그래서 자연은 에너지가 낮은 상태를 좋아합니다.

00:38:38.920 --> 00:38:43.177

에너지가 낮은 상태가 안정된 상태거든요.

00:38:43.277 --> 00:38:50.977

그래서 높은 궤도에 있던 전자는 어떻게든 아래쪽으로 내려가려고 하겠죠.

00:38:51.077 --> 00:38:54.415

그런데 이때도 여러분이 기억하셔야 될 건 이겁니다.

00:38:54.515 --> 00:38:56.083

바로 높은 궤도에 있어요.

00:38:56.183 --> 00:38:59.998

첫 번째 궤도에 있던 전자가 10.2를 먹고

00:39:00.098 --> 00:39:03.097

두 번째 궤도 에너지 3.4로 올라가 있어요.

00:39:03.197 --> 00:39:08.548

그런데 아래쪽이 비어있으면 애는 다시 아래쪽으로 내려갑니다.

00:39:08.648 --> 00:39:11.575

그러면 애가 아래쪽으로 내려갈 때는 어떻게 해야 될까요?

00:39:11.675 --> 00:39:17.633

다시 궤도 에너지 준위 차만큼을 내보내야 됩니다.

00:39:17.733 --> 00:39:23.219

에너지가 -3.4였다가 더 낮은 상태로 가려면 에너지를 내보내야 될 거 아니야.

00:39:23.319 --> 00:39:28.220

그 내보내는 에너지도 역시나 정확히 뭐와 일치해요?

00:39:28.320 --> 00:39:33.672

궤도 에너지 준위 차와 일치한다는 겁니다.

00:39:33.772 --> 00:39:36.430

그래서 여기서 설명이 되는 거죠.

00:39:36.530 --> 00:39:41.468

이런 논리라면 전자가 먹는 에너지.

00:39:41.568 --> 00:39:46.844

전자가 내보내는 에너지 값들이 정확히 일치하게 되는 거죠.

00:39:46.944 --> 00:39:50.498

먹은 만큼 내보내고
먹은 만큼 내보내고.

00:39:50.598 --> 00:40:00.766

먹으면 올라가고 내보내면 내려오고
먹으면 올라가고 내보내면 내려오고.

00:40:00.866 --> 00:40:04.779

그런데 이때 먹는 에너지
값과 내보내는 에너지 값은

00:40:04.879 --> 00:40:07.664

무조건 일치할 수밖에 없죠, 왜?

00:40:07.764 --> 00:40:11.985

먹는 에너지와 내보내는 에너지가
무조건 뭐와 일치하니까?

00:40:12.085 --> 00:40:17.901

궤도 에너지 준위 차와 일치하니까.

00:40:18.001 --> 00:40:25.277

그래서 앞서 보여드렸던 이
스펙트럼이 설명되어지는 겁니다.

00:40:25.377 --> 00:40:29.785

바로 먹는 위치, 끊긴
위치는 왜 발생했어요?

00:40:29.885 --> 00:40:34.911

기체를 구성하고 있는 원소의 전자가

00:40:35.011 --> 00:40:38.350

그 특정 에너지
값들만을 먹은 거죠.

00:40:38.450 --> 00:40:42.088

개네가 먹고 있다가 빛이
더 이상 안 들어오면

00:40:42.188 --> 00:40:47.309

다시 안정된 궤도로 가기
위해서 아래쪽으로 떨어지면서

00:40:47.409 --> 00:40:53.348

원래 있던 상태로 떨어지면서 그 먹었던
에너지만큼을 내보내게 되는 겁니다.

00:40:53.448 --> 00:41:03.036

결국 먹는 위치와 내보내는 위치는 정확히
궤도 에너지 준위 차와 일치한다.

00:41:03.136 --> 00:41:06.479

이거를 여러분이
기억하고 계셔야 돼요.

00:41:06.579 --> 00:41:10.941

이때 여러분이 또 하나 중요하게
기억해야 될 용어는 바로 뭐냐,

00:41:11.041 --> 00:41:16.873

제일 아래쪽 궤도, 바닥
궤도를 뭐라고 부르느냐,

00:41:16.973 --> 00:41:20.580

바닥 상태라고 불러주고요.

00:41:20.680 --> 00:41:30.045

그리고 그것보다 에너지가 높은 궤도를
들뜬상태라고 불러주게 됩니다.

00:41:32.138 --> 00:41:36.492

그래서 이렇게 에너지
준위 차에 의해서

00:41:36.592 --> 00:41:39.271

빛에너지를 흡수하거나 내보내는구나.

00:41:39.371 --> 00:41:42.442

결과적으로 여러분이 또 하나
중요하게 기억해야 될 거.

00:41:42.542 --> 00:42:01.068

결국 궤도 전이에 의해서 발생하는
빛에너지는 $hf=h*\lambda$ 분의 C는

00:42:01.168 --> 00:42:03.735

정확히 뭐와 일치한다고요?

00:42:03.835 --> 00:42:11.517

궤도 에너지 준위
차와 일치한다고요.

00:42:11.617 --> 00:42:17.536

높은 궤도의 에너지에서 낮은
궤도의 에너지 차이 값이

00:42:17.636 --> 00:42:24.586

바로 흡수하거나
방출되어지는 빛에너지이다.

00:42:26.669 --> 00:42:32.396

이 이론을 바탕으로 결국 보어는

00:42:32.496 --> 00:42:41.148

흡수 스펙트럼과 방출 스펙트럼을
설명할 수 있게 됐던 거였습니다.

00:42:41.248 --> 00:42:44.533

그럼에도 불구하고
문제점이 있다고 그랬죠?

00:42:44.633 --> 00:42:46.914

앞서서도 말씀드렸듯이 어떤
문제점이 있다고 그랬어?

00:42:47.014 --> 00:42:48.187

설명이 안 돼.

00:42:48.287 --> 00:42:50.219

왜 그런지는 모르는 거야.

00:42:50.319 --> 00:42:58.448

왜 궤도 에너지가 궤도와
특정 궤도 에너지 준위에서만

00:42:58.548 --> 00:43:03.973

전자들이 존재해야만
하는지는 보어는 몰랐어요.

00:43:04.073 --> 00:43:08.167

그냥 그런 거로 하니까
설명이 되어졌던 거죠.

00:43:08.267 --> 00:43:11.650

또 하나, 이렇게
설명되어질 수 있는.

00:43:11.750 --> 00:43:15.741
아까도 말씀드렸던 이런 에너지.

00:43:15.841 --> 00:43:21.662

사실은 보어가 이 에너지
값을 알아내게 됐던 방법은

00:43:21.762 --> 00:43:24.127

바로 역학적 방법이었던 거예요.

00:43:24.227 --> 00:43:30.105

전기력을 이용한, 힘을 이용한,

00:43:30.205 --> 00:43:33.755

역학적인 방법을 이용한
에너지 값으로

00:43:33.855 --> 00:43:38.944

이 수소의 에너지 준위
값을 유도해냈었습니다.

00:43:39.044 --> 00:43:41.681

그런데 이게 수소에만
적용이 되고요.

00:43:41.781 --> 00:43:45.092

다른 원소에는 적용이
되지 않는 거야.

00:43:45.192 --> 00:43:51.012

무슨 말이나면, 수소에서는 이런
방법으로 에너지 준위를 구하고

00:43:51.112 --> 00:43:55.969

이런 방법으로 궤도 전이에
의한 에너지를 표현하는 거에

00:43:56.069 --> 00:44:02.317

전혀 문제점이 없는데 수소 이외의 기체는
이런 방법으로는 설명이 안 되는 겁니다.

00:44:02.417 --> 00:44:04.798

그래서 새로운 방법이

또 필요했던 거죠.

00:44:04.898 --> 00:44:10.739

그 새로운 방법을 알아내는 데
기여했던 과학자들이 있어요.

00:44:10.839 --> 00:44:20.287

바로 드브로이, 파울리, 슈뢰딩거.

00:44:22.145 --> 00:44:28.558

이런 사람들의 업적에 의해서 어떤
원자 모형이 등장하게 되냐면,

00:44:28.658 --> 00:44:32.673

오비탈 원자 모형이
등장하게 됩니다.

00:44:32.773 --> 00:44:36.352

이 오비탈 원자 모형이라는
건 뭐냐, 이걸 참고야.

00:44:36.452 --> 00:44:39.311

시험 문제에 나오는 건 아니야.

00:44:39.411 --> 00:44:41.067

오비탈 원자 모형이란 뭐냐,

00:44:41.167 --> 00:44:47.041

원자 속에 전자들이 입자로
존재하는 게 아니라

00:44:47.141 --> 00:44:52.579

파동적으로 분포해있다고
표현을 합니다.

00:44:52.679 --> 00:44:54.504

표현이 좀 어렵죠?

00:44:54.604 --> 00:44:57.298

그렇기 때문에 우리가
여기서 배우진 않아요.

00:44:57.398 --> 00:45:06.580

어쨌든 원자 속에 전자들이 특정 궤도에서
특정 입자로 존재하는 게 아니라

00:45:06.680 --> 00:45:10.028

파동학적으로 분포되어있는 거다.

00:45:10.128 --> 00:45:13.324

에너지값을 가지면서 분포되어있다.

00:45:13.424 --> 00:45:20.325

그 이유를 슈뢰딩거라는 사람이 파동
함수라는 것을 이용해서 설명하게 되고요.

00:45:20.425 --> 00:45:26.341

그런 이론을 바탕으로 오비탈
원자 모형을 만들어내게 됩니다.

00:45:26.441 --> 00:45:31.159

이 오비탈 원자 모형이 현대
원자 모형이다, 라고 불러주죠.

00:45:31.259 --> 00:45:35.568
안타까운 건 여전히 원자
모형이라는 겁니다.

00:45:35.668 --> 00:45:38.602
왜 모형 자가 붙을 수밖에
없는지 거듭 말씀드렸죠?

00:45:38.702 --> 00:45:42.326
절대로 볼 수가 없기
때문에 이런 거로 하면

00:45:42.426 --> 00:45:47.793
다 설명할 수 있어, 라는
뜻의 원자 모형인 거죠.

00:45:47.893 --> 00:45:52.285
그래서 오늘날에는 원자
속에 들어있는 전자가

00:45:52.385 --> 00:46:00.514
확률적으로 분포해있다고 표현하지
특정한 궤도 안에 입자로서 존재한다.

00:46:00.614 --> 00:46:02.373
이런 표현은 쓰지 않습니다.

00:46:02.473 --> 00:46:09.345
그럼에도 불구하고 우리는
이건 배우지 않으니까

00:46:09.445 --> 00:46:17.634
보어의 원자 모형의 관점에서만 여러분이
좀 이해하고 넘기시면 될 것 같아요.

00:46:17.734 --> 00:46:21.805
그러면 이러한 내용으로
바탕으로 여러분과 함께

00:46:21.905 --> 00:46:24.274
가볍게 문제를 좀 풀어보고요.

00:46:24.374 --> 00:46:28.777
기출 문제들도 좀 해결해
나가보도록 하겠습니다.

00:46:28.877 --> 00:46:35.006
먼저 수소 선스펙트럼을 통해서
알 수 있는 사실을 알아봅시다.

00:46:35.106 --> 00:46:40.792
보시면 일단 이 스펙트럼을 딱 보면
여러분은 뭘 판단할 수 있어야 되느냐,

00:46:40.892 --> 00:46:44.740
이쪽은 빨간색, 이쪽은
보라색, 자주색.

00:46:44.840 --> 00:46:57.662
따라서 이쪽일수록 에너지가 작다,
진동수가 작다, 파장이 길다.

00:46:57.762 --> 00:47:04.775
이쪽일수록 에너지가 크다, 진동수가
크다, 파장이 짧다, 라는 걸

00:47:04.875 --> 00:47:06.540
알고 있어야 되고요.

00:47:06.640 --> 00:47:09.191
이거보다 더 중요한 거
또 하나가 있어요.

00:47:09.291 --> 00:47:13.358
바로 뭐냐, 사실은 이게
시험 문제에 나온다면

00:47:13.458 --> 00:47:19.244
빨주노초파남보의 색깔이
시험 문제에는 없잖아.

00:47:19.344 --> 00:47:22.866
그런데 그걸 알 수 있는
방법이 있습니다, 바로 뭐냐,

00:47:22.966 --> 00:47:27.768
빨간색, 보라색 쪽에
간격이 어떠냐.

00:47:27.868 --> 00:47:32.714
이 간격이 빨간색 쪽은
간격이 띄엄띄엄하고요.

00:47:32.814 --> 00:47:37.201
보라색 쪽으로 갈수록
간격이 촘촘합니다.

00:47:37.301 --> 00:47:40.372
이게 왜 이러느냐,
아까 전에 보여드렸던

00:47:40.472 --> 00:47:43.932
보어의 원자 모형의 에너지
준위 값을 보세요.

00:47:44.032 --> 00:47:47.002
바로 어떤 특징을 갖고 있느냐,

00:47:47.102 --> 00:47:54.200
궤도 넘버 양자수가 커지면 커질수록
에너지값이 커지는 건 맞는데

00:47:54.300 --> 00:47:57.833
그 커지는 정도는 점점
작아진다는 거죠.

00:47:57.933 --> 00:48:01.726
궤도 넘버가 올라갈수록
에너지가 커지는 건 맞아요.

00:48:01.826 --> 00:48:10.684

그런데 커지는 정도는 점점 작아지는 특징을 갖습니다.

00:48:10.784 --> 00:48:17.550

왜? n^2 에 반비례하고 $-n^2$ 에 반비례하기 때문이거든요.

00:48:17.650 --> 00:48:22.433

그러다 보니까 예를 들어서 첫 번째 궤도에서 흡수하는 에너지가

00:48:22.533 --> 00:48:27.076

처음에는 이만큼이었다가 그다음에는 이만큼, 그다음에는 이만큼,

00:48:27.176 --> 00:48:31.276

그다음에는 이만큼, 그다음에는 이만큼.

00:48:31.376 --> 00:48:37.825

분명히 에너지값이 커지긴 커지는데 커지는 정도가 점점 작아지는 거죠.

00:48:37.925 --> 00:48:43.458

그래서 보시면 바로 이렇게 되는 거죠?

00:48:43.558 --> 00:48:50.408

에너지가 커지긴 커지는데 커지는 정도는 점점 작아지게 되는 거죠.

00:48:50.508 --> 00:48:54.205

그래서 앞서 보여드렸던 이 스펙트럼에서 마찬가지로?

00:48:54.305 --> 00:49:00.287

빨간색 쪽에서 보라색 쪽으로 갈수록 간격이 점점 촘촘해집니다.

00:49:00.387 --> 00:49:03.021

에너지가 이쪽으로 갈수록 커지죠?

00:49:03.121 --> 00:49:06.521

커지지만 커지는 정도가 작아지다 보니까.

00:49:06.621 --> 00:49:10.542

궤도 에너지 준위의 차가 작아지다 보니까

00:49:10.642 --> 00:49:18.195

흡수하는 에너지의 차이 값도 점점 작아지게 된다는 거죠.

00:49:18.295 --> 00:49:19.457

에너지가 커져.

00:49:19.557 --> 00:49:23.650

에너지가 커지는 건 맞지만

커지는 정도가 작아진다고.

00:49:23.750 --> 00:49:25.287
무슨 말인지 이해하셨죠?

00:49:25.387 --> 00:49:31.506
그래서 보라색 쪽일수록 촘촘하고
빨간색 쪽일수록 뜬문뜬문하다.

00:49:31.606 --> 00:49:38.361
그것도 바로 이 스펙트럼을 통해서
확인할 수 있는 사실인 겁니다.

00:49:38.461 --> 00:49:42.450
그래서 보어의 원자 모형이
타당성이 있구나, 라는 거죠.

00:49:42.550 --> 00:49:48.338
누구에 한해서? 수소에 한해서만
적용이 된다는 거예요.

00:49:48.438 --> 00:49:50.442
두 번째 문제입니다.

00:49:50.542 --> 00:49:53.290
멀리 떨어져 있는 별의 구성물질.

00:49:53.390 --> 00:49:54.880
이거 아까 말씀드렸던 거죠?

00:49:54.980 --> 00:49:55.983
바로 뭐예요?

00:49:56.083 --> 00:49:57.375
끓인 위치.

00:49:57.475 --> 00:50:01.730
흡수선의 위치 또는
방출선의 위치를 이용해서

00:50:01.830 --> 00:50:04.428
어떤 기체에 의해서 흡수됐구나.

00:50:04.528 --> 00:50:09.356
어떤 기체에 의해서 방출되고
있구나를 알 수 있기 때문입니다.

00:50:09.456 --> 00:50:14.715
특정 원소가 정해져 있으면
그 원소가 먹거나

00:50:14.815 --> 00:50:21.432
내보내는 에너지 값도
정해져 있다는 거죠.

00:50:21.532 --> 00:50:23.272
그래서 쉽게 이야기하면 원소마다

00:50:23.372 --> 00:50:27.847
에너지 준위 값이 다르게
나타나 있는 겁니다.

00:50:27.947 --> 00:50:30.974
아까도 말씀드렸던 거예요.

00:50:31.074 --> 00:50:36.726
태양 스펙트럼을 정확하게
선스펙트럼으로 보려면

00:50:36.826 --> 00:50:41.404
바로 지구 바깥에서
관찰해야 됩니다.

00:50:41.504 --> 00:50:43.207
왜일까요?

00:50:43.307 --> 00:50:52.439
지구가 있으면 지구도
뒤로 둘러싸여 있어요?

00:50:52.539 --> 00:50:54.141
대기로 둘러싸여 있습니다.

00:50:54.241 --> 00:50:59.348
따라서 태양 빛 에너지가 이렇게
들어오면 어떻게 돼요?

00:50:59.448 --> 00:51:04.485
이 태양 빛이 지구 기체를
통과해서 들어옵니다.

00:51:04.585 --> 00:51:09.851
지구 기체를 통과하는 동안 지구
기체가 역시나 어떻게 해요?

00:51:09.951 --> 00:51:15.637
태양 빛 일부의 에너지를
빨아먹게 되는 거죠.

00:51:15.737 --> 00:51:19.808
그래서 끊기는 위치가 훨씬
더 많아지게 됩니다.

00:51:19.908 --> 00:51:24.336
산소에 의해서도, 질소에
의해서도 끊길 거 아니야.

00:51:24.436 --> 00:51:29.007
그러면 이 산소에 의해서 끊기고
질소에 의해서 끊긴 게

00:51:29.107 --> 00:51:32.214
태양을 둘러싸고 있는
기체에 의해서 끊긴 건지

00:51:32.314 --> 00:51:36.044
지구를 둘러싸고 있는 기체에 의해서
끊긴 건지를 알 수가 없죠.

00:51:36.144 --> 00:51:40.275
그래서 우주 공간에서
스펙트럼을 분석해야

00:51:40.375 --> 00:51:45.409

제대로 된 태양 빛의 흡수
스펙트럼을 관찰해낼 수 있다.

00:51:45.509 --> 00:51:49.427

그런 이유 때문이라는 겁니다.

00:51:49.527 --> 00:51:54.443

이렇게 해서 개념확인 문제들
가볍게 해결해봤고요.

00:51:54.543 --> 00:51:58.688

그러면 이제 기출 문제로
들어가 보도록 하겠습니다.

00:51:58.788 --> 00:52:01.768

지금까지 배웠던 이
내용들이 기출 문제에서는

00:52:01.868 --> 00:52:05.713

어떻게 출제됐었는지를 좀
확인해보도록 할게요.

00:52:05.813 --> 00:52:09.138

일단 보어의 수소 원자
모형이 등장합니다.

00:52:09.238 --> 00:52:13.767

원자 모형은 무조건 고등학교 교육
과정에서는 보어로만 나오는 거야.

00:52:13.867 --> 00:52:17.899

선생님, 헬륨, 나트륨
애네들은 어떻게 되나요?

00:52:17.999 --> 00:52:18.945

산소는 어떻게 되나요?

00:52:19.045 --> 00:52:20.504

이런 거 기억할 필요는 없어요.

00:52:20.604 --> 00:52:22.935

수소로만 기억하시면 됩니다.

00:52:23.035 --> 00:52:29.561

보어는 수소 원자 모형으로 이런
원자의 구조를 갖고 있어야 돼.

00:52:29.661 --> 00:52:31.470

이렇게 제안했기 때문에.

00:52:31.570 --> 00:52:32.900

그러면 보도록 하겠습니다.

00:52:33.000 --> 00:52:36.450

원자핵과 전자 사이에는 쿨롱
법칙을 따르는 힘이 작용한다.

00:52:36.550 --> 00:52:37.360

당연히 뭐예요?

00:52:37.460 --> 00:52:40.927

쿨롱의 법칙의 힘이 뭐였어요?

00:52:41.027 --> 00:52:45.239

11장에서 배웠죠? 전기력입니다.

00:52:45.339 --> 00:52:48.779

플러스와 마이너스 사이에
작용하는 힘이죠.

00:52:48.879 --> 00:52:52.966

원자핵은 당연히 전기적으로
플러스를 가지고 있고요.

00:52:53.066 --> 00:52:58.670

물론 수소는 플러스가 하나로만
구성되어있는 원자핵을 가지고 있지만.

00:52:58.818 --> 00:53:02.632

그리고 전자는 마이너스니까
플러스와 마이너스 사이에는

00:53:02.732 --> 00:53:05.419

당연히 전기력이 작용합니다.

00:53:05.519 --> 00:53:07.428

그래서 γ 보기 맞는 표현이고요.

00:53:07.528 --> 00:53:11.095

n , 전자가 첫 번째인
궤도에 있을 때

00:53:11.195 --> 00:53:13.395

전자의 에너지가 가장 크다.

00:53:13.495 --> 00:53:15.240

아니죠? 궤도 넘버.

00:53:15.340 --> 00:53:18.987

양자수가 커지면
커질수록 어떻다고요?

00:53:19.087 --> 00:53:23.600

에너지값도 커진다고
말씀을 드렸습니다.

00:53:23.700 --> 00:53:26.147

그래서 n 은 틀렸어요.

00:53:26.247 --> 00:53:28.471

첫 번째 궤도는 바닥 상태입니다.

00:53:28.571 --> 00:53:33.271

에너지가 가장 낮은 상태입니다.

00:53:34.068 --> 00:53:43.410

n , 전자가 세 번째 궤도에서 두 번째
궤도로 전이하려면 어떻게 될까요?

00:53:43.510 --> 00:53:46.885

높은 궤도에 있다가
낮은 궤도로 가려면

00:53:46.985 --> 00:53:51.274
높은 에너지를 갖고 있다가 낮은
에너지로 가려면 어떻게 돼요?

00:53:51.374 --> 00:53:53.854
에너지를 내보내야 됩니다.

00:53:53.954 --> 00:53:56.630
빛에너지를 내보내야 되죠.

00:53:56.730 --> 00:53:59.557
그래서 ㄷ번 보기는 틀렸습니다.

00:53:59.657 --> 00:54:07.235
흡수가 아니라 방출을 해야 낮은
궤도로 옮겨갈 수 있다고요.

00:54:07.335 --> 00:54:08.343
어렵지 않죠?

00:54:08.443 --> 00:54:11.870
가볍게 여러분이 문제를 해결할
수 있었을 것 같고요.

00:54:11.970 --> 00:54:14.828
두 번째 문제 보도록 하겠습니다.

00:54:14.928 --> 00:54:19.606
두 번째 문제를 봤더니 지금
에너지 준위가 나와 있고요.

00:54:19.706 --> 00:54:24.457
그 에너지 준위에 전자의 궤도
전이하는 모습이 지금 나와 있습니다.

00:54:24.557 --> 00:54:31.826
그거에 의해서 방출 스펙트럼과
흡수 스펙트럼이 나왔다고 되어있고

00:54:31.926 --> 00:54:33.109
문제에 뭐라고 되어있어요?

00:54:33.209 --> 00:54:40.904
스펙트럼선 b는 γ 에
의해서 나타난다.

00:54:41.004 --> 00:54:42.800
여기서 여러분이
확인해볼 수 있는 거.

00:54:42.900 --> 00:54:46.695
이쪽일수록 파장이 길고
이쪽일수록 파장이 짧아요.

00:54:46.795 --> 00:54:53.591
즉 이쪽일수록 에너지가 작고
이쪽일수록 에너지가 크다는 것을

00:54:53.691 --> 00:54:56.180

여러분이 판단할 수
있어야 되는 겁니다.

00:54:56.280 --> 00:55:06.676

결국 b 는 이 궤도에너지 준위 차에 해당하는
빛에너지를 방출하고 있는 상황이죠.

00:55:06.776 --> 00:55:11.906

높은 궤도에서 낮은 궤도로 옮겨오고
있으니까 방출되고 있는 상황이고요.

00:55:12.006 --> 00:55:14.568

그러면 그거보다 이거는 어떻습니까?

00:55:14.668 --> 00:55:16.248

에너지가 더 크겠죠?

00:55:16.348 --> 00:55:18.245

그러면 애가 바로 뭐인 거야?

00:55:18.345 --> 00:55:19.887

이게 되는 거고요.

00:55:19.987 --> 00:55:26.421

이 다섯 번째에서 두 번째로 떨어지는
애가 바로 뭐가 되는 거야?

00:55:26.521 --> 00:55:28.183

a 가 되는 거죠.

00:55:28.283 --> 00:55:34.408

결국 a 는 이거,
이거는 b 인 거죠.

00:55:34.508 --> 00:55:39.042

내보내는 빛에너지와 흡수하는
빛에너지는 똑같죠?

00:55:39.142 --> 00:55:44.254

왜? 궤도 에너지 준위 차만큼을
흡수하거나 내보내니까.

00:55:44.354 --> 00:55:46.491

결국 이거는 뭐니까?

00:55:46.591 --> 00:55:48.471

이게 바로 뭐가 되는 거야?

00:55:48.571 --> 00:55:51.063

여기가 되는 거고요.

00:55:51.163 --> 00:55:52.926

⊙이 뭐가 되는 겁니까?

00:55:53.026 --> 00:55:56.718

⊙이 바로 c 가 되겠군요.

00:55:56.818 --> 00:55:59.269

그리고 이걸 바로 뭐가 돼요?

00:55:59.369 --> 00:56:04.966
d가 되겠구나, 라는 걸 우리가
또 판단할 수 있게 되는 거죠.

00:56:05.066 --> 00:56:08.014
내보낸 만큼 먹는다고요.

00:56:08.114 --> 00:56:10.926
먹는 것과 내보내는 게
똑같다고요, 왜?

00:56:11.026 --> 00:56:15.319
궤도 에너지 준위 차만큼을
먹거나 내보내니까.

00:56:15.419 --> 00:56:22.290
그러면 여기서는 이만큼을 우리는 먹거나
내보내겠구나, 라는 걸 알 수 있죠.

00:56:22.390 --> 00:56:26.883
γ, 광자 한 개의 에너지는
a에서 b에서보다 크다.

00:56:26.983 --> 00:56:33.889
a랑 b, 에너지 준위는 당연히
파장이 짧은 애가 크죠.

00:56:33.989 --> 00:56:35.207
그래서 맞는 표현이고요.

00:56:35.307 --> 00:56:38.808
c는 어디에 해당해요?

00:56:38.908 --> 00:56:40.560
㉠에 해당하는 게 맞죠?

00:56:40.660 --> 00:56:44.540
이 두 번째 거니까,
가운데에 있는 애.

00:56:44.640 --> 00:56:46.623
그러니까 ㉡ 보기 맞고요.

00:56:46.723 --> 00:56:49.314
㉢, d, 애는 뭘니까?

00:56:49.414 --> 00:56:59.487
세 번째에서 두 번째로 궤도 전이를
하면서 흡수하는 빛에너지인 거죠?

00:56:59.587 --> 00:57:05.219
그래서 d에 해당하는
빛에너지는 뭐가 됩니까?

00:57:05.319 --> 00:57:09.719
hf는 바로 뭐가 되는 거야?

00:57:09.819 --> 00:57:13.094
세 번째와 두 번째의
에너지 차라는 겁니다.

00:57:13.194 --> 00:57:16.739

세 번째와 두 번째의
에너지 차가 되는 거죠.

00:57:16.839 --> 00:57:19.171

그래서 진동수는 뭐가 돼요?

00:57:19.271 --> 00:57:24.373

h 분의 E_3-E_2 가 된다는 거죠.

00:57:24.473 --> 00:57:27.726

그래서 이거를 정답으로
바꾸려면 어떻게 돼요?

00:57:27.826 --> 00:57:34.707

$f=h$ 분의 E_3-E_2 .

00:57:34.807 --> 00:57:38.481

그래서 ρ 번 보기는 틀렸다.

00:57:38.581 --> 00:57:41.916

이렇게 또 문제를
해결할 수 있었습니다.

00:57:42.016 --> 00:57:43.545

되는 거지?

00:57:43.645 --> 00:57:46.710

이제 3번 문제 보도록 하겠습니다.

00:57:46.810 --> 00:57:51.807

3번 문제도 계속해서 보어의 수소
원자 모형에 대한 내용이고요.

00:57:51.907 --> 00:57:53.535

바로 지금 어떤 상황이나,

00:57:53.635 --> 00:58:00.736

두 번째 궤도에 있던 전자가 f_a 에
해당하는 진동수를 가진 빛에너지를

00:58:00.836 --> 00:58:05.338

흡수해서 네 번째 궤도로 올라갔다가

00:58:05.438 --> 00:58:13.325

여기에 있던 전자가 다시 f_b 의
진동수를 가진 빛에너지를 내보내고

00:58:13.425 --> 00:58:17.504

세 번째 궤도로 옮겨왔다는
것을 뜻합니다.

00:58:17.604 --> 00:58:19.686

그러면 이걸 통해서 우리가
알 수 있는 건 뭐니까?

00:58:19.786 --> 00:58:22.342

일단 이 진동수를 가진 빛에너지.

00:58:22.442 --> 00:58:29.221

$h f_a$, f_a 의 진동수를 가진

빛에너지는 바로 뭐라는 소리야?

00:58:29.321 --> 00:58:37.131
네 번째 궤도에서 두 번째 궤도의
에너지 준위 차인 거고요.

00:58:37.231 --> 00:58:43.506
hfb. fb의 진동수를 가진
빛에너지는 어떻게 됩니까?

00:58:43.606 --> 00:58:48.777
네 번째와 세 번째의 궤도
에너지 준위의 차인 거죠?

00:58:49.944 --> 00:58:54.031
이렇게 될 거다, 라는
것을 뜻하는 거죠.

00:58:54.131 --> 00:58:58.188
이거를 판단하면서 그부터
보도록 하겠습니다.

00:58:58.288 --> 00:59:06.765
세 번째 상태에 있는 전자가 fb를
흡수하면 네 번째로 전이한다.

00:59:06.865 --> 00:59:14.415
지금 보시면 이 네 번째와 세 번째의
궤도 에너지 준위 차는 바로 이거죠?

00:59:14.515 --> 00:59:17.757
그만큼을 내보내서 이쪽으로
온 거 아닙니까?

00:59:17.857 --> 00:59:20.411
그러면 그 에너지 준위
차만큼을 다시 먹으면

00:59:20.511 --> 00:59:26.009
세 번째에 있던 전자는
네 번째로 올라갈 수 있죠.

00:59:26.109 --> 00:59:33.045
먹거나 내보내는 빛에너지는 정확히
궤도 에너지 준위 차와 일치한다고요.

00:59:33.145 --> 00:59:36.692
fb에 해당하는 빛 에너지를
내보내서 여기로 왔으면

00:59:36.792 --> 00:59:42.300
fb에 해당하는 빛 에너지를 먹으면 다시
네 번째로 올라갈 수 있는 거죠.

00:59:42.400 --> 00:59:45.479
그 에너지 준위 차는 이미
정해져 있으니깐 이렇게.

00:59:45.579 --> 00:59:47.745
그래서 그 보기는 맞고요.

00:59:47.845 --> 00:59:50.252
ㄴ 보도록 하겠습니다.

00:59:50.352 --> 00:59:55.390
fa, fb를 이용해서, 지금 보니까
이게 뭘 의미하는 거예요?

00:59:55.490 --> 00:59:58.189
봤더니 이 공식이 뭘니까?

00:59:58.289 --> 01:00:00.744
이 공식의 h가 되고요.

01:00:00.844 --> 01:00:02.363
이 공식은 뭐예요?

01:00:02.463 --> 01:00:05.162
이 공식의 역시나 h가 되는 거죠.

01:00:05.262 --> 01:00:06.825
상숫값이에요.

01:00:06.925 --> 01:00:09.398
상숫값은 정해진 값입니다.

01:00:09.498 --> 01:00:11.920
이 상숫값을 우리는 플랑크
상수라고 불러요,

01:00:12.020 --> 01:00:13.413
중요한 용어는 아니지만.

01:00:13.513 --> 01:00:19.460
어쨌든 그래서 ㄴ번 보기는 맞다는
걸 우리가 알 수 있죠.

01:00:19.560 --> 01:00:21.810
이 값을 의미하고 있는 거고요.

01:00:21.910 --> 01:00:30.426
ㄷ, 세 번째 상태에 있는 전자가
fa-fb의 빛을 방출하면

01:00:30.526 --> 01:00:32.721
두 번째로 갈 수 있니.

01:00:32.821 --> 01:00:36.577
fa에 해당하는 빛에너지가 뭘니까?
이거죠?

01:00:36.677 --> 01:00:39.670
fb에 해당하는
빛에너지는 이겁니다.

01:00:39.770 --> 01:00:42.829
지금 뭐하라는 소리야?

01:00:42.929 --> 01:00:44.743
fa-fb래.

01:00:44.843 --> 01:00:49.026

fa-fb는 뭐가 됩니까?

01:00:49.126 --> 01:01:02.702

h분의 E4-E2 - h분의
E4-E3이잖아요.

01:01:02.802 --> 01:01:04.920

그러면 이거 정리하면 뭐가 됩니까?

01:01:05.020 --> 01:01:16.935

h분의 E3-E2가 됩니다.

01:01:17.035 --> 01:01:18.522

결국 이게 무슨 말이야?

01:01:18.622 --> 01:01:22.930

이거에 해당하는 빛에너지가
바로 뭐라는 소리야?

01:01:23.030 --> 01:01:26.492

3-2에 해당하는
빛에너지라는 소리죠.

01:01:26.592 --> 01:01:32.129

이 빛에너지와 이 빛 에너지를 빼면

01:01:32.229 --> 01:01:34.316

이 빛 에너지를 나오게
할 수 있다는 거죠.

01:01:34.416 --> 01:01:38.676

왜? 이 빛에너지는 이 궤도
에너지 준위 차인 거고

01:01:38.776 --> 01:01:42.015

이 빛에너지는 이 궤도
에너지 준위 차인 거니까

01:01:42.115 --> 01:01:46.751

이 빛에너지에서 이 빛 에너지를
빼면 이 빛에너지가 나오게 되고

01:01:46.851 --> 01:01:52.506

이 빛에너지는 이 궤도 에너지
준위 차에 해당한다는 것을

01:01:52.606 --> 01:01:56.526

지금 보여주고 있는 거죠.

01:01:56.626 --> 01:02:03.705

그래서 결과적으로 보면
세 번째 궤도에 있던 전자는

01:02:03.805 --> 01:02:09.501

결국 이만큼에 해당하는
빛에너지의 진동수를 방출해주면

01:02:09.601 --> 01:02:15.696

두 번째 궤도로 옮겨갈 수 있구나,
라는 것을 표현하고 있는 거죠.

01:02:19.210 --> 01:02:23.114

세 번째에서 두 번째에
해당하는 값을 갖는다는 걸

01:02:23.214 --> 01:02:26.573

지금 보여주고 있는 거잖아요.

01:02:26.673 --> 01:02:29.750

ㄷ이 바로 이거라고요.

01:02:29.850 --> 01:02:37.261

그래서 3번 문제는 γ , λ ,
ㄷ이 모두 정답이 됩니다.

01:02:37.361 --> 01:02:41.856

그러면 이제 마지막 4번
문제 보도록 하겠습니다.

01:02:41.956 --> 01:02:45.416

역시나 계속해서 보어의
수소 원자 모형이라고요.

01:02:45.516 --> 01:02:49.712

봤더니 지금 과장으로
이번에는 나와 있네요.

01:02:50.855 --> 01:02:54.352

a는 네 번째에서 두 번째로,

01:02:54.452 --> 01:02:57.651

b는 세 번째에서 두 번째로,

01:02:57.751 --> 01:03:02.118

c는 세 번째에서
네 번째로 가고 있습니다.

01:03:02.218 --> 01:03:04.221

이 중에 누가 에너지가 제일 커요?

01:03:04.321 --> 01:03:09.925

당연히 a가 에너지가
제일 클 거고요.

01:03:10.025 --> 01:03:14.831

그다음 b의 에너지,
그다음 c의 에너지겠죠.

01:03:14.931 --> 01:03:17.218

당연히 이렇게 에너지가
분포하게 될 겁니다.

01:03:17.318 --> 01:03:19.247

이 궤도 에너지 준위
차가 제일 클 거고

01:03:19.347 --> 01:03:23.334

그다음 애고, 그다음 애일 거니까.

01:03:23.434 --> 01:03:25.626

따라서 과장은 누가 제일 짧겠어?

01:03:25.726 --> 01:03:31.154

빛에너지가 클수록
빛의 파장은 짧죠?

01:03:31.254 --> 01:03:40.286

따라서 a가 제일 짧고 그다음 b,
c의 파장이 제일 길겠구나, 라는 걸

01:03:40.386 --> 01:03:41.614

우리가 알 수 있습니다.

01:03:41.714 --> 01:03:48.095

ㄱ, 방출되는 광자 1개의 에너지는
a가 b보다 당연히 큼니다.

01:03:48.195 --> 01:03:56.746

ㄴ, c에서 흡수되는 광자
1개의 에너지는 뭐예요?

01:03:56.846 --> 01:04:01.078

정확히 궤도 에너지
준위 차와 일치합니다.

01:04:01.227 --> 01:04:09.570

0.85가 아니라
10.85-1.51.

01:04:09.670 --> 01:04:14.193

이 값 맞는 거죠?

01:04:14.293 --> 01:04:19.154

정확하게는 마이너스 빼기 마이너스,
이렇게 돼야 되는 거죠?

01:04:19.254 --> 01:04:22.218

그런데 어차피 궤도 에너지 준위
차만큼 구하면 되는 거니까

01:04:22.318 --> 01:04:29.121

0.85-1.51에 해당하는
에너지를 어떻게 하고 있다는 거야?

01:04:29.221 --> 01:04:31.817

흡수하고 있구나,
라는 것을 뜻합니다.

01:04:31.917 --> 01:04:35.413

그래서 ㄴ 보기는 틀렸죠.

01:04:35.513 --> 01:04:37.628

ㄷ 보도록 하겠습니다.

01:04:37.728 --> 01:04:39.159

아까 뭐라고 그랬어요?

01:04:39.259 --> 01:04:42.384

a가 제일 짧다고요.

01:04:42.484 --> 01:04:48.052

그 짧은 값을 두 개를
더한 값과 같다고 표현하면

01:04:48.152 --> 01:04:50.904
당연히 말이 안 되는 거죠.

01:04:51.004 --> 01:04:57.323
이 π 을 정확하게 표현하고 싶으면
어떻게 표현하면 되냐면,

01:04:57.423 --> 01:04:59.808
이 에너지 준위 차는 뭐니까?

01:04:59.908 --> 01:05:11.442
네 번째에서 두 번째로 떨어질 때
발생하는 빛에너지는 λa 분의 C 죠.

01:05:11.542 --> 01:05:13.254
 b 는 뭐니까?

01:05:13.354 --> 01:05:22.560
세 번째에서 두 번째로 떨어지는
빛에너지는 λb 분의 C 죠.

01:05:22.660 --> 01:05:25.069
 c 에 해당하는 빛에너지는 뭐니까?

01:05:25.169 --> 01:05:32.716
네 번째 빼기 세 번째가
 λc 분의 C 에 해당하는 빛에너지죠.

01:05:32.816 --> 01:05:34.207
우리는 뭘 알 수 있어요?

01:05:34.307 --> 01:05:38.698
이 에너지 준위 차는 이
에너지 준위 차 더하기

01:05:38.798 --> 01:05:40.841
이 에너지 준위 차가 되는 거죠.

01:05:40.941 --> 01:05:49.301
결국 이 에너지는 이 에너지
더하기 이 에너지가 됩니다.

01:05:49.401 --> 01:05:52.732
결국 다시 정리하면
이쪽에다 쓸게요.

01:05:52.832 --> 01:05:59.573
 $h \lambda a$ 분의 C 는 h
 λb 분의 C 더하기

01:05:59.673 --> 01:06:02.960
 $h \lambda c$ 분의 C 가 됩니다.

01:06:03.129 --> 01:06:06.069
그래서 hc , hc ,
 hc 를 날리니까

01:06:06.169 --> 01:06:10.641
 λa 분의 1은 λb 분의 1 더하기

01:06:10.741 --> 01:06:15.489

λc 분의 1이다, 라는
관계로 성립이 되는 거죠.

01:06:15.589 --> 01:06:19.953

결국 빛에너지가 파장에
반비례하기 때문에

01:06:20.053 --> 01:06:23.335

이러한 결과 식을 만들어낼
수 있게 되는 거죠.

01:06:23.435 --> 01:06:28.515

애는 결과적으로 이 차에
해당하는 빛에너지.

01:06:28.615 --> 01:06:33.207

λb 분의 1은 이 차에
해당하는 빛에너지.

01:06:33.307 --> 01:06:37.484

λc 분의 1은 이 차에
해당하는 빛에너지.

01:06:37.584 --> 01:06:42.502

결국 이 에너지는 이 에너지 더하기
이 에너지다, 라는 수식을

01:06:42.602 --> 01:06:47.569

이렇게도 표현할 수
있게 된다는 거죠.

01:06:47.669 --> 01:06:59.144

물론 이것을 진동수 관계로 바꾸면
 $f_a = f_b + f_c$ 로 표현할 수 있게 되는 거고요.

01:06:59.244 --> 01:07:06.213

이렇게 해서 우리는 보어의 원자 모형에
대한 이야기를 쪽 확인해봤습니다.

01:07:06.313 --> 01:07:11.922

조금 까다로울 수 있지만, 여러분이
가장 여기서 중요하게 기억해야 될 건

01:07:12.022 --> 01:07:17.517

이 수소 원자 속에 전자들이 가질
수 있는 에너지가 정해져 있고

01:07:17.617 --> 01:07:20.338

그 가질 수 있는 에너지가
정해져 있기 때문에

01:07:20.438 --> 01:07:25.973

흡수하거나 방출하는
빛에너지도 정해져있다는 게

01:07:26.073 --> 01:07:29.708

가장 중요한 포인트였던 내용입니다.

01:07:29.808 --> 01:07:33.711

이렇게 해서 보어는 이

스펙트럼을 설명함으로써

01:07:33.811 --> 01:07:37.591

노벨물리학상을 수상하는
영광을 안게 되죠.

01:07:37.691 --> 01:07:41.080

이 보어가 현대
원자 모형으로 넘어가는

01:07:41.180 --> 01:07:45.939

아주 중요한 단초를 제공했다고
평가하고 있습니다.

01:07:46.039 --> 01:07:49.848

그래서 오늘날까지도 굉장히
존경을 받는 과학자입니다.

01:07:49.948 --> 01:07:53.417

어쨌든 어렵지 않게 여러분이
이해했으리라고 보고요.

01:07:53.517 --> 01:07:56.367

혹시 이해 안 되는 내용들 어떻게?

01:07:56.467 --> 01:08:00.065

게시판을 이용해서서 활용하시면
될 것 같습니다.

01:08:00.165 --> 01:08:01.065

수고하셨습니다.

01:08:01.165 --> 01:08:04.514

다음 강의에서 뵙도록 하겠습니다.