

WEBVTT

00:00:10.895 --> 00:00:11.778

반갑습니다.

00:00:11.878 --> 00:00:14.147

물리학1 기초개념학습 벽 샘입니다.

00:00:14.247 --> 00:00:18.954

오늘은 20번째 주제, 전자기파에
대한 내용 진행하도록 할게요.

00:00:19.054 --> 00:00:25.587

오늘 강의는 여러분이 좀 쉽게 받아들일 수
있는 강의이지 않을까, 라는 생각이 들어요.

00:00:25.687 --> 00:00:27.459

내용 자체가 어렵진 않고요.

00:00:27.559 --> 00:00:31.836

여러분이 오늘 배울 내용을
열심히 기억만 하면 돼.

00:00:31.936 --> 00:00:34.024

그러니까 외우기만
하면 되는 내용이야.

00:00:34.124 --> 00:00:40.835

오늘 배울 내용에서 핵심용어는 전자기파란
도대체 뭐냐에 대해서 다룰 거고요.

00:00:40.935 --> 00:00:43.125

이 전자기파의 종류가 있어요.

00:00:43.225 --> 00:00:48.531

전파, 마이크로파, 적외선,
가시광선, 자외선, x선, 감마선.

00:00:48.631 --> 00:00:53.534

애네들은 어떤 특성을 갖고 있고
어디에 사용되어질 수 있는지

00:00:53.634 --> 00:00:57.103

그런 내용들에 대해서
다뤄나가 보도록 하겠습니다.

00:00:57.203 --> 00:01:04.644

먼저 전자기파에 대한 내용
말씀드려나가도록 할게요.

00:01:04.744 --> 00:01:10.154

전자기파란 뭐냐, 이 전자기파란
아주 간단하게 이야기하면

00:01:10.254 --> 00:01:12.132

빛입니다.

00:01:12.232 --> 00:01:15.378

빛을 전자기파라고 불러줘요.

00:01:15.478 --> 00:01:19.814

1800년대 중반에
맥스웰이라는 과학자가

00:01:19.914 --> 00:01:26.989

빛이 전자기파라는 파동이라는
걸 증명하게 되거든요.

00:01:27.089 --> 00:01:30.094

그 이후로 우리는 전자기파.

00:01:30.194 --> 00:01:37.403

빛을 과학적으로는 전자기파라고
불러주고 있습니다.

00:01:37.503 --> 00:01:43.959

그래서 이 전자기파는 Electromagnetic
Radiation이에요.

00:01:44.059 --> 00:01:48.644

그러니까 전기적 성질과
자기적 성질이

00:01:48.744 --> 00:01:53.364

결합되어있는 파동이라는
의미의 전자기파예요.

00:01:53.464 --> 00:01:57.886

바로 맥스웰이라는 사람이 빛의 존재를
그렇게 증명을 하게 됐던 거죠.

00:01:57.986 --> 00:02:06.023

그래서 우리는 이 전자기파라는
용어에서 어떤 걸 알아낼 수 있느냐,

00:02:06.123 --> 00:02:17.767

전자기파라고 부르는 빛 안에는 전기라는
파동과 자기라는 파동이 존재하는구나.

00:02:17.867 --> 00:02:26.295

그러면 전기라는 파동은 뭐냐,
전기장의 진동이 있다는 뜻이고요.

00:02:26.395 --> 00:02:34.035

자기의 파동이란 자기장의
진동이 있다는 뜻입니다.

00:02:34.135 --> 00:02:42.898

결국 전자기파란 전기장의 진동과
자기장의 진동이 결합되어있는 파동을

00:02:42.998 --> 00:02:46.344

전자기파라고 불러줍니다.

00:02:46.444 --> 00:02:48.509

너무 중요해, 반드시 기억해야 돼.

00:02:48.609 --> 00:02:54.959

전자기파란 전기장의 진동과 자기장의
진동이 결합되어있는 파동이야.

00:02:55.059 --> 00:02:58.571

전기장의 진동하고
자기장이 진동한다는데

00:02:58.671 --> 00:03:00.443
이때 어떻게 진동을 하게 되느냐,

00:03:00.543 --> 00:03:07.234
전기장이 예를 들어서 이렇게
진동을 하면서 진행을 하게 되면

00:03:07.334 --> 00:03:14.326
자기장은 이 전기장의
진동과 패턴을 맞추면서

00:03:14.426 --> 00:03:20.181
수직으로 진동하면서 진행합니다.

00:03:20.281 --> 00:03:27.128
그래서 전기장(E)이
이렇게 진동한다면

00:03:27.228 --> 00:03:31.794
자기장(magnetic field)는
이렇게 진동하게 된다는 거죠.

00:03:31.894 --> 00:03:33.830
여러분이 중요하게 기억해야 될 건

00:03:33.930 --> 00:03:40.510
전기장의 진동 방향과 자기장의 진동
방향이 90도를 이루고 있다는 겁니다.

00:03:40.610 --> 00:03:45.453
전기장의 진동 방향과 자기장의
진동 방향이 90도를 이루면서

00:03:45.553 --> 00:03:53.501
패턴을 딱 맞추면서 90도를 이루면서
직선 방향으로 진행되어가는 파동을

00:03:53.601 --> 00:03:55.442
우리는 전자기파라고 부르죠.

00:03:55.542 --> 00:04:00.312
그래서 이 전자기파는
종파일까요, 횡파일까요?

00:04:00.412 --> 00:04:00.932
어때요?

00:04:01.032 --> 00:04:03.803
진동 방향과 진행 방향이
몇 도를 이루고 있어요?

00:04:03.903 --> 00:04:10.963
진동 방향과 진행 방향이
몇 도를 이루면서?

00:04:11.063 --> 00:04:16.112
90도를 이루면서 진행하니까 결국

전자기파는 횡파이다, 라는 것도

00:04:16.212 --> 00:04:19.419
우리가 판단할 수 있겠죠.

00:04:19.519 --> 00:04:22.621
여기서 여러분이 중요하게
기억해야 된 건 아니지만

00:04:22.721 --> 00:04:24.071
한 가지 말씀을 드리면,

00:04:24.171 --> 00:04:28.456
이 전기장의 진동과 자기장의 진동이

00:04:28.556 --> 00:04:34.697
왜 결합되어질 수밖에 없느냐에 대한
이야기를 살짝 좀 해보도록 하겠습니다.

00:04:34.797 --> 00:04:39.260
전기장이란 뭐였죠?

00:04:39.360 --> 00:04:40.983
결국 플러스 전하.

00:04:41.083 --> 00:04:44.247
전하를 이동시킬 수 있는 힘이에요.

00:04:44.347 --> 00:04:50.213
결국 전기장이 진동하게 된다는 건
전하를 진동시키게 된다는 거죠.

00:04:50.313 --> 00:04:54.377
우리는 전하가 진동하면
전하가 이동하게 되는 거고

00:04:54.477 --> 00:04:56.687
전하의 이동을 뭐라고 불러요?

00:04:56.787 --> 00:04:57.912
전류라고 불러요.

00:04:58.012 --> 00:05:03.162
그러면 결국 전기장이 진동하게 되면
전류의 진동이 발생할 수 있는 거죠.

00:05:03.262 --> 00:05:06.559
그런데 이 전류 주변에는 뭐가
형성된다고 우리가 앞에서 배웠죠?

00:05:06.659 --> 00:05:09.420
전류는 자기장을 형성하게 됩니다.

00:05:09.520 --> 00:05:15.689
결국 전류가 진동하게 되면 그
주변에 자기장이 진동하게 됩니다.

00:05:15.789 --> 00:05:19.463
그러면 자기장이 진동한다는 건
어떤 물리적 의미가 있는 거죠?

00:05:19.563 --> 00:05:24.755
자기장이 진동한다는 건 자기장이 끊임없이 변한다는 것을 뜻해요.

00:05:24.855 --> 00:05:27.910
자기장이 변해, 자기장의 변화.

00:05:28.010 --> 00:05:31.437
뭐 느껴지는 거 있어? 뭐 떠오르는 거 있어?
뭐가 있을까?

00:05:31.537 --> 00:05:34.938
자기장의 변화 뭐 떠올라?

00:05:35.038 --> 00:05:36.650
전자기유도가 떠오릅니다.

00:05:36.750 --> 00:05:41.203
결국 전기장의 진동이
자기장의 진동을 만들고

00:05:41.303 --> 00:05:46.815
그 자기장의 진동은
전자기유도의 관점에 의해서

00:05:46.915 --> 00:05:50.627
다시 전류의 흐름을
만들어낼 수 있어요.

00:05:50.727 --> 00:05:57.978
전류의 흐름을 만들어낸다는 건 결국 전하의
진동을 만들어낼 수 있다는 소리고

00:05:58.078 --> 00:06:01.221
전하의 진동을 만들어낼 수
있다는 건 결과적으로

00:06:01.321 --> 00:06:05.799
전하를 움직일 수 있는 힘의 진동을
만들어낼 수 있다는 겁니다.

00:06:05.899 --> 00:06:09.471
결국 전기장의 진동을 다시
만들어낼 수 있다는 거죠.

00:06:09.571 --> 00:06:12.336
결론을 지으면 말을 복잡하게 했지만

00:06:12.436 --> 00:06:14.608
무슨 말씀을 드리고 싶은 거였느냐,

00:06:14.708 --> 00:06:18.600
전기장의 진동이 발생하면 그 주변에

00:06:18.700 --> 00:06:22.603
반드시 자기장의 진동이
따라올 수밖에 없어요.

00:06:22.703 --> 00:06:25.882
자기장의 진동이 발생하면 그 주변에

00:06:25.982 --> 00:06:30.166

반드시 전기장의 진동이
따라올 수밖에 없습니다.

00:06:30.266 --> 00:06:35.270

결국 전자기파는 전기장의 진동이
자기장의 진동을 이끌고

00:06:35.370 --> 00:06:38.813

자기장의 진동이 전기장의
진동을 이끌면서

00:06:38.913 --> 00:06:42.213

서로가 서로의 진동을 이끌어내면서

00:06:42.313 --> 00:06:47.586

끊임없이 진행해갈 수 있는
파동이 된다는 겁니다.

00:06:47.686 --> 00:06:52.909

그래서 전자기파, 빛은
전기장이 자기장을 이끌고

00:06:53.009 --> 00:06:56.364

자기장이 전기장을 이끌면서
서로가 서로를 이끌면서

00:06:56.464 --> 00:07:09.066

쭉쭉 뻗어 나가기 때문에 결국 전자기파는
매질 없이 진행할 수 있습니다.

00:07:09.166 --> 00:07:14.822

누구의 도움도 없이 자기들만의
에너지 전환 관계를 이용해서

00:07:14.922 --> 00:07:24.286

쭉쭉 뻗어 나갈 수 있는 파동을
전자기파라고 불러주게 된다고요.

00:07:24.386 --> 00:07:25.109

중요합니다.

00:07:25.209 --> 00:07:28.871

기억을 해두셔야 되겠어요.

00:07:28.971 --> 00:07:31.590

그러면 여기서 한 가지 더
우리가 확인해볼 건,

00:07:31.690 --> 00:07:35.499

전자기파를 어떤 식으로 만들어낼까.

00:07:35.599 --> 00:07:38.156

전자기파를 만들어내는
대표적인 방법.

00:07:38.256 --> 00:07:44.036

물론 인위적으로 전자기파를
만들어내는 방법에는

00:07:44.136 --> 00:07:46.181

굉장히 많은 종류가 있어요.

00:07:46.281 --> 00:07:47.289

여러 가지 종류가 있어요.

00:07:47.389 --> 00:07:53.130

그중에 우리가 간단하게 물리학1 수준에서 기억할 건 뭐냐,

00:07:53.230 --> 00:07:59.276

전기장의 진동을 만들거나 자기장의 진동을 만들어내기만 하면 되는 거죠.

00:07:59.376 --> 00:08:01.853

내가 인위적으로 전기장의 진동을 만들거나

00:08:01.953 --> 00:08:04.867

내가 인위적으로 자기장의 진동을 만들면 되는 거고요.

00:08:04.967 --> 00:08:07.276

인위적으로 전기장의 만들거나 인위적으로

00:08:07.376 --> 00:08:10.613

자기장의 진동을 만들어내는 방법은 바로 뭐인 거야?

00:08:10.713 --> 00:08:13.562

교류전류를 이용하는 겁니다.

00:08:13.662 --> 00:08:15.957

물론 교류전류만으로 전기장의 진동과

00:08:16.057 --> 00:08:18.395

자기장의 진동을 만들어낼 수 있는 건 아니야.

00:08:18.495 --> 00:08:20.614

그거 말고도 더 많은 방법이 있어요.

00:08:20.714 --> 00:08:24.306

그중에 우리는 교류만 좀 생각을 해보겠다고요.

00:08:24.406 --> 00:08:25.645

교류가 뭐야?

00:08:25.745 --> 00:08:27.684

전류가 왔다 갔다 한다는 거죠?

00:08:27.784 --> 00:08:30.347

전류가 왔다 갔다 하게 되면 어떻게 됩니까?

00:08:30.447 --> 00:08:32.013

전기장이 진동한다는 소리 아니야?

00:08:32.113 --> 00:08:35.263

전기장의 진동은 반드시 그 주변의 자기장이 만들어지죠.

00:08:35.363 --> 00:08:39.017
자기장이 진동하게 되면 무조건 전기장의 진동이 발생하게 될 수 있고요.

00:08:39.117 --> 00:08:41.653
그래서 전자기파가 발생할 수 있다는 겁니다.

00:08:41.753 --> 00:08:48.573
결국 교류를 이용해서 우리는 전자기파를 만들어낼 수 있구나, 라는 것을 뜻합니다.

00:08:48.673 --> 00:08:53.395
그래서 교류를 이용해서 인위적으로 전자기파를 만들어내고

00:08:53.495 --> 00:08:58.283
이 만들어낸 전자기파를 인위적으로 우리가 다시 받을 수 있는

00:08:58.383 --> 00:09:01.414
그러한 장치를 뭐라고 불러요?

00:09:01.514 --> 00:09:07.611
안테나라고 불러주게 됩니다.

00:09:07.711 --> 00:09:14.667
그래서 안테나는 전자기파를 만들어낼 수도 있고

00:09:14.767 --> 00:09:16.831
받을 수도 있는 장치죠.

00:09:16.931 --> 00:09:21.948
그래서 안테나는 전자기파를 송신, 보내는 애이기도 하고요.

00:09:22.048 --> 00:09:28.023
수신, 받는 애 역할도 할 수 있다는 거 기억해두실 바래요.

00:09:28.123 --> 00:09:32.027
그러면 이제 우리는 또 어떤 내용을 다룰 거냐,

00:09:32.127 --> 00:09:48.202
전자기파의 종류와 특징에 대해서 판단을 해보도록 하겠습니다.

00:09:48.302 --> 00:09:51.343
여기는 여러분이 무조건 외워야 되는 내용이에요.

00:09:51.443 --> 00:09:54.626
지금 뭐냐, 프리즘이 있습니다.

00:09:54.726 --> 00:09:58.243
내가 프리즘에 빛을 넣어줘요.

00:09:58.343 --> 00:10:01.801

프리즘에 빛을 넣어주면
어떻게 되죠?

00:10:01.901 --> 00:10:06.433

빛이 가다가 어떻게 됩니까?

00:10:06.533 --> 00:10:07.764

굴절하는데요.

00:10:07.864 --> 00:10:10.213

이 굴절하면서 어떤
일이 발생하느냐,

00:10:10.313 --> 00:10:13.059

빛이 이렇게 나뉘집니다.

00:10:13.159 --> 00:10:17.531

빛이 이런 식으로 나뉘는
일이 발생합니다.

00:10:17.631 --> 00:10:19.650

굴절에 의해서 빛이
이렇게 나뉘어요.

00:10:19.750 --> 00:10:22.917

빛이 나뉘면 우리가 눈으로
보이는 빛, 뭐니까?

00:10:23.017 --> 00:10:23.996

가시광선이죠?

00:10:24.096 --> 00:10:26.630

가시광선 안에는 무슨 빛이
대표적으로 들어있어요?

00:10:26.730 --> 00:10:28.334

빨주노초파남보가 들어있어요.

00:10:28.434 --> 00:10:30.611

빨주노초파남보가 여기
안에 들어있는데

00:10:30.711 --> 00:10:31.748

빨주노초파남보.

00:10:31.848 --> 00:10:34.275

어디서부터 빨주노초파남보일까요?

00:10:34.375 --> 00:10:37.521

밑으로 빨주노초파남보일까요,
위로 빨주노초파남보일까요?

00:10:37.621 --> 00:10:38.415

중요한 건 아니야.

00:10:38.515 --> 00:10:42.160

어쨌든 순서대로 빨주노초파남보다,
라는 건 기억하고 있어야 되고요.

00:10:42.260 --> 00:10:46.504

밑으로 빨주노초파남보야,
위로 빨주노초파남보야?

00:10:46.604 --> 00:10:50.948

빨주노초파남보입니다.

00:10:51.048 --> 00:10:54.177

조금 꺾이는 애가 빨이고요.

00:10:54.277 --> 00:10:56.396

많이 꺾이는 애가 보예요.

00:10:56.496 --> 00:11:00.491

그래서 우리는 이
빨주노초파남보를 뭐라고 불러요?

00:11:00.591 --> 00:11:04.370

눈으로 볼 수 있는
빛이다, 라고 해서

00:11:04.470 --> 00:11:11.299

이 빨주노초파남보를 우리는
가시광선이라고 불러주죠.

00:11:11.399 --> 00:11:15.862

그런데 이 빛 안에는
가시광선만 있는 게 아니야.

00:11:15.962 --> 00:11:17.726

다양한 빛들이 존재해요.

00:11:17.826 --> 00:11:21.527

일단 빨간색 바깥쪽에
존재하는 빛이 있어요.

00:11:21.627 --> 00:11:23.786

적색 바깥쪽에.

00:11:23.886 --> 00:11:32.086

적색 바깥쪽에 존재하는 빛이라고 해서
그 빛을 적외선이라고 불러주고요.

00:11:32.186 --> 00:11:35.817

보라색, 자주색
바깥쪽에 존재하는 빛.

00:11:35.917 --> 00:11:36.948

뭐라고 불러요?

00:11:37.048 --> 00:11:41.125

자외선이라고 불러줍니다.

00:11:41.225 --> 00:11:42.487

외위야 되고요.

00:11:42.587 --> 00:11:49.507

이 적외선보다 좀 덜
꺾여오는 빛이 있어요.

00:11:49.607 --> 00:11:54.129

그 빛이 바로 뭐냐,
마이크로파입니다.

00:11:54.229 --> 00:11:57.735
이건 마이크로를 표현하는 기호죠?

00:11:57.835 --> 00:12:00.735
마이크로파보다 좀 더 덜
꺾여오는 빛이 있어요.

00:12:00.835 --> 00:12:03.490
바로 전파입니다.

00:12:03.590 --> 00:12:08.346
전파 안에는 라디오파,
TV파, 휴대폰 수신파.

00:12:08.446 --> 00:12:11.494
이런 파들이 들어있는 거야.

00:12:11.594 --> 00:12:16.570
자외선보다 좀 더 꺾여오는
빛이 있어요, 바로 뭘까요?

00:12:16.670 --> 00:12:18.672
x선이 있고요.

00:12:18.772 --> 00:12:21.690
x선보다 더 꺾여오는 빛이 있어요.

00:12:21.790 --> 00:12:25.473
바로 뭐가 있느냐,
감마선이라는 빛이 있습니다.

00:12:25.573 --> 00:12:30.764
우리는 이 빛들을 통칭해서
뭐라고 부르는 거야?

00:12:30.864 --> 00:12:34.025
전자기파라고 불러줘요.

00:12:34.125 --> 00:12:39.390
이 전자기파 안에는 이렇게 다양한
종류의 빛들이 들어있다는 걸

00:12:39.490 --> 00:12:40.832
여러분이 기억하셔야 되고요.

00:12:40.932 --> 00:12:45.327
이때 이 순서 반드시
외우셔야 됩니다.

00:12:45.427 --> 00:12:51.293
전파, 마이크로파, 적외선, 빨주노초파남보,
적외선, x선, 감마선 순서.

00:12:51.393 --> 00:12:53.323
이 순서가 왜 중요하냐,

00:12:53.423 --> 00:13:00.591
애네들의 순서가 어떤

요소에 의해서 나뉘느냐,

00:13:00.691 --> 00:13:06.562

바로 애네들의 물리적
특성값에 의해서 나뉘 집니다.

00:13:06.662 --> 00:13:10.534

일단 애네들은 에너지가 달라요.

00:13:10.634 --> 00:13:14.491

에너지는 아래쪽이
강할까, 위쪽이 강할까?

00:13:14.591 --> 00:13:15.202

너무 중요합니다.

00:13:15.302 --> 00:13:17.128

외우셔야 됩니다.

00:13:17.228 --> 00:13:20.413

여러분이 여기서 기억하셔야 될
건 이거를 좀 비교하면 돼요.

00:13:20.513 --> 00:13:22.785

자외선과 적외선을 보겠습니다.

00:13:22.885 --> 00:13:25.711

자외선, 이거 어디다 써먹어 집니까?

00:13:25.811 --> 00:13:28.117

자외선은 살균할 때 써요.

00:13:28.217 --> 00:13:34.197

우리 음식점 같은 데 가면 컵 같은 거
넣어놓는 보라색 빛 나는 장치 있잖아.

00:13:34.297 --> 00:13:36.216

파란색 빛 나는 장치 기억나세요?

00:13:36.316 --> 00:13:40.935

그게 바로 뭐냐, 파란색이 메인인
아니라 자외선이 메인이에요.

00:13:41.035 --> 00:13:45.487

파란색을 포함한, 보라색을 포함한
자외선을 내주고 있는 거죠.

00:13:45.587 --> 00:13:47.595

자외선은 살균해요.

00:13:47.695 --> 00:13:51.424

살균이란 뭐야? 세포를
죽여버리는 거야.

00:13:51.524 --> 00:13:54.972

빛, 전자기파가 가서
세포에 부딪혀서

00:13:55.072 --> 00:13:58.429

바로 그 세포를 죽여버리게
할 수 있다는 소리죠.

00:13:58.529 --> 00:14:00.315
죽게 만들려면 어떻게 해야 될까?

00:14:00.415 --> 00:14:02.581
에너지가 강해야 되겠죠.

00:14:02.681 --> 00:14:05.137
그에 비해서 적외선,
이거 어디다 써먹어요?

00:14:05.237 --> 00:14:10.691
보통 따뜻하게 할 때 쓰거나
또는 리모컨 같은 데 씁니다.

00:14:10.791 --> 00:14:14.186
그래서 이 적외선은
에너지가 강하지 않겠죠.

00:14:14.286 --> 00:14:18.393
그래서 우리는 아래쪽
빛일수록 에너지가 강하고요.

00:14:18.493 --> 00:14:22.239
위쪽 빛일수록 에너지가 약합니다.

00:14:22.367 --> 00:14:24.931
반드시 외우고 있어야 됩니다.

00:14:25.031 --> 00:14:28.088
아래쪽일수록 에너지가 강하고
위쪽 빛일수록 에너지가 약한데

00:14:28.188 --> 00:14:33.792
그러면 에너지가 강하고 에너지가
약하고는 뭐에 의해서 결정이 되냐,

00:14:33.892 --> 00:14:38.022
애네들의 에너지는
바로 떨리는 횟수.

00:14:38.122 --> 00:14:40.515
진동수에 의해서 결정이 됩니다.

00:14:40.615 --> 00:14:42.969
많이 떨려가는 빛이 있고요.

00:14:43.069 --> 00:14:45.112
적게 떨려가는 빛이 있어요.

00:14:45.212 --> 00:14:50.827
많이 떨려가는 빛의 에너지가 강할까,
적게 떨려가는 빛의 에너지가 강할까.

00:14:50.927 --> 00:14:51.949
일단 상식적으로 생각해봐.

00:14:52.049 --> 00:14:55.090
많이 떨리는 게 에너지가 강할까,
적게 떨리는 게 에너지가 강할까.

00:14:55.190 --> 00:14:59.094
많이 떨려가는 빛이 적게 떨려가는
빛보다 에너지가 강합니다.

00:14:59.194 --> 00:15:05.084
따라서 아래쪽 빛일수록
많이 떨리면서 가고요.

00:15:05.184 --> 00:15:10.182
위쪽 빛일수록 적게
떨리면서 갑니다.

00:15:10.282 --> 00:15:12.406
그래서 우리는 떨리는
횟수를 뭐라고 불러요?

00:15:12.506 --> 00:15:14.797
진동수라고 부르기로 했죠?
frequency.

00:15:14.897 --> 00:15:17.780
그래서 아래쪽 빛일수록
진동수가 크고요.

00:15:17.880 --> 00:15:21.430
위쪽 빛일수록 진동수가 작습니다.

00:15:21.530 --> 00:15:25.148
이때 많이 떨리고 적게 떨림에
의해서 달라지는 건 뭐냐,

00:15:25.248 --> 00:15:27.586
블록하고 블록, 마루랑 마루죠?

00:15:27.686 --> 00:15:30.146
마루와 마루 사이의 거리.

00:15:30.246 --> 00:15:35.221
마루와 마루 사이의 거리를
뭐라고 부르기로 했어요?

00:15:35.321 --> 00:15:38.363
파장이라고 부르기로 했었죠.

00:15:38.463 --> 00:15:41.124
앞선 강의에서 다뤘었잖아, 그렇죠?

00:15:41.224 --> 00:15:42.668
그래서 어떻게 돼요?

00:15:42.768 --> 00:15:46.705
아래쪽 빛일수록 파장이 짧습니다.

00:15:46.805 --> 00:15:51.586
위쪽 빛일수록 파장이
길다는 특징을 갖는다.

00:15:51.686 --> 00:15:55.087
무조건 외우고 있어야 됩니다.

00:15:55.187 --> 00:15:58.829

아래쪽일수록 에너지가 강하고
진동수가 크고 파장이 짧고

00:15:58.929 --> 00:16:04.255
위쪽 빛일수록 에너지가 약하고
진동수가 작고 파장은 짧다.

00:16:04.355 --> 00:16:06.220
기억하셔야 되겠습니다.

00:16:06.320 --> 00:16:08.456
또 우리가 중요하게
기억해야 되는 건 뭐냐,

00:16:08.556 --> 00:16:11.640
애네들이 도대체 어디다
써먹어지느냐,

00:16:11.740 --> 00:16:13.883
이거를 또 여러분이
외우고 있어야 됩니다.

00:16:13.983 --> 00:16:17.359
애네들이 써먹어 지는 곳
기억하셔야 됩니다.

00:16:17.459 --> 00:16:20.935
일단 전파, 애 이거
어디다 써먹어집니까?

00:16:21.035 --> 00:16:21.822
아까 이야기했죠?

00:16:21.922 --> 00:16:24.575
라디오, TV, 휴대폰.

00:16:24.675 --> 00:16:27.693
이런 신호를 주고받을 때 쓰요.

00:16:27.793 --> 00:16:35.478
바로 무선통신의 전파가 사용됩니다.

00:16:35.578 --> 00:16:39.563
마이크로파는 어디다 써먹어질까요?

00:16:39.663 --> 00:16:49.141
전자레인지에서 음식을 데울
때 마이크로파를 씁니다.

00:16:49.241 --> 00:16:54.047
전자레인지가 마이크로파를 이용해서
어떻게 음식을 데우느냐,

00:16:54.147 --> 00:16:55.947
간단하게만 말씀드릴게요.

00:16:56.047 --> 00:16:59.963
중요한 건 아니야, 시험 문제에
나올 내용은 아니고요.

00:17:00.063 --> 00:17:03.192

전자레인지 안에 우리가
음식물을 넣죠.

00:17:03.292 --> 00:17:05.474
음식물 안에는 뭐가 존재하냐면,

00:17:05.574 --> 00:17:06.721
수분이 존재해요.

00:17:06.821 --> 00:17:10.091
그런데 이 수분은 사실은
가만히 있지 않고요.

00:17:10.191 --> 00:17:13.650
미세하게 이렇게 떨고 있어요.

00:17:13.750 --> 00:17:17.861
음식물 안에 있는 수분이
미세하게 떨고 있어요.

00:17:17.961 --> 00:17:24.427
그런데 이 떨리는 수와 마이크로파의
진동수가 거의 일치합니다.

00:17:24.527 --> 00:17:25.465
그러면 어떻게 되느냐,

00:17:25.565 --> 00:17:31.813
이 수분이 떨리는 횟수와 마이크로파의
떨리는 횟수가 일치하게 되면

00:17:31.913 --> 00:17:38.254
마이크로파가 가서 물분자를
박자를 맞춰서 때리게 되죠?

00:17:38.354 --> 00:17:42.154
이 박자를 맞춰서 때리게 되면
물분자가 어떻게 될까요?

00:17:42.254 --> 00:17:43.967
크게 진동을 하게 됩니다.

00:17:44.067 --> 00:17:48.799
음식물 안에서 물분자가 크게 진동을
하게 되면 뭐가 발생하겠어요?

00:17:48.899 --> 00:17:50.383
마찰열이 발생하죠.

00:17:50.483 --> 00:17:54.818
그 마찰열에 의해서 음식물이
따뜻해지는 거예요.

00:17:54.918 --> 00:18:00.091
그래서 이런 현상을 우리는
공명, 공진이라고 불러주죠.

00:18:00.191 --> 00:18:04.081
그래서 수분이 들어있는 음식물만

00:18:04.181 --> 00:18:08.744

전자레인지를 통해서 따뜻하게 데울 수가 있습니다.

00:18:08.844 --> 00:18:13.457
수분이 없는 음식물은 전자레인지에 넣고 돌려도 따뜻해지지 않아.

00:18:13.557 --> 00:18:19.449
여러분, 전자레인지에 사용할 수 있는 접시, 플라스틱 그릇.

00:18:19.549 --> 00:18:20.536
이런 애들 있잖아요.

00:18:20.636 --> 00:18:25.481
그 접시나 플라스틱 그릇만 넣고 돌리면 그게 따뜻해질까, 안 따뜻해질까?

00:18:25.581 --> 00:18:28.685
안 따뜻해져요.

00:18:28.785 --> 00:18:32.385
우리가 전자레인지 안에서 사용할 수 접시나 플라스틱은

00:18:32.485 --> 00:18:39.469
수분이 들어있지 않은 접시나 플라스틱 그릇입니다.

00:18:39.569 --> 00:18:45.648
수분이 없기 때문에 접시나 플라스틱 자체는 따뜻해지지 않아요.

00:18:45.748 --> 00:18:51.739
선생님, 음식물을 담아서 접시를 놓고 돌리면 접시도 뜨거워지던데요?

00:18:51.839 --> 00:18:58.056
그건 뭐냐, 음식물이 뜨거워져서 그 뜨거워진 열이 접시로 전달돼서 뜨거워진 거지

00:18:58.156 --> 00:19:05.619
전자레인지의 마이크로파가 접시 자체를 따뜻하게 만든 건 아니에요.

00:19:05.719 --> 00:19:11.061
그래서 전자레인지에 누룽지 같은 거 놓고 돌리면 따뜻해지지 않습니다.

00:19:11.161 --> 00:19:12.772
한번 해보시면 되겠죠?

00:19:12.872 --> 00:19:16.059
적외선, 이거 어디다 써먹어집니까?

00:19:16.159 --> 00:19:19.685
대표적으로 리모컨에 쓰여지고요.

00:19:19.785 --> 00:19:22.907
적외선 카메라, 적외선 체온계.

00:19:23.007 --> 00:19:25.491
이런 데에도 쓰여지고요.

00:19:25.591 --> 00:19:27.307
물리치료에도 쓰여지죠?

00:19:27.407 --> 00:19:30.561
물리치료실 가면 빨간색
빛나는 거 있어요.

00:19:30.661 --> 00:19:33.245
그 빨간색 빛나는 게 바로 뭐냐,

00:19:33.345 --> 00:19:39.415
빨간색을 포함한 적외선을
쬐여주고 있는 겁니다.

00:19:39.515 --> 00:19:40.386
기억해두시고요.

00:19:40.486 --> 00:19:43.180
가시광선, 당연히
볼 때 쓰는 거죠?

00:19:43.280 --> 00:19:44.497
볼 수 있게 쓰여지고요.

00:19:44.597 --> 00:19:46.730
자외선, 애 어디다 써먹어져요?

00:19:46.830 --> 00:19:49.473
살균할 때 쓴다고 그랬습니다.

00:19:49.573 --> 00:19:52.575
우리가 그래서 여름철에 피부가
타는 것도 누구 때문이래?

00:19:52.675 --> 00:19:54.272
자외선 때문이래잖아.

00:19:54.372 --> 00:19:57.955
자외선이 가서 우리 피부를 때려서
피부를 죽여버리는 거죠.

00:19:58.055 --> 00:20:00.077
피부가 죽어서 시커메지는 거죠

00:20:00.177 --> 00:20:01.882
그래서 피부가 너무 많이
타면 어떻게 돼요?

00:20:01.982 --> 00:20:02.889
겉질이 일어나잖아.

00:20:02.989 --> 00:20:05.304
피부가 죽어서 그런 거야.

00:20:05.404 --> 00:20:08.282
x선은 뭘니까?

00:20:08.430 --> 00:20:11.205

빠 사진 찍을 때 쓰죠?

00:20:11.305 --> 00:20:26.703

또는 공항 검색대를 가면 가방 같은 걸 컨베이어벨트에 올려놓고

00:20:26.803 --> 00:20:30.137

롤링에 의해서 어떤 공간을 들어갔다 나오게 됩니다.

00:20:30.237 --> 00:20:34.125

그러면 거기 안에 검사원께서 우리 가방 안에

00:20:34.225 --> 00:20:37.569

어떤 물건들이 들어있느냐를 이렇게 보세요.

00:20:37.669 --> 00:20:39.182

바로 뒤로 촬영한 거냐,

00:20:39.282 --> 00:20:41.919

x-ray로 촬영하는 겁니다.

00:20:42.019 --> 00:20:45.987

그런데 이 x-ray는 에너지가 어때요? 강해요.

00:20:46.087 --> 00:20:48.804

에너지가 강하기 때문에 위험해요.

00:20:48.904 --> 00:20:49.557

생각을 해봐.

00:20:49.657 --> 00:20:51.960

자외선보다 x-ray가 에너지가 더 강하다고.

00:20:52.060 --> 00:20:56.794

자외선도 세포를 죽이는데 x-ray는 더 위험할 거 아니야.

00:20:56.894 --> 00:21:01.830

그래서 우리가 병원 가서 x-ray 촬영을 하잖아요.

00:21:01.930 --> 00:21:07.281

그때 x-ray가 어떻게 우리 몸을 쪼여주느냐,

00:21:07.381 --> 00:21:11.877

징~ 이렇게 안 쪼입니다.

00:21:12.012 --> 00:21:15.223

x-ray를 착! 하고 쪼입니다.

00:21:15.323 --> 00:21:20.263

그러면 x-ray가 우리 몸을 징~ 이렇게 지나가는 게 아니라

00:21:20.363 --> 00:21:21.849

짜!

00:21:21.949 --> 00:21:29.824

아주 짧게 순간적으로
지나가고 끝난다는 소리죠.

00:21:29.924 --> 00:21:36.807

왜냐, 우리 몸을 오랫동안 지나가게
되면 우리 몸이 위험해질 수 있어요.

00:21:36.907 --> 00:21:42.548

그래서 아주 짧게
빛을 쬐주고 끝난다고요.

00:21:42.648 --> 00:21:47.314

실제로 x-ray 촬영할 때 척!
하고 끝나요.

00:21:47.414 --> 00:21:53.339

빛을 아주 잠깐 쬐주고 끝난다고.

00:21:53.439 --> 00:21:55.233

징~ 하고 쬐주면 위험하니까.

00:21:55.333 --> 00:22:00.293

그래서 이 x-ray가 태아,
어린이 또는 임산부.

00:22:00.393 --> 00:22:02.835

이런 사람들은 x-ray를
못 쬐게 되어있어요.

00:22:02.935 --> 00:22:08.671

배 속에 있는 아기가 이 짧고
강력한 x-ray의 에너지에 의해서

00:22:08.771 --> 00:22:12.585

큰 피해를 볼 수 있기 때문에
사용을 못 하게 되어있죠.

00:22:12.685 --> 00:22:14.159

그 이유가 있었던 겁니다.

00:22:14.259 --> 00:22:18.456

감마 레이, 애는 어떨까요?
감마선.

00:22:18.556 --> 00:22:19.814

에너지가 더 강하죠.

00:22:19.914 --> 00:22:22.725

그래서 감마선은 어디다
쬐먹여지느냐,

00:22:22.825 --> 00:22:25.395

암세포 죽여버릴 때 씩니다.

00:22:25.495 --> 00:22:26.823

암 치료할 때 써요.

00:22:26.923 --> 00:22:30.144

우리 몸 안에 감마
레이 총을 집어넣어요.

00:22:30.244 --> 00:22:35.320
내시경을 같은 걸 이용해서
위에 암세포가 생기면

00:22:35.420 --> 00:22:40.815
여기가 구멍을 뚫어서 내시경과
감마 레이 총을 같이 넣어줘서

00:22:40.915 --> 00:22:47.188
의사 선생님이 그 내시경을 보면서
암세포가 있는 부분을 찾아서

00:22:47.288 --> 00:22:52.808
감마 레이 총으로 쏘워서 그
암세포를 싹 다 죽여버리게 하죠.

00:22:52.908 --> 00:22:55.796
그래서 감마선은 암
치료에 사용된다.

00:22:55.896 --> 00:23:00.834
그래서 애네들이 어떠한
특성을 갖고 있는지

00:23:00.934 --> 00:23:06.314
그리고 어느 곳에 사용되어지는지를
여러분이 기억을 하셔야 되고요.

00:23:06.414 --> 00:23:08.199
마지막 하나 더 기억할 건 뭐냐,

00:23:08.299 --> 00:23:10.328
애네들을 모두 전자기파라고 부르죠?

00:23:10.428 --> 00:23:24.293
중요한 거, 애네들이 진공에서
진행하는 속력은 모두 동일하다.

00:23:24.393 --> 00:23:25.911
이거 굉장히 중요합니다.

00:23:26.011 --> 00:23:29.945
진동수가 크든 작든 에너지가
크든 작든 관계없이

00:23:30.045 --> 00:23:36.403
애네들이 진공에서는 다 똑같은
속력으로 날아간다고요.

00:23:36.503 --> 00:23:37.521
굉장히 중요합니다.

00:23:37.621 --> 00:23:45.676
진공에서는 애네들이 모두 똑같은
속력으로 날아간다는 거 기억하시면서

00:23:45.776 --> 00:23:49.248
철관 정리하고 지금까지

우리가 배웠던 이 내용이

00:23:49.348 --> 00:23:52.185

수능 기출 문제에서는
어떻게 출제됐었는지

00:23:52.285 --> 00:23:56.028

그리고 우리가 치르게 될
수능이나 학교 시험에는

00:23:56.128 --> 00:24:00.748

어떤 유형으로 나타나게 될지
확인을 해보도록 할게요.

00:24:00.848 --> 00:24:02.745

1번부터 보도록 하겠습니다.

00:24:02.845 --> 00:24:08.074

A는 뭐래요? 라디오파, 전파죠?

00:24:08.174 --> 00:24:12.423

B는 가시광선, C는 감마선.

00:24:12.523 --> 00:24:15.566

뭘 비교하래요? 파장을 비교하래요.

00:24:15.666 --> 00:24:17.145

기억하시죠?

00:24:17.245 --> 00:24:21.480

감마선 쪽일수록 파장이 짧다.

00:24:21.580 --> 00:24:25.056

전파 쪽일수록 파장이 길다.

00:24:25.156 --> 00:24:27.394

무조건 외우고 있어야 되는 거야.

00:24:27.494 --> 00:24:29.563

외우기만 하는 푸는 문제 아니야.

00:24:29.663 --> 00:24:33.955

그래서 결국 램다C의
파장이 가장 짧고요.

00:24:34.055 --> 00:24:43.132

그리고 가시광선이고 바로 라디오파의 파장이
가장 길다는 특징을 가지고 있습니다.

00:24:43.232 --> 00:24:46.388

가볍게 풀 수 있는
문제였다고 생각이 들고요.

00:24:46.488 --> 00:24:49.024

2번 문제 보도록 하겠습니다.

00:24:49.124 --> 00:24:53.512

철수, 영희, 민수가 전자기파에
대해서 이야기를 하고 있네요.

00:24:53.612 --> 00:24:55.621

철수는 뭐라고 이야기합니까?

00:24:55.721 --> 00:25:01.364
진공 중에서 전자기파의 진행 방향은
전기장의 진동 방향과 수직이야.

00:25:01.464 --> 00:25:03.855
맞죠? 바로 무슨 이야기를
하고 있는 거야?

00:25:03.955 --> 00:25:07.114
횡파다, 라는 걸
이야기하고 있습니다.

00:25:07.214 --> 00:25:11.618
진동 방향과 진행 방향이
수직인 파동인 거죠.

00:25:11.718 --> 00:25:18.102
민수, 전자기파는 전기장과
자기장이 진동하면서 전파돼.

00:25:18.202 --> 00:25:19.864
그래서 전자기파죠.

00:25:19.964 --> 00:25:25.248
전기장의 진동과 자기장의
진동이 결합되어있는 파동.

00:25:25.348 --> 00:25:28.420
그래서 전자기파라고 불러주고요.

00:25:28.520 --> 00:25:34.456
영희, 물속에서 전자기파의
속력은 진공 중에서보다 작아.

00:25:34.613 --> 00:25:36.856
전자기파는 곧 빛이라고 그랬죠?

00:25:36.956 --> 00:25:39.529
빛의 속력은 어떻다 그랬어요?

00:25:39.629 --> 00:25:52.198
진공에서 가장 빠르고 기체, 액체,
고체 순으로 빠르다고 말씀을 드렸습니다.

00:25:52.298 --> 00:25:56.628
전 강에서 말씀드린 게 아니라
저 앞쪽 17장이었나요?

00:25:56.728 --> 00:26:01.585
파동의 표현에 대한 이야기를
할 때 이 이야기를 했었죠.

00:26:01.685 --> 00:26:04.055
빛의 속도는 진공에서 가장 빠르고

00:26:04.155 --> 00:26:09.616
기체, 액체, 고체 순으로
느려진다는 말씀드렸던 내용입니다.

00:26:09.716 --> 00:26:14.387

그래서 철수, 영희, 민수가
다 맞는 표현을 했네요.

00:26:14.487 --> 00:26:16.621

3번 보도록 하겠습니다.

00:26:16.721 --> 00:26:22.255

문제를 봤더니 지금 전자기파를
진동수에 따라 분류하고 있어요.

00:26:22.355 --> 00:26:23.029

지금 어때요?

00:26:23.129 --> 00:26:25.942

이쪽일수록 진동수가 큰 거고요.

00:26:26.042 --> 00:26:29.845

이쪽일수록 진동수가 작습니다.

00:26:29.945 --> 00:26:33.708

그러면 진동수가 클수록
파장은 짧고요.

00:26:33.808 --> 00:26:38.470

진동수가 작을수록 파장은
길다는 특징이 있는 거죠?

00:26:38.570 --> 00:26:40.330

그러면 가시광선이 있습니다.

00:26:40.430 --> 00:26:43.529

가시광선에 빨주노초파남보 순서가
어떻게 된다는 소리야?

00:26:43.629 --> 00:26:52.194

파장이 긴 쪽이 빨, 파장이
짧은 쪽이 보라색.

00:26:52.294 --> 00:26:54.248

그래서 빨주노초파남보 순서죠.

00:26:54.348 --> 00:26:55.735

그러면 B는 뭘니까?

00:26:55.835 --> 00:27:02.830

빨간색, 적색 바깥쪽에 있으니까 B는
적외선이겠구나, 라는 걸 알 수 있고요.

00:27:02.930 --> 00:27:05.613

여기에는 뭐가 존재해?
나와 있진 않지만.

00:27:05.713 --> 00:27:11.367

여기에는 자외선이 존재하겠구나,
라는 걸 알 수가 있고요.

00:27:11.467 --> 00:27:14.802

자외선 옆에 자외선보다
파장이 짧은 애.

00:27:14.902 --> 00:27:18.326
이 C가 누구예요?

00:27:18.426 --> 00:27:20.672
x선이겠구나.

00:27:20.772 --> 00:27:22.433
그리고 애는 감마선인 거죠.

00:27:22.533 --> 00:27:25.827
그러면 적외선보다 파장이 더 긴 애.

00:27:25.927 --> 00:27:27.844
A는 뭐가 됩니까?

00:27:27.944 --> 00:27:29.545
마이크로파.

00:27:29.645 --> 00:27:33.961
그리고 그 옆에 전파가 있는 거죠.

00:27:34.061 --> 00:27:38.800
사실 마이크로파는 전파에
포함되어있는 애인데

00:27:38.900 --> 00:27:43.711
이 마이크로파를 오늘날은 전자레인지로
따로 분류해서 사용하다 보니까

00:27:43.811 --> 00:27:46.296
따로 이렇게 표현하기도 합니다.

00:27:46.396 --> 00:27:49.889
그래서 마이크로파도 사실은
무선 통신에 쓰일 수 있어요.

00:27:49.989 --> 00:27:52.505
그래서 전파의 영역에
속하기도 해요.

00:27:52.605 --> 00:27:55.630
그러면 이에 대한 설명으로
옳지 않은 것을 고르래요.

00:27:55.730 --> 00:27:58.601
1번, 진공 중에서
전자기파의 속력.

00:27:58.701 --> 00:28:00.044
굉장히 중요하다고 그랬죠?

00:28:00.144 --> 00:28:07.536
진공에서 빛의 속력, 전자기파의 속력은
종류에 관계없이 모두 똑같다고요.

00:28:07.636 --> 00:28:10.923
모두 똑같은 속도로 날아가요.

00:28:11.023 --> 00:28:12.302
기억을 하셔야 되고요.

00:28:12.402 --> 00:28:14.679
전자레인지에 이용되는 마이크로파.

00:28:14.779 --> 00:28:16.771
A에 속하는 거 맞고요.

00:28:16.871 --> 00:28:19.007
적외선 누구예요?

00:28:19.107 --> 00:28:20.671
B 영역인 거고요.

00:28:20.771 --> 00:28:22.343
의료 장비 X선.

00:28:22.443 --> 00:28:23.951
C 영역이고요.

00:28:24.051 --> 00:28:29.662
진공 중에서 전자기파의 파장은
감마선 쪽일수록 짧다.

00:28:29.762 --> 00:28:33.195
맞는 표현이 된다는 걸 우리가
찾아낼 수 있습니다.

00:28:33.295 --> 00:28:35.016
어렵지 않죠?

00:28:35.116 --> 00:28:38.208
이런 문제만 나오면 얼마나 좋겠어.

00:28:38.308 --> 00:28:41.627
마지막 4번 문제
보도록 하겠습니다.

00:28:41.727 --> 00:28:48.357
와이파이 무선 공유기, 결국은 무선통신,
전파에 대한 내용이구나, 라는 걸

00:28:48.457 --> 00:28:50.218
우리가 알 수 있어야 되고요.

00:28:50.318 --> 00:28:51.235
영희 보겠습니다.

00:28:51.335 --> 00:28:57.056
안테나는 전자기파를 송신하거나
수신할 수 있습니다.

00:28:57.156 --> 00:29:01.169
교류를 이용하는 형태라고
생각하시면 된다고 그랬죠.

00:29:01.269 --> 00:29:04.917
전자기파 안에는 전기장의 진동과
자기장의 진동이 있고요.

00:29:05.017 --> 00:29:07.812
전기장의 진동이나 자기장의
진동을 만들어낼 수 있는

00:29:07.912 --> 00:29:10.720

가장 간단한 방법이
교류를 이용하는 거죠.

00:29:10.820 --> 00:29:13.244

안테나에 전류를 흘려보내 주거나

00:29:13.344 --> 00:29:17.448

안테나가 전류를 감지할 수
있게 하면 되는 거니까.

00:29:17.548 --> 00:29:19.892

그래서 안테나에 들어있는 자유전자.

00:29:19.992 --> 00:29:21.719

안테나는 금속으로 되어있잖아요.

00:29:21.819 --> 00:29:24.443

안테나에 들어있는
자유전자들을 이용해서

00:29:24.543 --> 00:29:28.172

결국 전자기파를 송신하거나
수신할 수 있습니다.

00:29:28.272 --> 00:29:34.356

철수, 전자기파는 전기장과
자기장이 진동하면서 전파된다.

00:29:34.456 --> 00:29:37.261

전자기파 이름 안에
들어있다고 그랬어요.

00:29:37.361 --> 00:29:42.578

전자기파란 전기장의
진동과 자기장의 진동이

00:29:42.678 --> 00:29:45.640

결합된 파동이다, 라는
뜻이라고 그랬죠?

00:29:45.740 --> 00:29:49.560

빈수, 전자기파는 매질이
없을 때는 전파가 안 돼.

00:29:49.660 --> 00:29:50.328

아니죠.

00:29:50.428 --> 00:29:57.890

전자기파는 전기장의 진동과 자기장의
진동이 결합된 파동이기 때문에

00:29:57.990 --> 00:30:02.557

매질 없이도 진행할 수
있다고 말씀을 드렸어요.

00:30:02.657 --> 00:30:07.135

전기장이 자기장의 진동을, 자기장이
전기장의 진동을 이끌어내면서

00:30:07.235 --> 00:30:10.783
서로가 서로의 진동을 이끌어내면서
90도 진동을 하면서

00:30:10.883 --> 00:30:15.999
쭉쭉 뻗어 나갈 수 있다고
말씀을 드렸었죠.

00:30:16.099 --> 00:30:18.289
정말 어렵지 않게 여러분 것으로

00:30:18.389 --> 00:30:23.333
소화할 수 있었던 단원이었지
않았을까, 라고 생각이 듭니다.

00:30:23.433 --> 00:30:27.232
그럼에도 불구하고 이 단원의
내용도 여러분이 공부해야 돼요.

00:30:27.332 --> 00:30:29.630
외우고 있어야 됩니다.

00:30:29.730 --> 00:30:34.681
그래서 잊지 않도록 여러분만의
노하우를 가지고 학습할 수 있는

00:30:34.781 --> 00:30:37.247
그런 기술을 좀
익혀나가시길 바라요.

00:30:37.347 --> 00:30:38.363
수고하셨습니다.

00:30:38.463 --> 00:30:41.340
다음 강의에서 뵈도록 하겠습니다.