

WEBVTT

00:00:10.648 --> 00:00:11.587

반갑습니다.

00:00:11.687 --> 00:00:14.784

물리학 1 기초개념학습

벽 샘입니다.

00:00:14.884 --> 00:00:20.661

오늘은 16번째 주제, 물질의 자성이라는
내용에 대해서 배워보도록 할게요.

00:00:20.761 --> 00:00:23.726

자성, 이게 무슨 말이나.

00:00:23.826 --> 00:00:26.894

자석의 성질이에요.

00:00:26.994 --> 00:00:30.184

자석의 성질을 떨 수

있는 물질이 있고

00:00:30.284 --> 00:00:32.525

그렇지 않은 물질들이 있거든요.

00:00:32.625 --> 00:00:34.828

개네들은 도대체 어떤

차이가 있는지.

00:00:34.928 --> 00:00:38.684

그리고 자석에 붙는 물질이 있고

자석에 붙지 않는 물질이 있죠.

00:00:38.784 --> 00:00:40.946

그러면 개네들은 또

어떤 차이가 있는지.

00:00:41.046 --> 00:00:45.458

이런 내용들에 대해서 여러분과 함께

공부를 해나가 보도록 할게요.

00:00:45.558 --> 00:00:49.047

오늘 강의를 통해서 여러분이 반드시

익혀야 될 핵심 용어들입니다.

00:00:49.147 --> 00:00:53.464

도대체 정확하게 자성이 뭔지

기억하셔야 될 것 같고요.

00:00:53.564 --> 00:00:55.610

그리고 자화라는 표현도 있어요.

00:00:55.710 --> 00:00:58.464

자석화된다는 의미입니다.

00:00:58.564 --> 00:01:03.828

그러면 자석화된다는 건 도대체 뭘까도

여러분과 함께 알아보도록 하겠고요.

00:01:03.928 --> 00:01:08.238

자성을 띠는 물질을 우리는 크게 세 가지로 분류를 합니다.

00:01:08.338 --> 00:01:11.522

강자성체, 상자성체, 반자성체.

00:01:11.622 --> 00:01:14.868

물론 자성을 아예 띠지 않는 물질도 존재해요.

00:01:14.968 --> 00:01:20.549

그러면 애네들과는 어떤 차별성을 갖고 있는지를 확인해보도록 할 거고요.

00:01:20.649 --> 00:01:24.353

자성을 띠는 물질들의 근본적인 원인이 있습니다.

00:01:24.453 --> 00:01:28.663

그 원인이 바로 뭐냐, 전자의 궤도운동, 전자의 스핀 운동.

00:01:28.763 --> 00:01:29.938

이런 것들이 있거든요.

00:01:30.038 --> 00:01:35.681

이런 것들이 어떻게 그 영향 아래 놓이게 되는지를 확인해 나가보도록 할게요.

00:01:35.781 --> 00:01:42.808

그러면 강의에 들어가기에 앞서서 간단한 실험 하나 보고 들어가도록 하겠습니다.

00:01:42.908 --> 00:01:45.066

지금 말굽자석이 있고요.

00:01:45.166 --> 00:01:49.842

이 말굽자석에 제가 여러분이 즐겨 쓰는 칠판을 붙여놨습니다.

00:01:49.942 --> 00:01:50.856

지금 어때요?

00:01:50.956 --> 00:01:55.896

자석에 칠판들이 짹 붙어 있습니다.

00:01:55.996 --> 00:02:00.604

우리가 잘 알다시피 쇠로 구성된 물질은 자석에 붙고요.

00:02:00.704 --> 00:02:08.470

그 자석에 붙은 칠판에 또 쇠가 붙고 또 쇠가 붙고 또 쇠가 붙을 수 있습니다.

00:02:08.570 --> 00:02:12.909

그러면 제가 여기서 이 칠판을 자석에서 떼어볼게요.

00:02:13.009 --> 00:02:17.520

그러면 이 연결되어있는

침핀들은 어떻게 될까.

00:02:17.620 --> 00:02:19.461
일단 떼어보도록 하겠습니다.

00:02:19.561 --> 00:02:22.746
애를 톡 한번 떼봤습니다.

00:02:22.846 --> 00:02:24.137
어때요?

00:02:24.237 --> 00:02:26.369
그대로 붙어있어.

00:02:26.469 --> 00:02:29.449
왜 그대로 붙어있을까? 애네들이
왜 떨어지지 않을까요?

00:02:29.549 --> 00:02:37.201
그리고 아까 여기에 붙어있던 침핀을
여기다 또 하나 붙여볼게요.

00:02:37.301 --> 00:02:38.641
그러면 어때요? 또 붙어요.

00:02:38.741 --> 00:02:41.105
그러면 이건 뭘 의미하는 거야?

00:02:41.205 --> 00:02:47.180
이 쇠인 이 침핀들이 지금
자석이 되어있구나, 라는 걸

00:02:47.280 --> 00:02:48.688
여러분이 확인할 수 있을 거예요.

00:02:48.788 --> 00:02:53.912
자석이 되어있기 때문에 지금 쇠들을
붙여놓은 상태를 유지할 수 있고

00:02:54.012 --> 00:02:59.142
추가적으로 이 쇠들을
또 붙게 만드는구나.

00:02:59.242 --> 00:03:04.612
이 쇠들을 또, 이 침핀들을 또
붙게 만드는구나, 라는 걸

00:03:04.712 --> 00:03:06.619
여러분이 확인할 수
있을 것 같아요.

00:03:06.719 --> 00:03:12.056
지금 왜 이런 일들이 일어나는지를
이제부터 설명드려나가보도록 하겠습니다.

00:03:12.156 --> 00:03:15.464
방금 전에 보셨다시피,
그리고 지금도 보다시피

00:03:15.564 --> 00:03:18.081
자석은 쇠에 달라붙어요.

00:03:18.181 --> 00:03:22.109

왜 자석이 쇠에
달라붙을 수 있을까.

00:03:22.209 --> 00:03:29.111

그리고 아까 보셨다시피 자석에 달라붙은
쇠 밑에 또 쇠가 붙을 수 있고요.

00:03:29.211 --> 00:03:31.200

그 밑에 또 쇠가 붙을 수 있어요.

00:03:31.300 --> 00:03:36.459

그러고 나서 쇠를 떼어냈는데도
여전히 쇠들은 붙어있다는 걸

00:03:36.559 --> 00:03:38.331

여러분이 확인할 수 있었을 거예요.

00:03:38.431 --> 00:03:39.892

왜 이런 현상이 일어날까.

00:03:39.992 --> 00:03:42.741

여기서 이런 이야기를 한번
해보도록 하겠습니다.

00:03:42.841 --> 00:03:46.187

여기 지금 이렇게 자석이 있어요.

00:03:46.287 --> 00:03:51.543

자석은 우리가 너무나도 잘
알다시피 N극과 S극이 있습니다.

00:03:51.643 --> 00:03:58.066

이 N극과 S극으로 구성되어있는
자석을 내가 반으로 똑 잘라서

00:03:58.166 --> 00:04:01.668

이렇게 나누었습니다.

00:04:01.768 --> 00:04:02.770

그러면 어떻게 되죠?

00:04:02.870 --> 00:04:06.492

N극 따로 S극 따로가 되나요?
아니죠.

00:04:06.592 --> 00:04:10.981

N, S가 되고요.
애도 다시 N, S가 됩니다.

00:04:11.081 --> 00:04:18.428

그러면 이렇게 나뉜 N, S를
또 반으로 똑똑 쪼갬니다.

00:04:18.528 --> 00:04:19.535

그러면 어떻게 되나요?

00:04:19.635 --> 00:04:22.084

N, S, N, S
따로따로 되나요?

00:04:22.184 --> 00:04:22.891
아니죠.

00:04:22.991 --> 00:04:28.943
또다시 N-S, N-S,
N-S, N-S가 됩니다.

00:04:29.043 --> 00:04:31.539
그러면 애네를 또
자르면 어떻게 되죠?

00:04:31.639 --> 00:04:37.822
또 잘라도 여전히 N-S,
N-S가 됩니다.

00:04:37.922 --> 00:04:40.149
그러면 이걸 또 자르면
어떻게 됩니까?

00:04:40.249 --> 00:04:42.213
또 N-S가 됩니다.

00:04:42.313 --> 00:04:43.757
그러면 이거 또 자르면
어떻게 돼요?

00:04:43.857 --> 00:04:46.836
또 잘라도 또 N-S가 됩니다.

00:04:46.936 --> 00:04:51.293
언제까지 도대체 애네는
N-S가 될까.

00:04:52.397 --> 00:04:53.959
없어질 때까지?

00:04:54.059 --> 00:04:55.335
그러면 없어진다는 건 뭐야?

00:04:55.435 --> 00:05:00.645
쇠를 쪼개다 보면 없어져, 뭐가 없어져?
어디로 가?

00:05:00.745 --> 00:05:02.538
또 이런 질문도 한번 해볼게요.

00:05:02.638 --> 00:05:04.411
아직 답을 말씀드리진 않겠고요.

00:05:04.511 --> 00:05:15.138
도대체 이 자석은 어떤
방법으로 만들까.

00:05:15.238 --> 00:05:17.372
이 자석을 만들어낸 거 아니야.

00:05:17.472 --> 00:05:19.057
이걸 땅에서 캐낸 거 아니거든요.

00:05:19.157 --> 00:05:20.545

우리가 만들어냈어요.

00:05:20.645 --> 00:05:24.023
이 자석을 만들어내는 방법은 뭘까.

00:05:24.123 --> 00:05:26.634
자석을 만들어내는 방법은 뭐냐면요.

00:05:26.734 --> 00:05:28.284
씻물을 녹여요.

00:05:28.384 --> 00:05:32.358
그런 다음에 이것을
원하는 틀에 붓습니다.

00:05:32.458 --> 00:05:36.020
말굽자석이면 이런 모습으로 붙고요.

00:05:36.120 --> 00:05:38.709
막대자석이면 이런
모습으로 붙는 거죠?

00:05:38.809 --> 00:05:41.198
어쨌든 말굽자석은
막대자석을 만든 다음에

00:05:41.298 --> 00:05:46.012
이렇게 흰 거에 불과하긴 하지만
어쨌든 원하는 틀에 붓습니다.

00:05:46.112 --> 00:05:50.824
그런 다음에 이것을
식히는데, 씻물을 식히는데

00:05:50.924 --> 00:05:56.292
씻물을 그냥 공기 중에서
물 뿌려가면서 식히면

00:05:56.392 --> 00:05:58.417
그냥 쇳덩어리가 됩니다.

00:05:58.517 --> 00:05:59.959
그냥 철이 됩니다.

00:06:00.059 --> 00:06:03.864
그런데 이 쇳물을 식힐 때
어디다 식히느냐,

00:06:03.964 --> 00:06:09.625
한쪽에 강력한 N극, 한쪽은
강력한 S극을 사이에 두고

00:06:09.725 --> 00:06:14.092
쇳물을 틀에 부어서 여기서 식히면.

00:06:14.192 --> 00:06:21.901
여기서 이렇게 통으로 돌려가면서
식히면 애가 어떻게 되느냐,

00:06:22.001 --> 00:06:26.473
S, N이 되는 자석이 됩니다.

00:06:26.573 --> 00:06:29.106

그러면 여기서 우리가
알 수 있는 게 뭘까요?

00:06:29.206 --> 00:06:35.446

첫물을 그냥 물에다 공기 중에서
식히면 첫덩어리가 되는데

00:06:35.546 --> 00:06:40.644

애를 강력한 자석 사이에
식히면 자석이 되는구나.

00:06:40.744 --> 00:06:47.922

결국 자석과 쇠는 동일한 원소,
원자로 구성되어있구나, 라는 걸

00:06:48.022 --> 00:06:50.305

우리가 판단할 수 있었을 거예요.

00:06:50.405 --> 00:06:52.761

이렇게 하면 또 이런
질문하는 친구들 있더라고요.

00:06:52.861 --> 00:06:58.286

선생님, 양쪽에 강력한 자석은
어떻게 만들어내나요?

00:06:58.386 --> 00:07:00.010

이거 만들어내는 거 굉장히 쉬워.

00:07:00.110 --> 00:07:02.427

우리가 앞에 강의에서 배웠어.

00:07:02.527 --> 00:07:04.797

뭘 이용하면 돼?

00:07:04.897 --> 00:07:07.209

솔레노이드 이용하면 되죠.

00:07:07.309 --> 00:07:09.893

여기에 솔레노이드 하나 두고
여기다 솔레노이드 하나 두고

00:07:09.993 --> 00:07:13.234

여기에 전류를 흘려보내서
이쪽에 N극 만들고

00:07:13.334 --> 00:07:16.119

이쪽에 전류를 흘려보내서
여기다 S를 만드는데

00:07:16.219 --> 00:07:20.572

전류를 강하게 흘려주고 감은 수를
많이 감으면 여기가 강한 N극이 되고

00:07:20.672 --> 00:07:23.483

여기에 전류를 강하게
흘려주고 많이 감아주면

00:07:23.583 --> 00:07:25.296

이쪽이 강한 S극이 되죠.

00:07:25.396 --> 00:07:30.460
전자석을 이용해서 이런 것도
다 만들어낼 수 있는 거죠.

00:07:31.678 --> 00:07:35.511
여러분 어릴 때 이런 거
실험해봤는지 모르겠지만

00:07:35.611 --> 00:07:39.330
긴 못에다 전선을 막 감아요.

00:07:39.430 --> 00:07:44.121
그런 다음에 여기 전선에
전류를 흘려보내 주면

00:07:44.221 --> 00:07:48.546
이 쇠못이 자석이 되거든요.

00:07:48.646 --> 00:07:55.672
그런데 그 쇠에 전선을 감아서
전류를 흘려보내 주기 전에

00:07:55.772 --> 00:08:02.176
그 쇠에 열을 가해서
조금 유하게 만든 다음에

00:08:02.276 --> 00:08:04.943
전선을 감은 다음에 전류를
재빨리 흘려보내 주잖아요?

00:08:05.043 --> 00:08:13.747
그러면 훨씬 더 강하게 이 쇠를
자석으로 만들어낼 수가 있었습니다.

00:08:13.847 --> 00:08:19.208
이런 것들을 여러분이 좀 기반으로
어떤 결론을 만들어낼 수 있을까요?

00:08:19.308 --> 00:08:23.643
바로 뭐냐, 이 자석은 일단
쇠로 구성되어있습니다.

00:08:23.743 --> 00:08:27.548
물론 네오디뮴이라는 원소를
이용하기도 합니다.

00:08:27.648 --> 00:08:30.428
그런데 여기서는 그냥 철 Fe.

00:08:30.528 --> 00:08:33.673
췌덩어리로 말쑥을
드려나가보도록 하겠습니다.

00:08:33.773 --> 00:08:39.155
그러면 일반적인 췌덩어리와
자석은 어떤 차이가 있을까.

00:08:39.255 --> 00:08:41.808
얘는 췌덩어리고요.

00:08:41.908 --> 00:08:48.511

애는 자석이라면 자석과 쇠는
동일한 원소로 구성되어있어요.

00:08:48.611 --> 00:08:53.570

Fe라는 동일한 원소로
구성되어있는데

00:08:53.670 --> 00:09:00.860

그래서 우리는 자석을 자철석이라는
표현으로도 쓰거든요.

00:09:00.986 --> 00:09:03.545

어떤 차이가 있느냐,

00:09:03.645 --> 00:09:15.265

쇠는 구성하고 있는 입자들이
막 열기설기 되어있습니다.

00:09:15.365 --> 00:09:23.439

그에 비해서 자석은 구성하고 있는
철의 입자 원소가 어떻게 되어있느냐,

00:09:23.539 --> 00:09:27.232

이렇게 나란하게 배열되어있습니다.

00:09:27.332 --> 00:09:29.997

그러면 어떻게 나란하게
배열되어있느냐,

00:09:30.097 --> 00:09:33.093

아까 말씀드렸듯이 자석을
쪼개도 N-S,

00:09:33.193 --> 00:09:36.046

쪼개도 N-S, 쪼개도
N-S라고 그랬죠?

00:09:36.146 --> 00:09:42.608

애네가 언제까지 N-S냐,
원자 1개까지 N-S입니다.

00:09:42.708 --> 00:09:47.181

자석을 구성하고 있는 원자
1개까지 N-S입니다.

00:09:47.281 --> 00:09:53.430

그런데 그 자석을 구성하고 있는 원자
1개를 쪼개면 N-S가 사라져버려요.

00:09:53.530 --> 00:09:56.415

그래서 여러분이 기억하셔야 될
것 중에 하나가 또 뭐냐,

00:09:56.515 --> 00:10:01.115

자석은 N극 따로 S극
따로 존재할 수 없습니다.

00:10:01.215 --> 00:10:06.212

N-S가, N극과 S극이 무조건

쌍으로 존재하게 되어있어요.

00:10:06.312 --> 00:10:09.748

여러분 중에 누군가가
N극 따로 분리하고

00:10:09.848 --> 00:10:16.492

S극 따로 분리되는 물질
또는 방법을 개발하면

00:10:16.592 --> 00:10:19.831

그 자체로 노벨상입니다.

00:10:19.931 --> 00:10:24.039

내가 가르친 애가 아이디어를 얻어서
노벨상을 수상할 수 있다면

00:10:24.139 --> 00:10:29.415

저는 그거보다 더한 영광이
없을 것 같아요.

00:10:29.515 --> 00:10:34.867

이 방법을 여러분이 고안해서
노벨상을 받게 된다면

00:10:34.967 --> 00:10:37.527

제가 지금 아이디어를 제공했잖아요?

00:10:37.627 --> 00:10:39.883

그러니까 저한테 약간의...

00:10:39.983 --> 00:10:45.772

그렇지 않더라도 노벨상 수상할
때 이런 생각을 할 수 있게

00:10:45.872 --> 00:10:48.536

출발점을 제안해주신 남벽우
선생님한테 감사드립니다.

00:10:48.636 --> 00:10:52.979

이런 멘트 하나 날려주시면 참
고맙겠다는 생각도 있지만

00:10:53.079 --> 00:10:57.398

어쨌든 내가 하면 좋은데 나는
머리가 굳어서, 배움이 짧아서

00:10:57.498 --> 00:10:58.710

더 이상 하지 못해.

00:10:58.810 --> 00:11:01.595

여러분에게 그 기회를
넘겨드리도록 하겠습니다.

00:11:01.695 --> 00:11:04.524

어쨌든 원자 1개까지 N-S라고.

00:11:04.624 --> 00:11:18.133

결국 어떻게 되는 거냐, 자석의 원자들은
N-S가 N-S, N-S, N-S예요.

00:11:18.233 --> 00:11:23.376

그래서 확대해서 다시 보면
몇 개만 그려볼게요.

00:11:23.476 --> 00:11:28.154

쇠는 입자에 N-S가
이런 식으로 되어있어요.

00:11:28.254 --> 00:11:39.579

무슨 말이냐, N-S, N-S,
N-S, N-S가 뒤죽박죽이라고요.

00:11:39.679 --> 00:11:52.111

그런데 자석은 N-S가 N-S,
N-S, N-S, N-S...

00:11:52.211 --> 00:11:53.076

이렇게 되어있다고요.

00:11:53.176 --> 00:11:57.720

원자 하나하나가 다
N-S를 갖고 있어요.

00:11:57.820 --> 00:12:01.026

원자 하나하나가 다
N-S를 갖고 있는데

00:12:01.126 --> 00:12:07.162

쇠는 N-S 원자가 다 뒤죽박죽,
자석은 일자로 배열.

00:12:07.262 --> 00:12:15.742

그러니까 잘라도 N-S, 잘라도
N-S, 잘라도 N-S가 되는 겁니다.

00:12:15.842 --> 00:12:22.438

그 N-S를 갖고 있는 원자를
자르면 N-S가 사라져버리고요.

00:12:22.538 --> 00:12:24.549

신기하죠?

00:12:24.649 --> 00:12:26.310

이런 특징을 갖고 있어요.

00:12:26.410 --> 00:12:28.639

그러면 여기서 우리가
궁금한 게 있습니다.

00:12:28.739 --> 00:12:33.518

도대체 이 원자는 왜
N-S를 갖고 있을까.

00:12:33.618 --> 00:12:38.011

이것도 여러분이 좀 판단을
해야 되지 않을까요?

00:12:38.111 --> 00:12:40.557

그것도 판단을 해보도록 할게요.

00:12:40.657 --> 00:12:46.518

그러면 그 전에 그래서 이
자석에 쇠를 붙이잖아요?

00:12:46.618 --> 00:12:47.700
그러면 어떻게 돼요?

00:12:47.800 --> 00:12:53.289
이 쇠가, N-S가
이거처럼 완벽하진 않지만

00:12:53.389 --> 00:13:01.019
대략적으로 N-S로 이런
식으로 배열이 되는 겁니다.

00:13:01.119 --> 00:13:05.934
N-S로 대략적으로 N-S가
이렇게 배열이 돼요.

00:13:06.034 --> 00:13:10.223
그래서 애도 결과적으로 한쪽은
N극, 한쪽은 S극.

00:13:10.323 --> 00:13:17.402
한쪽은 N극, 한쪽은 S극 형태가 돼서
쇠가 자석에게 달라붙을 수 있고요.

00:13:17.502 --> 00:13:21.379
그 N-S를 유지하고 있기 때문에

00:13:21.479 --> 00:13:27.781
계속 그 밑에 쇧덩어리를
붙여나갈 수 있었던 거죠.

00:13:27.881 --> 00:13:34.919
이게 바로 쇠가 자석의
성질을 띠게 되는구나.

00:13:35.019 --> 00:13:42.304
결국 자석의 성질을 띤다는
말은 자성이 된다.

00:13:42.404 --> 00:13:47.683
또는 자화된다는 말은
원자들의 배열이

00:13:47.783 --> 00:13:53.390
이처럼 특정 N-S로 배열한다는
것을 뜻하는 겁니다.

00:13:53.490 --> 00:13:58.715
특정 방향으로 N-S,
N-S, N-S를 띠게 되면

00:13:58.815 --> 00:14:06.613
애는 자성을 띠었다 또는 자화됐다고
표현을 하게 되는 거죠.

00:14:06.713 --> 00:14:09.139
그렇다면 여기서 좀 더
근본적인 이야기.

00:14:09.239 --> 00:14:12.127

왜 쇠를 구성하고 있는 원소.

00:14:12.227 --> 00:14:19.702

네오디뮴 자석, 네오디뮴을 구성하고 있는 원소는 왜 N-S를 띠게 됐을까.

00:14:19.802 --> 00:14:21.828

그 이야기도 해봐야 될 것 같아요.

00:14:21.928 --> 00:14:28.661

우리는 앞선 15번, 전류에 의한 자기장 강의에서 뭘 배웠느냐,

00:14:28.761 --> 00:14:36.602

자기장, 자석의 기운을 가지려면 반드시 뭐가 필요하다고 했느냐,

00:14:36.702 --> 00:14:40.505

전류가 필요하다고 했습니다.

00:14:40.605 --> 00:14:44.619

바로 전류가 있어야만 자석의 기운.

00:14:44.719 --> 00:14:46.671

자석화 될 수 있습니다.

00:14:46.771 --> 00:14:50.895

자성을 띌 수 있습니다.

00:14:50.995 --> 00:14:55.002

그러면 전류가 자기장을 만들어요.

00:14:55.102 --> 00:15:01.634

그런데 자석을 구성하고 있는 원소는 그 자체로 N-S를 띠고 있습니다.

00:15:01.734 --> 00:15:05.127

그러면 어떻게 자기장을 띌 수 있을까?

00:15:05.227 --> 00:15:10.902

그렇죠, 그 자석을 띠고 있는 원소 안에 전류가 있다는 겁니다.

00:15:11.002 --> 00:15:14.653

자석을 구성하는 원소 안에 전류가 있어요.

00:15:14.753 --> 00:15:18.507

그러면 자석을 구성하는 원소 어디에 전류가 있을까?

00:15:18.607 --> 00:15:22.916

이 자석에 전류가 있다는 거잖아, 어디에 전류가 있어?

00:15:23.016 --> 00:15:30.474

원소 안에 보면, 원소는 원자고 원자는 뭐랑 뭘 갖고 있어요?

00:15:30.574 --> 00:15:37.411
원자핵과 전자를 가지고 있어요.

00:15:37.511 --> 00:15:40.374
그런데 이 전자가
가만히 있지 않아요.

00:15:40.474 --> 00:15:41.740
움직이고 있어요.

00:15:41.840 --> 00:15:43.974
쉽게 이야기하면 돌고 있어요.

00:15:44.074 --> 00:15:49.315
우리는 전자의 이동을 뭐라고
부르느냐, 전기적 흐름.

00:15:49.415 --> 00:15:51.753
즉 전류라고 부를 수 있습니다.

00:15:51.853 --> 00:15:54.498
물론 여러분이 여기서
기억해야 될 건 바로 뭐냐,

00:15:54.598 --> 00:16:15.529
전류의 방향과 전자의 이동
방향은 반대 방향입니다.

00:16:15.629 --> 00:16:18.366
애네 둘이 반대야.

00:16:18.466 --> 00:16:22.150
그러면 예를 들어서 전자가
이렇게 이동하고 있잖아요?

00:16:22.250 --> 00:16:26.256
전자가 이렇게 이동하고 있으면
전류는 어떻게 흐르는 거야?

00:16:26.356 --> 00:16:29.702
전류는 이렇게 흐르는 거라고요.

00:16:29.802 --> 00:16:33.474
반대로 전류가 흐르는 거라고요.

00:16:33.602 --> 00:16:38.881
전류가 이렇게 흐르는
거랑 똑같은 효과라고.

00:16:38.981 --> 00:16:44.232
전류가 이렇게 흐르면 이걸
마치 뭐랑 비슷해 보여요?

00:16:44.332 --> 00:16:47.161
원형도선과 비슷해 보이죠.

00:16:47.261 --> 00:16:50.162
원형도선처럼 전류가 나타나는 거죠.

00:16:50.283 --> 00:16:57.434
그러면 원형도선에 흐르는 전류에

의한 자기장이 형성되겠죠.

00:16:57.534 --> 00:17:01.336
따라서 먼저 이걸 좀 입체적으로
그리면, 입체적은 아닐 수 있겠지만

00:17:01.436 --> 00:17:02.772
원자핵이 있고요.

00:17:02.872 --> 00:17:14.827
그 주변에 전자가
이렇게 흐르고 있으면

00:17:14.927 --> 00:17:21.064
전류는 이거의 반대
방향으로 흐르는 모습이니까

00:17:21.164 --> 00:17:22.954
자기장이 어떻게 형성되겠어요?

00:17:23.054 --> 00:17:26.598
이런 방향으로 형성되겠죠.

00:17:26.698 --> 00:17:34.136
전자가 이렇게 돌고 있으면
전류는 이렇게 흐르는 거니까

00:17:34.236 --> 00:17:40.379
반대로 흐르는 거니까 전류에
의한 자기장 방향에 의해서

00:17:40.479 --> 00:17:47.700
이 내부에, 이 회전하고 있는 내부에
자기장이 이렇게 형성이 될 수 있다고요.

00:17:47.800 --> 00:17:53.767
그래서 이렇게 전자가
자기장을 형성하고 있구나.

00:17:53.867 --> 00:17:59.125
이렇게 자기장을 형성하게 되면 애를
하나의 자석이라고 볼 수 있죠?

00:17:59.225 --> 00:18:07.632
여기 지금 보시면,
이렇게 있는 거잖아?

00:18:07.758 --> 00:18:09.943
그러니까 이렇게 자기장이 형성되죠?

00:18:10.043 --> 00:18:13.205
그러면 애를 하나의 솔레노이드
전자석이라고 본다면

00:18:13.305 --> 00:18:16.086
아래쪽이 무슨 극이 되는 거야?

00:18:16.186 --> 00:18:20.957
자기장이 뿔어져 나오는 N극, 위쪽이
자기장이 모여 들어가는 S극.

00:18:21.057 --> 00:18:24.191

아니면 나침반을 한번 봐본다고
생각하셔도 될 것 같고요.

00:18:24.291 --> 00:18:26.500

이렇게 해서 자석이 되는 겁니다.

00:18:26.600 --> 00:18:28.048

여기서 전자를 딱 떼내.

00:18:28.148 --> 00:18:30.424

그러면 어떻게 되겠어요?

00:18:30.524 --> 00:18:32.718

전자의 운동이 없어져 버리는 거죠?

00:18:32.818 --> 00:18:37.407

그러면 원자 자체가 자성을
떨 수 없게 됩니다.

00:18:37.507 --> 00:18:39.952

그래서 원자까지만
자석을 떨 수 있어서

00:18:40.052 --> 00:18:43.312

우리는 원자 자석이라는
표현도 쓰고 있어요.

00:18:43.412 --> 00:18:44.900

그런데 한 가지가 더 있어요.

00:18:45.000 --> 00:18:52.449

바로 뭐냐, 전자는 원자핵 주위를 공전만
하는 게 아니라 자전도 하고 있어요.

00:18:52.549 --> 00:19:00.372

결국 전자는 원자핵 주위를
자전하면서 공전하고 있어요.

00:19:00.472 --> 00:19:04.114

이 전자의 자전에 의해서.

00:19:04.214 --> 00:19:13.181

전자가 이렇게 있으면 자전을
한다고 생각해보겠습니다.

00:19:13.281 --> 00:19:15.533

그러면 전자가 이렇게
자전하는 거잖아?

00:19:15.633 --> 00:19:21.248

그러면 이 전자의 이동을
이렇게라고 가정할 수 있죠?

00:19:21.348 --> 00:19:23.705

전자의 이동을 이렇게
가정할 수 있습니다.

00:19:23.805 --> 00:19:29.328

전자의 이동 방향의 반대 방향을 우리는
전류의 방향이라고 약속을 했고요.

00:19:29.428 --> 00:19:34.331

그래서 전자의 자전
방향의 반대 방향으로

00:19:34.431 --> 00:19:37.669

전류의 방향인 것처럼
생각할 수 있으므로

00:19:37.769 --> 00:19:44.983

역시나 이때도 자기장의 방향은 이
방향으로 형성되어질 수 있다.

00:19:45.083 --> 00:19:52.649

결국 이 전자는 이렇게 공전하면서
이렇게 자전하고 있는 거죠.

00:19:52.749 --> 00:19:58.901

이렇게 자전하면서 이렇게
공전하고 있다고요.

00:19:59.001 --> 00:20:11.176

그러니까 자전에 의한 자기장 효과랑
공전에 의한 자기장 효과가

00:20:11.276 --> 00:20:16.107

합쳐져서 자기장을 형성할
수 있게 되는 겁니다.

00:20:16.207 --> 00:20:24.261

결국 원자가 자성을 띌 수 있는 이유는
바로 스핀 운동에 의한 자기장,

00:20:24.361 --> 00:20:28.681

공전 궤도 운동에 의한
자기장이 합쳐진 형태죠.

00:20:28.781 --> 00:20:35.258

그래서 철 같은 경우는 전기적으로
중성을 띠고 있는 철은

00:20:35.358 --> 00:20:41.473

전자를 26개 갖고 있거든요.

00:20:41.573 --> 00:20:50.651

원자 안에 들어있는 26개의 전자가 거의
같은 방향으로 자전과 공전을 하고 있다.

00:20:50.751 --> 00:20:52.561

이렇게 생각하시면 될 것 같아요.

00:20:52.661 --> 00:20:55.679

거의 같은 방향으로 자전과
공전을 애네들이 다 하니까

00:20:55.779 --> 00:21:00.285

이 전자마다 다 자기장을 같은
방향으로 만들어내고 있고

00:21:00.385 --> 00:21:07.574

그래서 철 원자 자체가 하나의

자석이 될 수 있습니다.

00:21:07.674 --> 00:21:12.560
그에 비해서 자석이 달라붙지
않는 원소들이 있어요.

00:21:12.692 --> 00:21:15.646
뭐?
알루미늄, 나무, 금, 구리, 은.

00:21:15.746 --> 00:21:18.484
이런 것들은 자석이 절대
달라붙지 않습니다.

00:21:18.584 --> 00:21:19.628
그러면 이걸 뭘 의미해?

00:21:19.728 --> 00:21:22.964
애네는 자석화 될 수
없다는 소리고요.

00:21:23.064 --> 00:21:25.143
애네들이 자석화될 수 없는 이유는

00:21:25.243 --> 00:21:32.534
그 원소 안에 있는 전자들의 공전 방향과
자전 방향이 다 제각각인 거야.

00:21:32.634 --> 00:21:37.467
다 제각각 뒤죽박죽 엉망진창이니까
이게 한쪽 방향으로,

00:21:37.567 --> 00:21:41.385
특정한 방향으로 N, S를 구성할
수 없게 되어있는 거죠.

00:21:41.485 --> 00:21:44.375
그런데 철, 네오디뮴, 코발트.

00:21:44.475 --> 00:21:50.923
이런 원소들은 그 원소를
구성하고 있는 전자들이

00:21:51.023 --> 00:21:55.521
대부분 한쪽 방향의 공전과
자전을 이루고 있기 때문에

00:21:55.621 --> 00:22:02.231
한쪽 방향의 자기장을 형성할 수
있게 된다는 것을 뜻하고 있습니다.

00:22:03.406 --> 00:22:04.354
되셨죠?

00:22:04.454 --> 00:22:12.167
이게 바로 자화, 자석화,
자성의 성질이었다, 라는 걸

00:22:12.267 --> 00:22:14.784
여러분에게 말씀을 드리고요.

00:22:14.884 --> 00:22:21.829
그 자석화 될 수 있는, 자화될 수
있는, 자성을 띌 수 있는 물질에

00:22:21.929 --> 00:22:24.166
크게 세 종류가 있습니다.

00:22:24.266 --> 00:22:25.872
바로 뭐, 뭐, 뭐가 있느냐,

00:22:25.972 --> 00:22:39.943
강자성체라는 아이랑 상자성체라는 아이랑
반자성체라는 아이가 있습니다.

00:22:40.043 --> 00:22:42.677
도대체 애네들은 어떤
특징을 갖고 있느냐는

00:22:42.777 --> 00:22:44.924
여러분이 좀 외워두셔야 합니다.

00:22:45.024 --> 00:22:46.575
어떤 특징을 갖고 있느냐,

00:22:46.675 --> 00:22:49.553
바로 정리해드릴게요.

00:22:49.653 --> 00:22:57.114
강자성체와 상자성체는
일단 자석에 붙습니다.

00:22:58.488 --> 00:22:59.574
외워야 돼.

00:22:59.674 --> 00:23:02.031
그러면 자석에 붙는다는 말은 뭐냐,

00:23:02.131 --> 00:23:09.227
자석과 인력이 작용한다는
것을 뜻하죠.

00:23:09.327 --> 00:23:13.162
그러면 왜 애네는 자석에
붙을 수 있을까.

00:23:13.262 --> 00:23:14.881
이 이야기는 조금 이따가
하도록 하겠고요.

00:23:14.981 --> 00:23:19.042
그에 비해서 반자성체는
어떤 특징을 갖고 있느냐,

00:23:19.142 --> 00:23:23.869
자석에서 밀립니다.

00:23:24.886 --> 00:23:27.886
자석에서 밀린다는
것은 뭘 의미해요?

00:23:27.986 --> 00:23:35.956

자석과 척력, 밀어내는
힘이 작용하게 됩니다.

00:23:36.056 --> 00:23:39.086

그러면 왜 이런 특징을 갖고
있느냐, 이렇게 되는 겁니다.

00:23:39.186 --> 00:23:43.344

자석에 붙는다는 건 뭘 의미하느냐.

00:23:43.444 --> 00:23:47.042

자석이 있어요.

00:23:47.142 --> 00:23:52.484

그리고 애가 강자성체나 상자성체라면

00:23:52.584 --> 00:24:00.249

애를 구성하고 있는 원소의 N,
S가 어떻게 된다는 소리야?

00:24:00.349 --> 00:24:07.350

S-N, S-N, S-N으로
배열된다는 것을 뜻하죠.

00:24:07.450 --> 00:24:10.439

그러면 애네들이 S-N,
S-N, S-N으로 배열되면

00:24:10.539 --> 00:24:14.922

이거를 자기장,
자기력선으로 표현하게 되면

00:24:15.022 --> 00:24:17.762

N극에서는 자기장이 뿔어져 나오죠?

00:24:17.862 --> 00:24:23.174

S극에서는 자기장이 모여 들어가죠?

00:24:23.274 --> 00:24:29.861

결과적으로 자석의 자기장
방향으로 강자성체나 상자성체는

00:24:29.961 --> 00:24:32.941

자기장을 형성하게 됩니다.

00:24:33.041 --> 00:24:35.487

그래서 우리는 이거를
뭐라고 부르느냐,

00:24:35.587 --> 00:24:44.003

강자성체와 상자성체는
외부자기장, 자석.

00:24:44.103 --> 00:24:50.836

외부자기장의 방향으로.

00:24:50.936 --> 00:24:55.958

자석의 자기장 방향으로 애네도 자석의
자기장을 띠게 된다는 거죠.

00:24:56.058 --> 00:25:02.764

방향으로 자화된다고 표현을 합니다.

00:25:02.864 --> 00:25:06.985

그에 비해서 반자성체는
어떻게 되느냐,

00:25:07.085 --> 00:25:15.379

자석에 반자성체를 갖다 대면 애가 밀린다는
건 이쪽이 무슨 극이 된다는 소리야?

00:25:15.479 --> 00:25:16.897

N극이 된다는 소리죠.

00:25:16.997 --> 00:25:23.784

그러면 애 안을 구성하고 있는 애가 N-S,
N-S, N-S가 된다는 것을 뜻합니다.

00:25:23.884 --> 00:25:28.553

그러면 이 자석은 자기장이
N극에서 뿔어져 나오죠?

00:25:28.653 --> 00:25:33.611

그런데 N극에서는 이 반자성체는
왼쪽 방향이 N극이 되니까

00:25:33.711 --> 00:25:36.888

애는 이쪽 방향으로
자기장을 뿔어져 내고요.

00:25:36.988 --> 00:25:40.981

반대 방향은 S극이 되니까
자기장은 이쪽 방향.

00:25:41.081 --> 00:25:43.744

N극, S극으로 모여들어가는
방향이 되겠죠.

00:25:43.844 --> 00:25:45.531

결국 어떤 특징을 갖고 있어요?

00:25:45.631 --> 00:25:51.875

자석의 자기장에 반대 방향으로
반자성체는 자기장은 형성합니다.

00:25:51.975 --> 00:25:53.952

그래서 우리는 이걸
뭐라고 표현하느냐,

00:25:54.052 --> 00:26:09.758

외부자기장의 반대 방향으로
자화된다고 표현을 하게 됩니다.

00:26:09.858 --> 00:26:13.032

이게 바로 이런 뜻이 되는 거죠.

00:26:13.132 --> 00:26:17.572

외부자기장 방향으로 자화된다는 건
자석의 자기장 방향으로 자화되니까

00:26:17.672 --> 00:26:20.362

결과적으로 N극 쪽에

S극이 형성되고

00:26:20.462 --> 00:26:22.628
N극의 먼 쪽에 N극이 형성된다.

00:26:22.728 --> 00:26:26.711
반자성체는 외부자기장의 반대
방향으로 자화된다는 거고

00:26:26.811 --> 00:26:29.624
그러면 자기장의 방향을 반대로
설정하게 된다는 거고요.

00:26:29.724 --> 00:26:33.410
따라서 N극 쪽에 N극, N극에서
먼 쪽에 S극이 형성돼서

00:26:33.510 --> 00:26:38.488
자석에서부터 밀리는
현상이 발생하게 된다.

00:26:38.588 --> 00:26:42.140
이런 특징을 갖고 있다는 거
여러분이 기억하셔야 되고요.

00:26:42.240 --> 00:26:44.669
또 하나 어떤 특징을 갖고 있느냐,

00:26:44.769 --> 00:26:50.944
이번에는 강자성체랑 상자성체와
반자성체를 구분할 수가 있습니다.

00:26:51.044 --> 00:26:53.508
얘네는 또 어떻게 구분되느냐,

00:26:53.608 --> 00:26:57.296
강자성체는 어떤 특징을
갖고 있느냐,

00:26:57.396 --> 00:27:15.300
강자성체는 외부자기장을
제거해도 자성을 유지합니다.

00:27:15.400 --> 00:27:21.758
즉 N극 자석을
강자성체에서 멀리해도

00:27:21.858 --> 00:27:29.914
얘는 아까 갖고 있던 N, S
자성을 그대로 유지합니다.

00:27:30.014 --> 00:27:38.955
그래서 아까 보여드렸다고
이 자석에 붙어있는 클립들을

00:27:39.055 --> 00:27:43.899
자석에서 떼어내도 얘네는 여전히
자석일 수 있는 이유가

00:27:43.999 --> 00:27:46.934
바로 이 쇳덩어리는 뭐이기 때문에?

00:27:47.034 --> 00:27:49.012
강자성체이기 때문입니다.

00:27:49.112 --> 00:27:51.876
결국 우리는 뭐라고 생각하면 되냐,

00:27:51.976 --> 00:27:55.445
강자성체가 자석이다,
이렇게 생각하면 돼요.

00:27:55.545 --> 00:27:57.453
강자성체는 자석입니다.

00:27:57.553 --> 00:28:03.238
그러니까 자석을 그대로, 자성을
그대로 유지할 수 있는 거예요.

00:28:03.338 --> 00:28:08.621
그에 비해서 상자성체와 반자성체는
어떤 특징을 갖느냐,

00:28:08.721 --> 00:28:23.659
외부자기장을 제거하면 그
즉시 자성을 잃는다.

00:28:27.951 --> 00:28:33.533
그래서 일반적인 물질들은 상자성체
또는 반자성체의 특징을 갖고 있고요.

00:28:33.633 --> 00:28:38.842
그리고 우리가 쓰는 자석만
강자성체의 특징을 갖고 있죠.

00:28:38.942 --> 00:28:44.945
그래서 우리가 자석을 강자성체로
이용해서 만들어 쓰고 있습니다.

00:28:45.045 --> 00:28:47.606
그런데 한 가지 저도 좀 의문인 건

00:28:47.706 --> 00:28:51.336
상자성체와 반자성의 성질을
갖고 있는 물질을

00:28:51.436 --> 00:28:54.980
이러한 성질을 이용해서 어디다
써먹는 데는 없어요.

00:28:55.080 --> 00:29:00.473
이걸 어떻게 써먹을 수 있으면 좋을
것 같은데, 라는 생각은 있는데

00:29:00.573 --> 00:29:03.140
이걸 어디다 써먹어야 될지도
잘 떠오르지 않고요.

00:29:03.240 --> 00:29:07.185
그냥 외부자기장을 제거하면
자성을 잃는 성질은

00:29:07.285 --> 00:29:09.812

그냥 솔레노이드 같은
거 이용하면 되잖아.

00:29:09.912 --> 00:29:13.340

전류가 흐르면 자석, 전류가
안 흐르면 자석이 아닌.

00:29:13.440 --> 00:29:17.951

이런 것으로 써도 될 것 같아서
애네들을 마땅히 써먹을 데는 없겠다.

00:29:18.051 --> 00:29:20.563

이런 생각도 사실은 들기는 합니다.

00:29:20.663 --> 00:29:26.411

어쨌든 여러분은 이 강자성체, 상자성체,
반자성체가 갖고 있는 특징을

00:29:26.511 --> 00:29:29.364

기억하실 수 있어야 됩니다.

00:29:29.464 --> 00:29:32.879

이런 표현을 여러분이
알고 있어야만 합니다.

00:29:32.979 --> 00:29:35.232

반드시, 오케이?

00:29:35.332 --> 00:29:37.023

기억을 해두시길 바랍니다.

00:29:37.123 --> 00:29:40.311

그러면 이제 마무리를
해나갈 건데요.

00:29:40.411 --> 00:29:46.871

이 강자성체가 어떤 곳에,
어느 곳에 쓰여지는지를

00:29:46.971 --> 00:29:49.212

이제부터 말씀을
드려보도록 하겠습니다.

00:29:49.312 --> 00:29:52.665

방금 전에 말씀드렸듯이
상자성체와 반자성체가

00:29:52.765 --> 00:29:56.412

어떤 공학적이거나 기술적으로
쓰여지는 곳은

00:29:56.512 --> 00:29:58.459

제가 아는 범위에서 없어요.

00:29:58.559 --> 00:30:03.470

그런데 강자성체는 우리 주변에서
굉장히 많이 쓰이고 있습니다.

00:30:03.570 --> 00:30:06.755

그 대표적인 게 바로 뭐냐,

00:30:06.855 --> 00:30:09.501
앞선 강의에서도 말씀을 드렸듯이

00:30:09.601 --> 00:30:15.714
바로 하드디스크를 보면
뭐가 있다고 그랬어요?

00:30:15.814 --> 00:30:17.815
원판 같은 게 있다고 그랬죠?

00:30:17.915 --> 00:30:19.273
뱅글뱅글 도는 원판.

00:30:19.373 --> 00:30:23.410
그 원판이 바로 플래터라고
부르는 아이인데요.

00:30:23.510 --> 00:30:26.165
그 플래터 안에 바로
뭐가 들어있느냐,

00:30:26.265 --> 00:30:27.813
아주 작은 자석.

00:30:27.913 --> 00:30:32.889
즉 강자성체가 들어있는 겁니다.

00:30:32.989 --> 00:30:37.752
아주 작은 강자성체들이
짜 들어있는 거야.

00:30:37.852 --> 00:30:39.821
그래서 애네들이 어떻게 되는 거야?

00:30:39.921 --> 00:30:45.756
N, S를 딱 유지하는 거죠.

00:30:45.856 --> 00:30:49.406
그래서 애네를 제거해도,
전원 장치를 꺼도

00:30:49.506 --> 00:30:51.989
그대로 N, S가 남아있습니다.

00:30:52.089 --> 00:30:57.881
그래야 0 또는 1을
저장할 수 있을 거 아니야.

00:30:57.981 --> 00:30:59.140
딱 제거했어.

00:30:59.240 --> 00:31:03.072
그리고 애네들이 다시
호트러져버리면 저장했던 정보가

00:31:03.172 --> 00:31:04.771
다 날아가 버리는 거죠?

00:31:04.871 --> 00:31:07.930
그래서 이 상태를 그대로

유지하고 있어야만

00:31:08.030 --> 00:31:12.907
정보를 저장할 수 있기 때문에
플래터 안에는 강자성체를 이용해서

00:31:13.007 --> 00:31:14.823
0, 1을 입력하고요.

00:31:14.923 --> 00:31:19.726
그 상태를 유지시켜나가게
되는 거죠.

00:31:19.826 --> 00:31:22.783
또 뭐가 이렇게 사용되고 있느냐,

00:31:22.883 --> 00:31:28.247
바로 마그네틱 카드입니다.

00:31:28.347 --> 00:31:31.014
요즘은 이 마그네틱
카드를 잘 안 쓰죠.

00:31:31.114 --> 00:31:40.755
어쨌든 여러분이 신용카드를 보면 여기에
이렇게 줄 하나가 그어져 있어요.

00:31:40.855 --> 00:31:44.952
검은색 줄일 수도 있고요,
회색 줄일 수도 있고요.

00:31:45.052 --> 00:31:47.515
그리고 이 부분을 굵죠.

00:31:47.615 --> 00:31:49.781
카드로 굵는다고요.

00:31:49.881 --> 00:31:51.495
이 부분에 바로 뭐가 들어있느냐,

00:31:51.595 --> 00:31:57.165
여기에 여러분의 부모님
또는 카드 신용 정보.

00:31:57.265 --> 00:32:00.562
카드 번호 유효 기간,
이름은 누구 건지.

00:32:00.662 --> 00:32:04.986
이게 어디 회사 카드인지 어느
은행이랑 연결되어있는지.

00:32:05.086 --> 00:32:09.861
이런 정보가 여기 안에
다 들어 있습니다.

00:32:10.667 --> 00:32:12.027
어떻게?

00:32:12.127 --> 00:32:16.921
여기에 아주 작은 강자성체들이

들어가 있습니다.

00:32:17.021 --> 00:32:21.836

아주 작은 강자성체들을 여기다
특정하게 배열시켜놨어요.

00:32:21.936 --> 00:32:26.932

그 특정한 배열을 이용해서 바로
정보를 저장하고 있는 거죠.

00:32:27.032 --> 00:32:31.061

0, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 0.

N, S, N, S, N, N, S, S.

00:32:31.161 --> 00:32:32.828

이런 식으로 쭉 배열을 통해서.

00:32:32.928 --> 00:32:36.777

마치 하드디스크랑 비슷하게
해놓고 있는 거죠.

00:32:36.877 --> 00:32:39.584

그래서 그 저장된 정보를
읽기만 하면 되는 거죠.

00:32:39.684 --> 00:32:45.369

읽는 방법은 하드디스크나 마그네틱
카드에 들어있는 강자성체가

00:32:45.469 --> 00:32:50.071

가지고 있는 정보를 읽는 방법은
우리가 이어지는 강의 17강.

00:32:50.171 --> 00:32:52.262

전자기 유도에서 배울 거고요.

00:32:52.362 --> 00:32:55.560

여기서는 이렇게 정보가
입력되어있다.

00:32:55.660 --> 00:33:00.516

물론 요즘 신용카드를 보면
신용카드에 IC 칩이 있잖아요.

00:33:00.616 --> 00:33:05.006

그 IC 칩을 꺾어서 거기서
직접 정보를 빼내긴 하죠.

00:33:05.106 --> 00:33:08.807

왜? 이 방법은 좀 안
좋은 부분이 있어요.

00:33:08.907 --> 00:33:13.666

하드디스크나 마그네틱
카드처럼 강자성체를 이용해서

00:33:13.766 --> 00:33:17.679

정보를 저장하는 물질은 안
좋은 부분이 있습니다.

00:33:17.779 --> 00:33:19.789

뭐가 안 좋을까요?

00:33:19.889 --> 00:33:22.440
만약에 하드디스크나 마그네틱 카드가

00:33:22.540 --> 00:33:26.133
외부에서 강력한 자석을
갖다 대 버리잖아요?

00:33:26.233 --> 00:33:32.240
그러면 여기에 있던 N, S, N, N,
S, S의 정보가 없어져 버립니다.

00:33:32.340 --> 00:33:37.216
흐트러져버립니다.

00:33:37.316 --> 00:33:39.573
여기 안에는 아주 작은
자석들이 들어있는 거야.

00:33:39.673 --> 00:33:43.029
그 아주 작은 자석들이 특정한
N, S로 배열되어있는데

00:33:43.129 --> 00:33:48.073
거기다 대고 이렇게 자석을 문대버리면
저장된 정보가 전부 다 날아가 버리죠.

00:33:48.173 --> 00:33:49.755
하드디스크도 마찬가지예요.

00:33:49.855 --> 00:33:53.362
하드디스크에 이렇게 강력한
자석을 문대주잖아요?

00:33:53.462 --> 00:33:57.615
그러면 거기에 있던 정보가 다
날아가 버리는 일이 발생합니다.

00:33:57.715 --> 00:34:04.451
그래서 이런 고급 전자기기나 이런
방법으로 정보를 저장하고 있는 장치에는

00:34:04.551 --> 00:34:09.385
강력한 자기장 또는 강력한
자석에 가까이하지 마세요.

00:34:09.485 --> 00:34:12.388
이런 주의 문구가
붙어있기도 합니다.

00:34:12.488 --> 00:34:17.401
그게 바로 이러한 이유가
있었기 때문이었던 거죠.

00:34:18.897 --> 00:34:21.951
이런 특징을 우리가 갖고 있고요.

00:34:22.085 --> 00:34:26.787
이런 철판에서도 잘 붙는 고무 자석
안에도 N, S가 다 들어있다는 걸

00:34:26.887 --> 00:34:30.359
여러분이 판단할 수 있는 거죠.

00:34:30.459 --> 00:34:35.978
이런 게 바로 자석의 성질을
떠게 되는 원리이구나, 라는 거

00:34:36.078 --> 00:34:38.083
이야기를 해봤습니다.

00:34:38.183 --> 00:34:43.825
그러면 지금까지 배워온
내용이 수능형 문제에서는

00:34:43.925 --> 00:34:47.833
어떻게 출제됐느냐를
바탕으로 여러분 내신에서도

00:34:47.933 --> 00:34:53.299
어떤 식으로 출제될 가능성이 있을까를
좀 확인해 나가보도록 하겠습니다.

00:34:53.399 --> 00:34:57.389
그러면 이제 1번부터
한번 보도록 하겠습니다.

00:34:57.489 --> 00:34:58.286
1번입니다.

00:34:58.386 --> 00:35:03.058
문제를 봤더니 지금
떠서 정지해있대요.

00:35:03.158 --> 00:35:06.741
자석에 떠서 정지해있다.

00:35:06.841 --> 00:35:09.459
정지라는 말 속에는
뭐가 들어있어요?

00:35:09.559 --> 00:35:13.440
알짜힘이 0이다, 라는
말이 일단 들어있어요.

00:35:13.540 --> 00:35:19.285
그런데 A는 강자성체, 상자성체,
반자성체 중 하나래요.

00:35:19.385 --> 00:35:25.285
그러면 일단 너무나도 당연하게 A는 당연히
아래 방향으로 무슨 힘이 있어요?

00:35:25.385 --> 00:35:26.844
중력이 있어요.

00:35:26.944 --> 00:35:31.915
그런데 떠 있다는 건, 정지해있다는
건, 알짜힘이 0이라는 건

00:35:32.015 --> 00:35:40.299

이 중력의 반대 방향에 동일한 크기의 힘이 나타나고 있다는 것을 뜻하죠.

00:35:40.399 --> 00:35:42.889
그러면 이 힘의 정체는 뭘까.

00:35:42.989 --> 00:35:48.001
결국 자석의 밀리는 힘이겠구나,
라는 것을 뜻하죠.

00:35:48.101 --> 00:35:51.485
애네는 모두 자석으로부터
힘을 받는 애인데

00:35:51.585 --> 00:35:55.604
이 중에 자석으로부터 밀리는
힘을 받는 건 누구예요?

00:35:55.704 --> 00:35:57.491
반자성체죠.

00:35:57.591 --> 00:35:59.829
결국 A는 뭐라는 거야?

00:35:59.929 --> 00:36:07.821
밀리는 힘을 받는 반자성체구나, 라는
걸 우리가 판단할 수 있게 되죠.

00:36:07.921 --> 00:36:08.867
ㄱ부터 보겠습니다.

00:36:08.967 --> 00:36:10.711
A에 작용하는 알짜힘은 0이다.

00:36:10.811 --> 00:36:12.283
당연하죠? 맞죠?

00:36:12.383 --> 00:36:15.884
그러니까 떠서 정지해있는 겁니다.

00:36:15.984 --> 00:36:20.104
ㄴ, 하드디스크에 정보
저장 물질은 A와, 아니죠.

00:36:20.204 --> 00:36:22.469
A는 반자성체예요.

00:36:22.569 --> 00:36:25.872
하드디스크 정보 저장
물질은 뭐예요?

00:36:25.972 --> 00:36:28.256
강자성체입니다.

00:36:28.356 --> 00:36:32.528
강자성체가 바로 하드디스크
정보 저장 물질이다, 라고

00:36:32.628 --> 00:36:33.872
아까 말씀을 드렸어요.

00:36:33.972 --> 00:36:36.825

그래서 $\vec{B}$ 보기는 틀렸음을
확인할 수 있고요.

00:36:36.925 --> 00:36:38.873

$\vec{B}$, A는 원자 자석들.

00:36:38.973 --> 00:36:40.573

원자 자석들은 뭐라고 그랬어?

00:36:40.673 --> 00:36:46.490

원자 단위까지 N, S를 갖고 있는
애들을 우리는 원자 자석이라고 불러요.

00:36:46.590 --> 00:36:53.755

일반적인 자석을 구성하고 있는
물질은 원자까지도 자석입니다.

00:36:53.855 --> 00:36:56.384

그런 애들을 원자 자석이라고
부르고요.

00:36:56.484 --> 00:37:02.728

원자 자석들이 외부 자기장의 방향과
반대 방향으로 자화되어있기 때문에

00:37:02.828 --> 00:37:05.790

반자성을 띠고 있는 거죠.

00:37:05.890 --> 00:37:13.642

강자성체와 상자성체는 외부 자기장의
방향으로 자화된다고 표현을 했었고요.

00:37:13.742 --> 00:37:17.380

그래서 반대 방향으로 자화되는
성질을 갖고 있기 때문에

00:37:17.480 --> 00:37:22.600

바로 반자성체를 갖는다.

00:37:22.700 --> 00:37:27.172

이렇게 해서 1번
문제 해결해봤습니다.

00:37:28.186 --> 00:37:30.792

이번에는 2번 문제
보도록 하겠습니다.

00:37:30.892 --> 00:37:34.159

이번에는 솔레노이드와
결합되어있는 문제네요.

00:37:34.259 --> 00:37:41.412

봤더니 지금 P와 Q는 강자성체
또는 반자성체 중에 하나랍니다.

00:37:41.512 --> 00:37:48.541

봤더니 스위치를 a에 연결하면
P 오른쪽, Q 오른쪽이래요.

00:37:48.641 --> 00:37:50.220

A에 연결해볼게요.

00:37:50.320 --> 00:37:55.259

A에 연결하면 건전지의 플러스
극이 지금 이쪽에 있고

00:37:55.359 --> 00:37:56.813

마이너스 극이 이쪽에 있습니다.

00:37:56.913 --> 00:37:59.659

이쪽이 플러스 극,
이쪽이 마이너스 극.

00:37:59.759 --> 00:38:01.150

그러면 전류가 어떻게 흘러요?

00:38:01.250 --> 00:38:04.578

플러스 극에서 나와서 마이너스
극으로 들어가는 방향입니다.

00:38:04.678 --> 00:38:09.594

따라서 전류가 이렇게 나오고
이렇게 들어갑니다.

00:38:09.694 --> 00:38:11.256

그러면 여기에는 전류가
어떻게 흘러요?

00:38:11.356 --> 00:38:15.125

이 솔레노이드에는 전류가
이렇게 흐르게 됩니다.

00:38:15.225 --> 00:38:18.631

솔레노이드에 전류가 이렇게 흐르면.

00:38:19.840 --> 00:38:23.249

솔레노이드가 있는데
전류가 이렇게 흐르면

00:38:23.349 --> 00:38:26.097

자기장의 방향은 어느 방향이에요?

00:38:26.197 --> 00:38:33.805

왼쪽 방향으로 자기장이 형성됩니다.

00:38:33.905 --> 00:38:37.820

솔레노이드에 전류가 흘러서
자기장을 형성하면

00:38:37.920 --> 00:38:41.583

이 솔레노이드를 뭐라고
부를 수 있다고 그랬어?

00:38:41.683 --> 00:38:43.965

전자석이라고 부를 수
있다고 그랬죠?

00:38:44.065 --> 00:38:45.736

결국 어느 쪽이 N극이에요?

00:38:45.836 --> 00:38:49.493

자기장이 뿔어져 나오는
쪽이 N극이고요.

00:38:49.593 --> 00:38:54.292

자기장이 모여 들어가는
쪽이 S극입니다.

00:38:54.392 --> 00:38:58.291

그런데 P는 이렇게 됐을
때 애가 어떻게 된대?

00:38:58.391 --> 00:39:01.799

오른쪽으로 이동했다는 건 애가
끌려들어 갔다는 소리죠?

00:39:01.899 --> 00:39:03.700

끌려들어 갔다는 건 뭐니까?

00:39:03.800 --> 00:39:09.417

이쪽이 S극, 이쪽이 N극이
된다는 것을 뜻하고요.

00:39:09.517 --> 00:39:11.899

결국 P는 뭐가 된다는 소리야?

00:39:11.999 --> 00:39:18.737

자석의 인력을 받는 강자성체구나,
라는 걸 알 수 있죠.

00:39:18.837 --> 00:39:21.710

결국 P는 뭐가 되는 거예요?

00:39:21.810 --> 00:39:24.822

강자성체구나, 라는
걸 알 수 있고요.

00:39:24.922 --> 00:39:26.714

Q는 오른쪽으로 갔대요.

00:39:26.814 --> 00:39:29.567

Q가 오른쪽으로 갔다는
건 뭘 의미합니까?

00:39:29.667 --> 00:39:32.344

자석에서 멀어지는 애인 거죠?

00:39:32.444 --> 00:39:40.533

자석에서 멀어졌다는 건 같은
극을 형성했다는 소리고

00:39:40.633 --> 00:39:43.179

같은 극을 형성했다는 건 뭐예요?

00:39:43.279 --> 00:39:46.607

애가 형성하는 자기장의
방향은 어떤 방향이니까?

00:39:46.707 --> 00:39:49.773

N극에서 나오고 S극에서
모여 들어가니까

00:39:49.873 --> 00:39:54.073

결국 솔레노이드 전자석이
형성하는 자기장의 방향에

00:39:54.173 --> 00:39:59.174

반대 방향으로 자기장을 형성하는
반자성체구나, 라는 걸

00:39:59.274 --> 00:40:02.583

우리가 알 수 있게 되는 거죠.

00:40:03.205 --> 00:40:11.531

그러니까 스위치를 반대로 연결해서
전류를 반대로 흐르게 해도 어떻게 됩니까?

00:40:11.631 --> 00:40:14.377

강자성체는 여전히 끌려들어 갈 거고

00:40:14.477 --> 00:40:19.198

반자성체는 여전히 밀려나겠죠.

00:40:19.298 --> 00:40:20.441

문제없죠?

00:40:20.541 --> 00:40:22.724

이렇게 해서 ㉠은 뭐가 됩니까?

00:40:22.824 --> 00:40:27.364

여전히 오른쪽 방향일 거다, 라는
걸 우리가 판단할 수 있습니다.

00:40:27.464 --> 00:40:30.003

강자성체는 자석 쪽으로
끌려들어 가고요.

00:40:30.142 --> 00:40:36.126

반자성체는 자석에서 밀려난다고
N, S에 관계없이 무조건.

00:40:36.226 --> 00:40:39.175

이렇게 해서 ㉡부터
보도록 하겠습니다.

00:40:39.275 --> 00:40:44.832

A에 연결했을 때 P는
가까운 면이 S, 맞죠?

00:40:44.932 --> 00:40:47.392

그러니까 끌려들어 가는 거고요.

00:40:47.492 --> 00:40:48.781

㉢ 보도록 하겠습니다.

00:40:48.881 --> 00:40:51.586

Q는,
아니죠? 반자성체예요.

00:40:51.686 --> 00:40:52.604

㉣ 보겠습니다.

00:40:52.704 --> 00:40:54.808

㉠은 오른쪽 방향입니다.

00:40:54.908 --> 00:40:59.281

여전히 밀려 나가는
방향으로 형성되겠다는 거

00:40:59.381 --> 00:41:02.957

우리가 확인할 수 있죠.

00:41:03.057 --> 00:41:06.231

이제 3번 문제로
보도록 하겠습니다.

00:41:06.331 --> 00:41:10.361

3번 문제도 봤더니 지금
뭐라고 나와 있느냐,

00:41:10.461 --> 00:41:19.618

A와 B는 상자성 물질, 반자성 물질
중 하나이다, 라고 되어있습니다.

00:41:19.718 --> 00:41:26.711

자석만 났을 때 저울의
측정값이 1N이래요.

00:41:26.811 --> 00:41:34.347

그러면 이거는 전자가
저울을 누르는 힘.

00:41:34.447 --> 00:41:41.090

즉 전자의 중력값이 결국 1N에
해당하는 값이겠구나, 라는 걸

00:41:41.190 --> 00:41:42.437

우리가 알 수 있어요.

00:41:42.537 --> 00:41:46.106

그러면 여기 지금 자석이 있습니다.

00:41:46.206 --> 00:41:54.406

그런데 A를 여기다
났더니 어떻게 됐어요?

00:41:54.506 --> 00:41:58.297

저울의 측정값이 늘어났습니다.

00:41:58.397 --> 00:41:59.834

그러면 이걸 뭘 의미할까요?

00:41:59.934 --> 00:42:07.501

애가 없을 때 자석이 저울을 누르는
힘이 지금 1N으로 나타났는데

00:42:07.601 --> 00:42:19.054

A를 났더니 자석이 저울을 누르는
힘이 0.001이 증가했다는 소리야.

00:42:19.154 --> 00:42:20.240

그러면 이걸 뭘 의미합니까?

00:42:20.340 --> 00:42:23.534

즉 A가 자석을 밀었구나.

00:42:23.634 --> 00:42:27.279
A가 자석과 척력이 작용하는구나.

00:42:27.379 --> 00:42:31.239
A가 자석을 밀면
자석도 A를 밀죠.

00:42:31.339 --> 00:42:35.279
왜? 작용 반작용이니까.

00:42:35.379 --> 00:42:39.426
결국 이렇게 되면 A는
누구라는 소리야?

00:42:39.526 --> 00:42:43.340
반자성체구나, 라는
걸 알 수 있죠.

00:42:43.440 --> 00:42:49.112
그에 비해서 자석이 이렇게
있을 때 여기다 B를 댑요.

00:42:49.212 --> 00:42:56.836
자석만이 저울을 누르는 힘은
1N인데 애가 눈금이 줄죠?

00:42:56.936 --> 00:42:59.034
애를 놓음으로써 눈금이 줄어요.

00:42:59.134 --> 00:43:00.052
그 말은 뭐야?

00:43:00.152 --> 00:43:02.081
그렇죠, 지금 어떻게
한다는 소리야?

00:43:02.181 --> 00:43:06.301
애가 애를 당기는구나,
라는 걸 알 수 있어요.

00:43:06.401 --> 00:43:09.702
얼마로? 0.002로 당기는구나.

00:43:09.802 --> 00:43:15.676
그러니까 결국은 애가 아래로 누르는
힘의 크기는 줄어들 수밖에 없는 거죠.

00:43:15.776 --> 00:43:18.563
결국 B는 애를 어떻게 했다는 소리야?
당겨요.

00:43:18.663 --> 00:43:20.946
그러면 자석도 애를 당기는 거죠.

00:43:21.046 --> 00:43:25.828
서로 인력이 작용하는 애니까
B는 결국 뭐라는 소리야?

00:43:25.928 --> 00:43:30.481

상자성체구나, 라는 걸
우리가 알 수 있게 되죠.

00:43:30.581 --> 00:43:34.591
이런 방법, 이런 단계를 거쳐서
우리가 판단하면 될 것 같고요.

00:43:34.691 --> 00:43:35.746
ㄱ 보겠습니다.

00:43:35.846 --> 00:43:42.458
자석이 A에 작용하는 힘의 크기는

00:43:42.558 --> 00:43:48.016
자석이 B에 작용하는
힘의 크기보다 작다.

00:43:48.116 --> 00:43:50.641
여기는 지금 0.01의
힘이 작용했고요.

00:43:50.741 --> 00:43:53.502
여기는 0.02의 힘이 작용했으니까

00:43:53.602 --> 00:43:56.807
당연히 A에 작용하는 힘의
크기가 더 작습니다.

00:43:56.907 --> 00:43:57.891
ㄴ 봅시다.

00:43:57.991 --> 00:43:59.778
A는 반자성 물질이다.

00:43:59.878 --> 00:44:01.868
그렇죠, 아까 말씀을
드렸던 거고요.

00:44:01.968 --> 00:44:08.472
B는 지금 어느 쪽이 N극이에요?

00:44:08.572 --> 00:44:13.668
위쪽이 N극이고 아래쪽이
S극이라는 소리죠?

00:44:13.768 --> 00:44:16.464
애가 끌어당기기 위해서는
이쪽이 뭐라는 소리야?

00:44:16.564 --> 00:44:21.347
B의 아래쪽이 무슨 극이 돼야 돼요?
S극이고.

00:44:21.447 --> 00:44:27.833
B의 위쪽이 N극이어야 자석이
B를 당길 수가 있겠죠.

00:44:27.933 --> 00:44:31.642
그래서 B는 자석에 가까운
쪽이 S극입니다.

00:44:31.742 --> 00:44:34.061
그래야 당겨지는 힘이 발생하겠죠.

00:44:34.161 --> 00:44:39.941
그래서 ㄷ번 보기는 틀렸음을
우리가 확인할 수 있었어요.

00:44:40.041 --> 00:44:40.918
이렇게 됐고요.

00:44:41.018 --> 00:44:46.463
이제 마지막 문제 4번으로
들어가도록 하겠습니다.

00:44:48.557 --> 00:44:53.073
4번 문제를 봤더니 4번
문제에 구리 도선이 있고요.

00:44:53.173 --> 00:44:55.172
자석이 그 위에 이렇게 놓여있어요.

00:44:55.272 --> 00:44:57.461
지금 어떤 상황이나,
이렇게 되어있는 거죠?

00:44:57.561 --> 00:45:02.804
지금 이렇게 구리 도선이 놓여있고
여기다 자석을 올려놓은 겁니다.

00:45:02.904 --> 00:45:08.766
애를 자석이라고 본다면 자석을
이렇게 올려놓은 거죠.

00:45:08.866 --> 00:45:15.731
그런데 여기에 전류를 흐르게 했더니 이
자석이 이렇게 180도를 돌았대요.

00:45:15.831 --> 00:45:18.255
애가 이렇게 180도를 돈대요.

00:45:18.355 --> 00:45:19.273
왜 돌았을까?

00:45:19.373 --> 00:45:25.812
바로 이 도선에 전류가 흐름으로써 이
도선이 자기장을 형성하게 되죠.

00:45:25.912 --> 00:45:35.905
그 자기장의 방향으로 자화되기 위해서
애가 돌았다고 표현하면 될 것 같아요.

00:45:36.005 --> 00:45:43.952
어떤 상황이나, 지금 구리 도선에
전류가 이렇게 흐릅니다.

00:45:44.052 --> 00:45:47.297
그러면 위쪽에 자기장은 어느 방향입니까?
이쪽 방향입니다.

00:45:47.397 --> 00:45:49.487
여러분이 보기에 나오는 방향이에요.

00:45:49.587 --> 00:45:53.934

그건 이거를 그대로
옆으로 틀어보겠습니다.

00:45:54.034 --> 00:45:57.459

이렇게 한번 놓고 그림을
다시 그려보도록 할게요.

00:45:57.559 --> 00:46:01.729

전류가 이렇게 흐르니까
이 방향의 자기장인데

00:46:01.829 --> 00:46:05.546

이거를 그대로 틀어서
여기다 그림을 그리면

00:46:05.646 --> 00:46:07.336

여기에 지금 뭐가 있어요?

00:46:07.436 --> 00:46:08.927

구리 도선이 있고요.

00:46:09.027 --> 00:46:12.247

그 구리 도선의 자기장이
어느 방향이에요?

00:46:12.347 --> 00:46:15.529

이 방향이에요.

00:46:15.629 --> 00:46:17.917

그러면 여기 위쪽은 어느
방향이라는 소리야?

00:46:18.017 --> 00:46:20.599

이 방향이라는 소리야.

00:46:20.699 --> 00:46:23.818

그런데 여기에 지금
뭐가 놓여있어요?

00:46:23.918 --> 00:46:29.681

자석이 놓여있는데 자석이
180도 돌아간 이유가

00:46:29.781 --> 00:46:36.415

이 구리 도선 자기장 방향으로
자화되기 위해서 이렇게 돌아간 거죠.

00:46:36.515 --> 00:46:39.718

자석도 일종에 강자성체니까.

00:46:39.818 --> 00:46:42.469

따라서 애는 어떻게 됩니까?

00:46:42.569 --> 00:46:50.112

이 자석도 이쪽 방향으로 자기장을 형성하고
있는 아이다, 라는 것을 뜻하고요.

00:46:50.212 --> 00:46:54.233

결국 이쪽 방향으로 자기장을 형성하기

위해서는 이쪽이 무슨 극이야?

00:46:54.333 --> 00:46:56.980
N극이고 이쪽이 무슨 극이 돼요?

00:46:57.080 --> 00:46:59.783
S극이 된다는 소리죠.

00:46:59.883 --> 00:47:02.122
결국 애는 어떻게 되는 거야?

00:47:02.222 --> 00:47:10.587
이렇게 돌렸으니까
A쪽이 어디가 돼?

00:47:10.687 --> 00:47:12.858
지금 뒷면이니까 이쪽인 거죠?

00:47:12.958 --> 00:47:18.969
그러니까 A가 S극인 애고 이
표면이 무슨 극인 상태야?

00:47:19.069 --> 00:47:24.526
N극이고 이 A쪽이 뒷면이
S극이 되겠구나, 라는 거

00:47:24.626 --> 00:47:27.438
우리가 판단할 수 있게 되죠.

00:47:27.538 --> 00:47:28.722
그래서 돌아간다.

00:47:28.822 --> 00:47:33.561
자기장 방향을 일치시키기
위해서 자석의 자기장 방향과

00:47:33.661 --> 00:47:37.478
구리 도선이 형성하는 자기장의
방향을 일치시키기 위해서

00:47:37.578 --> 00:47:44.400
애가 180도로 돌아갔구나,
라고 우리가 판단할 수 있어요.

00:47:44.500 --> 00:47:46.968
ㄱ, A가 그래서 틀린 거죠?

00:47:47.068 --> 00:47:50.718
A는 S극이어야 되고요.

00:47:50.818 --> 00:47:55.641
ㄴ, (나)에서 전류의 세기가
2배로 하면 자석이 180도보다

00:47:55.741 --> 00:47:57.109
더 큰 각도로 회전한다.

00:47:57.209 --> 00:48:04.325
아니죠? 이 자기장의 방향을
일치시키기 위해서 돌아간 거잖아.

00:48:04.425 --> 00:48:09.557

이렇게 있으면 일치시키기
위해서 돌아간 건데

00:48:09.657 --> 00:48:14.628

애가 더 강한 전류를 흘려보내 준다고
해서 더 돌아갈 리는 없죠.

00:48:14.728 --> 00:48:18.649

일치시켰으면 그게
백시점이 되는 거죠,

00:48:18.749 --> 00:48:20.272

일치시키기 위해서 돌아간 거니까.

00:48:20.372 --> 00:48:23.564

그래서 더 큰 각도로 회전한다.

00:48:23.664 --> 00:48:25.071

틀렸다는 거고요.

00:48:25.171 --> 00:48:27.786

자석의 자기장은, 너무 당연하죠?

00:48:27.886 --> 00:48:33.381

스핀이나 궤도 운동에
의하여 발생한다.

00:48:33.481 --> 00:48:35.291

맞는 표현이 됩니다.

00:48:35.391 --> 00:48:42.509

이렇게 해서 우리는 ㄷ만 정답이구나,
라고 알아낼 수 있었을 것 같아요.

00:48:42.609 --> 00:48:48.150

어렵지 않게 여러분 것으로 만들 수
있었던 단위이라고 생각이 듭니다.

00:48:48.250 --> 00:48:50.742

정말 어렵지 않았는데.

00:48:50.893 --> 00:48:57.394

외우면 그냥 충분히 여러분 것으로
될 수 있는 내용이었을 텐데.

00:48:57.494 --> 00:48:59.488

항상 자신감이 제일
중요한 거 같아요.

00:48:59.588 --> 00:49:02.281

어려워, 라고 생각하면
끊임없이 어렵고요.

00:49:02.381 --> 00:49:04.995

해볼 만 해, 하면
뭐든 자기 것으로

00:49:05.095 --> 00:49:08.423

충분히 소화할 수 있을
거라고 생각이 듭니다.

00:49:08.523 --> 00:49:12.583

항상 자신감 넘치게 도전하는
여러분이 됐으면 좋겠고요.

00:49:12.683 --> 00:49:16.052

혹시라도 잘 이해가 안 되는
거, 혹시라도 궁금한 것들,

00:49:16.152 --> 00:49:19.913

혹시라도 새로운 아이디어를
검증받고 싶은 분들은

00:49:20.013 --> 00:49:24.112

게시판에 글을 올려주시면 제가
성심성의껏 답변드리도록 하겠습니다.

00:49:24.212 --> 00:49:25.050

수고하셨습니다.

00:49:25.150 --> 00:49:29.066

다음 강의에서 뵙도록 할게요.