WEBVTT

00:00:11.891 --> 00:00:12.759
반갑습니다.

00:00:12.881 --> 00:00:15.968
물리학 1 기초개념학습
네 번째 강의,

00:00:16.068 --> 00:00:19.254
운동량과 충격량
진행하도록 하겠습니다.

00:00:19.354 --> 00:00:24.668
오늘 강의는 여러분이 지난 시간에
배웠던 1, 2, 3강보다는

00:00:24.768 --> 00:00:30.865
조금 더 친숙하게 여러분의 것으로 만들
수 있지 않을까, 라는 생각이 들어요.

00:00:30.965 --> 00:00:32.728
지난 시간에 배웠던 것보다는

00:00:32.828 --> 00:00:37.693
조금 더 우리 일상생활에서
일어나는 현상을

00:00:37.793 --> 00:00:41.559
쉽게 설명할 수 있는 그런
내용으로 채워져 있거든요.

00:00:41.659 --> 00:00:43.630
그래서 여러분이 어렵지 않게

00:00:43.730 --> 00:00:48.623
이해하고 넘어갈 수 있지
않을까, 라고 기대합니다.

00:00:48.723 --> 00:00:50.396
시작해보도록 하겠습니다.

00:00:50.496 --> 00:00:54.662
오늘 강의를 통해서 반드시
익혀야 될 핵심 용어들입니다.

00:00:54.762 --> 00:00:56.969
운동량, 도대체
운동량이라는 게 뭘까,

00:00:57.069 --> 00:01:00.195
충격량, 도대체 이
충격량이라는 건 뭘까.

00:01:00.295 --> 00:01:06.447
그리고 충격력, 충격 시간이라는 것들은
어떻게 정의가 내려질까, 라고

00:01:06.547 --> 00:01:08.991
여러분이 이해하고 넘어가실 수

있으면 좋을 것 같아요.

00:01:09.091 --> 00:01:12.595
막연하게 충격, 충격력, 충격량.

00:01:12.695 --> 00:01:16.957
왠지 알 것 같은데 뭐라고
설명하기에는 딱히 어렵죠?

00:01:17.057 --> 00:01:23.072
그래서 과학자들이 만들어놓은
어떤 정의, 용어들을

00:01:23.172 --> 00:01:27.876
정확히 설명하고 이해해서
현상들에 적용할 수 있는

00:01:27.976 --> 00:01:33.728
그런 훈련을 하는 게 물리학이라는
학문이라고 생각하시면 될 것 같아요.

00:01:33.828 --> 00:01:35.988
그러면 시작해보도록 하겠습니다.

00:01:36.088 --> 00:01:39.404
오늘 배울 첫 번째 내용은요.

00:01:39.504 --> 00:01:45.199
운동량이란 무엇이냐로부터
시작을 해보도록 하겠습니다.

00:01:45.299 --> 00:01:54.358
운동량이란 운동하는 물체는
어떤 성질을 갖고 있나요?

00:01:54.458 --> 00:02:00.394
우리 앞에서 배웠듯이 운동하는 물체는
운동하려는 성질을 가지고 있습니다.

00:02:00.494 --> 00:02:19.156
바로 운동하는 물체가 운동 상태를
유지하려는 성질을 값으로 나타낸 걸

00:02:19.256 --> 00:02:21.507
우리는 운동량이라고 불러요.

00:02:21.607 --> 00:02:25.777
글로 쓰니까 굉장히 복잡해 보이는데

00:02:25.877 --> 00:02:27.476
사실은 굉장히 간단해요.

00:02:27.576 --> 00:02:30.126
이런 예를 한번
들어보도록 하겠습니다.

00:02:30.226 --> 00:02:33.182
트럭이 시속 100km로
달려가고 있어.

00:02:33.282 --> 00:02:37.229

그러다가 급브레이크를
밟으면 어떻게 됩니까?

00:02:37.329 --> 00:02:38.890
쭉 밀려가죠?

00:02:38.990 --> 00:02:48.876
그 쭉 밀려가는 정도를 표현하는
값을 운동량이라고 불러요.

00:02:48.976 --> 00:02:53.187
그래서 운동량이 기호로는
P라고 씁니다.

00:02:53.287 --> 00:02:56.355
원래 이 운동량은
모멘텀이라는 값인데요.

00:02:56.455 --> 00:03:00.031
그냥 P로 표현하기로
약속을 했어요.

00:03:00.131 --> 00:03:05.888
그러면 이 운동 상태를
유지하려는 성질 값인 운동량은

00:03:05.988 --> 00:03:09.480
도대체 어떤 요소에
의해서 결정이 될까.

00:03:09.580 --> 00:03:13.863
방금 전에 트럭을
말씀드렸는데 트럭과 티코.

00:03:13.963 --> 00:03:16.190
혹시 티코라는 자동차 알아?

00:03:16.290 --> 00:03:17.522
매우 작은 자동차인데.

00:03:17.622 --> 00:03:20.538
요즘은 생산되지도 않고요.

00:03:20.638 --> 00:03:23.495
도로에 다니는 것도 거의
못 본 것 같아요.

00:03:23.595 --> 00:03:28.201
어쨌든 굉장히 가볍고
조그마한 자동차가 있습니다.

00:03:28.301 --> 00:03:31.625
그래서 그 자동차랑
매우 무거운 트럭이

00:03:31.725 --> 00:03:37.099
똑같은 시속 100km로
달려가고 있어요.

00:03:37.199 --> 00:03:40.905
그러다가 급브레이크를 꽉 밟습니다.

00:03:41.005 --> 00:03:46.788
그러면 이 트럭과 티코라는
자동차가 끽 하고 멈추는데

00:03:46.888 --> 00:03:49.026
누가 먼저 멈출까요?

00:03:49.126 --> 00:03:51.801
즉 누가 더 많이 미끄러져 갈까요?

00:03:51.901 --> 00:03:54.964
누가 더 멀리 가서 멈출까요?

00:03:55.064 --> 00:03:57.588
여러분은 이미 경험으로 알고 있죠?

00:03:57.688 --> 00:03:58.912
어떻습니까?

00:03:59.012 --> 00:04:04.074
트럭이 티코보다 더 먼
거리를 가서 멈춥니다.

00:04:04.174 --> 00:04:11.706
트럭은 끽, 티코는 쑤욱하고
바로 멈출 수가 있습니다.

00:04:11.806 --> 00:04:17.603
결국 운동 상태를 유지하려는
성질이 트럭이 더 컸고

00:04:17.703 --> 00:04:21.914
가벼운 티코가 더 작았다고
표현할 수가 있어요.

00:04:22.014 --> 00:04:23.344
또 이렇게도 이야기할 수 있겠죠.

00:04:23.444 --> 00:04:27.185
산에서부터 매우 큰
돌덩이가 굴러오고 있고요.

00:04:27.285 --> 00:04:30.417
매우 가벼운 돌덩이가
굴러내려 오고 있습니다.

00:04:30.517 --> 00:04:35.235
똑같은 속도로 매우 큰
돌덩이가 굴러오고

00:04:35.335 --> 00:04:41.464
가벼운 돌덩이가 굴러내려 올 때
누구를 멈추기가 더 어렵나요?

00:04:41.564 --> 00:04:46.402
그렇죠, 매우 큰 돌덩이는
멈추게 하려다 잘못하면 깔려 죽겠지.

00:04:46.502 --> 00:04:53.130
그렇지만 가벼운 돌덩이는 가볍게 발로

딱 해도 멈추게 할 수 있습니다.

00:04:53.230 --> 00:05:00.984
결국 그 무거운 돌덩이가 가벼운
돌멩이보다 멈추기가 어려웠던 이유는

00:05:01.084 --> 00:05:07.802
무거울수록 운동 상태를 유지하려는
성질 값이 더 컸기 때문이다.

00:05:07.902 --> 00:05:09.230
이렇게 이야기할 수 있고요.

00:05:09.330 --> 00:05:13.004
과학자들은 이러한 특성을
뭐라고 표현하느냐,

00:05:13.104 --> 00:05:14.990
운동량이라고 표현했습니다.

00:05:15.090 --> 00:05:22.538
그렇다면 운동 상태를 유지하려는 성질
값인 운동량은 뭐에 관계하는 거야?

00:05:22.638 --> 00:05:24.849
질량에 관계합니다.

00:05:24.949 --> 00:05:26.980
질량이 무거울수록.

00:05:27.080 --> 00:05:30.400
우리 질량은 기호로 mass
(m)으로 표현하기로 했잖아요.

00:05:30.500 --> 00:05:37.136
질량이 무거울수록, 클수록 운동
상태를 유지하려는 성질 값은 크다.

00:05:37.236 --> 00:05:38.826
이렇게 표현할 수 있게 됩니다.

00:05:38.926 --> 00:05:43.392
또 어떤 요소에 의해서
운동량이 결정되느냐면,

00:05:43.492 --> 00:05:45.094
또 이렇게 이야기해보도록
하겠습니다.

00:05:45.194 --> 00:05:48.866
이번에는 똑같은 질량을
갖고 있는 트럭이

00:05:48.966 --> 00:05:50.431
둘이 달려가고 있습니다.

00:05:50.531 --> 00:05:54.310
그런데 하나는 시속
10km로 가고 있고요.

00:05:54.410 --> 00:05:57.401

하나는 시속 100km로 왕
하고 달려가고 있습니다.

00:05:57.501 --> 00:06:02.004
왕 하고 달려가고 있는 트럭과
쓰윽 달려가고 있는 트럭이

00:06:02.104 --> 00:06:04.353
둘 다 급브레이크를 밟습니다.

00:06:04.453 --> 00:06:06.541
누가 먼저 멈추죠?

00:06:06.641 --> 00:06:09.248
느린 속도로 달리고 있던 트럭이

00:06:09.348 --> 00:06:13.319
빠른 속도로 달려가고 있던
트럭보다 먼저 멈춥니다.

00:06:13.419 --> 00:06:18.699
그러면 먼저 멈추고 빠른 속도로 달려가고
있던 트럭이 나중에 멈추게 된다는 건

00:06:18.799 --> 00:06:25.165
끼익 하고 멈추고 끽 하고 멈추게
된다는 건 결국 뭘 의미하는 거야?

00:06:25.265 --> 00:06:30.926
운동 상태를 유지하려는 성질
값이 빠른 속도로 달리던 트럭이

00:06:31.026 --> 00:06:35.681
느린 속도로 달리던 트럭보다 더
컸다고 표현할 수 있어요.

00:06:35.781 --> 00:06:40.990
결국 운동 상태를 유지하려는
성질 값이 누가 크다는 거야?

00:06:41.090 --> 00:06:44.102
속도가 빠를수록 크다.

00:06:44.202 --> 00:06:49.170
그래서 운동량이라는
값은 질량에 비례하고

00:06:49.270 --> 00:06:54.808
속도에도 비례하는구나, 라고
우리가 결정을 내릴 수 있고요.

00:06:54.908 --> 00:06:58.311
그래서 운동량 공식은 외워야지.

00:06:58.411 --> 00:07:03.631
운동량 공식은 질량 곱하기
속도 값으로 정의를 내립니다.

00:07:03.731 --> 00:07:05.288
반드시 외우고 있어야 돼요.

00:07:05.388 --> 00:07:10.093
운동량은 속도 곱하기
질량 값으로 정의내린다.

00:07:10.193 --> 00:07:12.060
그렇다면 단위도 한번 알아볼게요.

00:07:12.160 --> 00:07:17.789
운동량의 단위는 당연히 질량의
단위 곱하기 속도의 단위겠죠?

00:07:17.889 --> 00:07:20.926
질량의 단위는 뭐 쓰고 있었습니까?

00:07:21.026 --> 00:07:23.052
kg을 쓰고 있고요.

00:07:23.152 --> 00:07:25.162
속도의 단위는 뭐를 주로 썼죠?

00:07:25.262 --> 00:07:28.055
m/s를 쓰고 있었습니다.

00:07:28.155 --> 00:07:37.568
그래서 운동량의 단위는 kg*m/s로
결정을 하고 있습니다.

00:07:37.668 --> 00:07:40.764
그러면 도대체 이 운동량은
어디다 써먹을 거냐.

00:07:40.864 --> 00:07:42.374
이거를 좀 이야기해보도록
하겠습니다.

00:07:42.474 --> 00:07:49.652
보통 운동량은 충돌하는
두 물체가 누가 운동량이 더 커서

00:07:49.752 --> 00:07:54.365
운동 상태를 유지하려는 성질이
더 커서 누가 밀고 가니?

00:07:54.465 --> 00:07:57.015
이런 거를 따질 때
주로 사용합니다.

00:07:57.115 --> 00:08:04.880
예를 들어서 사람이 지금
달려가고 있습니다.

00:08:04.980 --> 00:08:18.422
이쪽 방향으로 60kg인 사람이
초속 2m/s로 달려가고 있어요.

00:08:18.522 --> 00:08:26.367
그런데 예를 들어 앞쪽에서
0.1kg인 총알이

00:08:26.467 --> 00:08:36.795
초속 1000m/s로 날아오고 있다고

생각을 해보도록 하겠습니다.

00:08:36.895 --> 00:08:43.751
보통 권총의 총알의 속도는
200~300m/s 정도 돼요.

00:08:43.851 --> 00:08:47.244
1초에 200~300m를
날아가는 속도이고요.

00:08:47.344 --> 00:08:49.012
보통 장총 있죠?

00:08:49.112 --> 00:08:52.213
남학생 중에 군대 가면 쏘는 총.

00:08:52.313 --> 00:08:57.826
장총 같은 경우는 1초에 보통
600~700m를 날아갑니다.

00:08:57.926 --> 00:09:00.574
그런데 스나이퍼들이 쏘는 총 있죠?

00:09:00.674 --> 00:09:04.956
조립하고 조준해서 팡 하고
스나이퍼들이 쏘는 총이

00:09:05.101 --> 00:09:08.408
보통 1초에 1km
정도를 날아갑니다.

00:09:08.508 --> 00:09:13.050
어쨌든 이렇게 지금
날아오고 있어요.

00:09:13.150 --> 00:09:18.070
그리고 60kg인 사람이
2m/s로 날아가고 있습니다.

00:09:18.170 --> 00:09:20.912
둘이 빵하고 충돌을 했습니다.

00:09:21.012 --> 00:09:22.747
누가 밀고 갈까요?

00:09:22.847 --> 00:09:28.285
즉 이 총알을 맞은 사람은
달려가다가 총알을 딱 맞고

00:09:28.385 --> 00:09:31.949
앞으로 고꾸라질까요,
뒤로 자빠질까요?

00:09:32.049 --> 00:09:33.829
이걸 물은 말과 똑같습니다.

00:09:33.929 --> 00:09:35.821
그러면 이제 뭘 비교하면 되느냐,

00:09:35.921 --> 00:09:42.996
누가 운동 상태를 유지하려는 성질

값이 더 크냐를 따져보면 되고요.

00:09:43.096 --> 00:09:48.423
운동 상태를 유지하려는 성질
값은 바로 뭐로 표현합니까?

00:09:48.523 --> 00:09:51.278
운동량이라는 값으로 표현을 합니다.

00:09:51.378 --> 00:09:53.673
얘 운동량은 그러면 어떻게 됩니까?

00:09:53.773 --> 00:09:57.078
질량 곱하기 속도
값이니까 얼마예요?

00:09:57.178 --> 00:09:59.535
120이 됩니다.

00:09:59.635 --> 00:10:01.712
그런데 얘는 지금 어떻습니까?

00:10:01.812 --> 00:10:09.920
0.1kg 곱하기 1000이니까 얘의 운동
상태를 유지하려는 성질 값은 얼마가 돼요?

00:10:10.020 --> 00:10:12.220
100입니다.

00:10:12.320 --> 00:10:15.376
결국 누가 밀고 가는
성질이 더 커요?

00:10:15.476 --> 00:10:21.136
사람이 밀고 가려는 성질이 총알이
밀고 가려는 성질보다 더 큽니다.

00:10:21.236 --> 00:10:24.661
그러면 이 사람은
달려가다가 총알을 빡 맞으면

00:10:24.761 --> 00:10:27.253
어디로 고꾸라질 가능성이
높다는 소리야?

00:10:27.353 --> 00:10:30.497
앞으로 고꾸라질
가능성이 높다는 거죠.

00:10:30.597 --> 00:10:33.992
우리 영화 같은 데 보면 달려가다

00:10:34.092 --> 00:10:37.586
총알을 빡 맞으면 뒤로
자빠지는 것들 많이 보죠?

00:10:37.686 --> 00:10:40.061
뒤로 자빠질 가능성보다는 실제로는

00:10:40.161 --> 00:10:44.588
앞으로 고꾸라질 가능성이 훨씬 더

크다는 걸 보여주고 있어요.

00:10:44.688 --> 00:10:47.835
실제로 총알은 한 10g
정도 되거든요.

00:10:47.935 --> 00:10:51.780
즉 0.01kg이에요.

00:10:51.880 --> 00:10:53.780
그러면 이 값보다 더 작은 거죠?

00:10:53.880 --> 00:10:59.005
결국 사람이 밀고 갈 확률이 총알이
밀고 갈 확률보다 더 크다.

00:10:59.105 --> 00:11:04.934
물론 어느 위치에 맞느냐에 따라서
앞으로 고꾸라질 수도 있고

00:11:05.082 --> 00:11:06.713
뒤로 고꾸라질 수도 있다.

00:11:06.813 --> 00:11:10.604
이런 것들은 조금 더
디테일하게 따져줘야 되지만

00:11:10.704 --> 00:11:16.417
일반적으로 본다면 사람의 운동량이 총알의
운동량보다 더 클 수밖에 없으니까

00:11:16.517 --> 00:11:19.691
달려가고 있으면 사람이
밀고 갈 확률이

00:11:19.791 --> 00:11:22.256
총알이 밀고 갈
확률보다 더 큽니다.

00:11:22.356 --> 00:11:26.212
즉 충돌하고 나서 앞으로
고꾸라질 확률이 더 높다.

00:11:26.312 --> 00:11:27.665
이렇게 생각할 수 있죠.

00:11:27.765 --> 00:11:32.529
그래서 이런 요소들을 따질 때
우리가 운동량이라는 걸 따져요.

00:11:32.629 --> 00:11:34.757
교통사고 같은 게
났다고 생각해보세요.

00:11:34.857 --> 00:11:39.852
교통사고가 빵 나서 누가
얼마큼 밀고 갔냐를 보면

00:11:39.952 --> 00:11:44.144
블랙박스나 CCTV 같은 게
없어도 누가 충돌하고 나서

00:11:44.244 --> 00:11:48.891
얼마큼 밀고 갔느냐를 보면 이
자동차와 이 자동차의 속도가

00:11:48.991 --> 00:11:53.833
어느 정도 차이가 났는지를 이런
물리량으로 판단을 할 수 있는 거죠.

00:11:53.933 --> 00:11:59.005
그래서 과학수사 같은 거
할 때 이런 거를 써먹습니다.

00:11:59.105 --> 00:12:05.831
그렇다면 이 운동량은 어떻게
또다시 부여받을 수 있을까.

00:12:05.931 --> 00:12:11.214
결과적으로 보면 운동량이라는 값은
질량 곱하기 속도 값이고요.

00:12:11.314 --> 00:12:15.328
그러면 질량을 가진 물체에게
속도를 부여하기 위해서는

00:12:15.428 --> 00:12:16.998
뭔가가 있었다는 소리죠.

00:12:17.098 --> 00:12:18.582
바로 뭐가 있었다는 소리야?

00:12:18.682 --> 00:12:23.828
질량을 가지고 있는 물체에게
속도를 부여할 수 있는 표현.

00:12:23.928 --> 00:12:28.619
질량을 갖고 있는 물체에게 속도를
갖게 할 수 있는 표현.

00:12:28.719 --> 00:12:29.812
바로 뭡니까?

00:12:29.912 --> 00:12:31.177
힘이죠.

00:12:31.277 --> 00:12:37.012
결국 힘에 의해서 이 운동량이라는
값이 나타날 수가 있습니다.

00:12:37.112 --> 00:12:38.795
우리가 힘은 앞에서 배웠죠?

00:12:38.895 --> 00:12:40.710
힘의 정의는 어떻게 내려집니까?

00:12:40.810 --> 00:12:45.485
F는 m*a였습니다.

00:12:45.585 --> 00:12:46.505
기억하시죠?

00:12:46.605 --> 00:12:50.155
이때 a의 정의가 뭐였어요?

00:12:50.255 --> 00:12:58.352
시간 동안의 속도 변화량이라는 값으로
a, 가속도가 정의내려졌습니다.

00:12:58.452 --> 00:13:04.654
이때 이 운동량 단원에서는
이 F는 m*a라는 공식을

00:13:04.754 --> 00:13:09.987
m 곱하기 Δt 분의 Δv로
변형을 시킨 다음에

00:13:10.087 --> 00:13:13.274
Δt를 저 좌변으로 옮겨버립니다.

00:13:13.374 --> 00:13:21.686
그러면 식이 어떻게 완성되느냐,
F*Δt=m*Δv.

00:13:21.786 --> 00:13:23.522
이런 식으로 표현이 되죠.

00:13:23.622 --> 00:13:26.841
여기서 우리가 중요하게
지켜볼 건 바로 뭐냐,

00:13:26.941 --> 00:13:30.034
우변에 보면 바로 뭐가
등장하고 있습니까?

00:13:30.134 --> 00:13:32.734
m*v가 등장하고 있습니다.

00:13:32.834 --> 00:13:35.422
m*v를 우리는 뭐라고
부르기로 했어요?

00:13:35.522 --> 00:13:37.515
운동량이라고 부르기로 했죠.

00:13:37.615 --> 00:13:47.578
이처럼 운동량이 표현되는 F와 t는
특별하게 뭐라고 이름을 붙였느냐,

00:13:47.678 --> 00:13:52.984
바로 이렇게 수식 전개가 이루어졌을 때
이 F, 힘을 우리는 특별하게,

00:13:53.084 --> 00:13:56.444
보통 우리가 이야기했던 힘인데

00:13:56.544 --> 00:14:04.760
운동량을 부여하는 힘은
충격력이라고 부르기로 했어요.

00:14:04.860 --> 00:14:09.045
힘이니까 력.
충격력이라고 부르기로 했고요.

00:14:09.145 --> 00:14:12.111
이 시간은 뭐라고 부르기로 했느냐,

00:14:12.211 --> 00:14:22.046
충격 시간 또는 충돌 시간이라고
부르기로 했습니다.

00:14:22.146 --> 00:14:25.793
즉 무슨 말이냐, 운동량의 변화.

00:14:25.893 --> 00:14:27.392
이게 변화량이었잖아요.

00:14:27.492 --> 00:14:35.510
운동량의 변화를 갖고 오게 하는
힘과 시간의 곱에 표현되는 힘은

00:14:35.610 --> 00:14:38.927
특별하게 충격력이라고
부르기로 했고요.

00:14:39.027 --> 00:14:44.576
그때 힘이 가해진 시간은
충격 시간으로 부르기로 했습니다.

00:14:44.676 --> 00:14:46.994
그래서 또 하나 중요한
요소는 바로 뭐냐,

00:14:47.094 --> 00:14:50.093
이 힘과 시간을 곱한.

00:14:50.193 --> 00:14:55.407
즉 충격력과 충격 시간을 곱한
값은 뭐라고 부르기로 했느냐,

00:14:55.507 --> 00:15:00.058
충격량이라고 부르기로 했습니다.

00:15:00.158 --> 00:15:03.212
이거 시험 문제 내면 헷갈려하는
사람이 굉장히 많아요.

00:15:03.312 --> 00:15:06.274
힘은 충격력으로 정의내렸고요.

00:15:06.374 --> 00:15:11.394
힘 곱하기 시간은 충격량으로
정의를 내렸습니다.

00:15:11.494 --> 00:15:15.974
이때 우변을 보면 우변에는
지금 뭐가 들어있어요?

00:15:16.074 --> 00:15:18.865
m*v에 Δ가 불어있죠?

00:15:18.965 --> 00:15:20.318
변화량이 붙어 있습니다.

00:15:20.418 --> 00:15:22.906
m*v가 뭐였어요? 운동량.

00:15:23.006 --> 00:15:34.810
그러면 Δ가 붙어있으면 우변은 바로
뭐냐, 운동량의 변화량이 되고요.

00:15:34.910 --> 00:15:36.836
너무나도 중요한 건 바로 뭐냐,

00:15:36.936 --> 00:15:46.989
우변에 운동량의 변화량 값과
좌변의 충격량 값은 항상 같다.

00:15:47.089 --> 00:15:50.203
이게 제일 중요합니다.

00:15:50.303 --> 00:15:53.773
이번 강의에서 제일 중요한
거 꼽으라고 이야기하면

00:15:53.873 --> 00:16:01.534
충격량은 언제나 운동량의
변화량과 같다.

00:16:03.188 --> 00:16:04.184
되시나요?

00:16:04.284 --> 00:16:08.951
그러면 이거를 바탕으로 우리는 또
어떤 걸 표현할 수 있느냐,

00:16:09.051 --> 00:16:13.968
바로 힘과 시간의 그래프를
정의내릴 수가 있어요.

00:16:14.068 --> 00:16:19.497
힘과 시간의 그래프는 뭘
또 의미할 수 있냐면,

00:16:19.597 --> 00:16:24.095
힘과 시간의 그래프에서
넓이를 한번 보겠습니다.

00:16:24.195 --> 00:16:26.392
우리가 보통 넓이는 어떻게 구해요?

00:16:26.492 --> 00:16:28.664
가로 곱하기 세로꼴입니다.

00:16:28.764 --> 00:16:31.351
사각형의 넓이는 당연히
가로 곱하기 세로죠?

00:16:31.451 --> 00:16:34.893
삼각형의 넓이도 결국은
가로 곱하기 세로예요.

00:16:34.993 --> 00:16:38.629
왜? 2분의 1 곱하기
밑변 곱하기 높이니까.

00:16:38.729 --> 00:16:41.163
평행사변형의 넓이도 마찬가지죠?

00:16:41.263 --> 00:16:43.017
밑변 곱하기 높이죠?

00:16:43.117 --> 00:16:49.083
사다리꼴의 넓이도 아랫변 더하기
윗변 곱하기 높이 나누기 2.

00:16:49.183 --> 00:16:54.018
결국 아래 길이 곱하기
높이 값으로 구해집니다.

00:16:54.118 --> 00:16:59.920
그래서 모든 넓이는 가로 곱하기 세로
형태라고 생각을 하시면 되고요.

00:17:00.020 --> 00:17:02.556
그래서 그래프의 넓이를
우리가 판단할 때는

00:17:02.656 --> 00:17:06.224
그냥 가로 곱하기 세로꼴이다,
라고 생각하면 됩니다.

00:17:06.324 --> 00:17:08.596
그러면 넓이는 가로
곱하기 세로꼴이고

00:17:08.696 --> 00:17:10.442
가로 곱하기 세로 꼴은 뭡니까?

00:17:10.542 --> 00:17:11.568
Ft죠?

00:17:11.668 --> 00:17:16.390
Ft를 우리는 뭐라고 부르기로 했어요?
충격량.

00:17:16.490 --> 00:17:24.171
결국 Ft 그래프에서 넓이가
의미하는 건 충격량이고요.

00:17:24.271 --> 00:17:25.021
너무 중요한 거.

00:17:25.121 --> 00:17:30.807
충격량은 언제나 뭐와
같다고 그랬어요?

00:17:30.907 --> 00:17:38.504
운동량의 변화량과
같다고 불렀습니다.

00:17:38.604 --> 00:17:39.872
너무너무 중요합니다.

00:17:39.972 --> 00:17:42.435
반드시 기억하고 계셔야 됩니다.

00:17:42.535 --> 00:17:50.462
그렇다면 이 충격량과 운동량의
변화량이 같다는 표현을 이용해서

00:17:50.562 --> 00:17:54.394
우리는 우리 일상 생활에
어떤 현상을 설명하느냐,

00:17:54.494 --> 00:17:57.813
결국 이 물리라는 학문은
거듭 말씀드리지만

00:17:57.913 --> 00:18:01.362
우리 일상생활에서 일어나는 현상들.

00:18:01.462 --> 00:18:06.689
관찰 가능한 현상들을 표현하고
설명하는 학문이잖아요.

00:18:06.789 --> 00:18:10.007
그러면 이걸로 어떤 내용을
우리가 설명할 수 있는지

00:18:10.107 --> 00:18:12.396
좀 보여드리도록 하겠습니다.

00:18:12.496 --> 00:18:17.937
여기 지금 높은 곳에
사람이 서 있습니다.

00:18:18.037 --> 00:18:23.886
이 높은 곳에 서 있던 사람이
점프해서 착지하려고 합니다.

00:18:23.986 --> 00:18:26.249
바닥에 착지하려고 해요.

00:18:26.349 --> 00:18:30.517
보통 우리가 높은 곳에서
뛰어내려서 착지할 때

00:18:30.617 --> 00:18:37.489
본능적으로 어떻게 착지합니까?

00:18:38.700 --> 00:18:45.726
사뿐하게 무릎을 굽혀주면서
착지를 합니다.

00:18:50.664 --> 00:18:55.279
그런데 내가 착지를
할 때 무릎을 굽히지 않고

00:18:55.379 --> 00:19:00.898
빳빳하게 선 채로 착지하게
되면 어떨 것 같아요?

00:19:00.998 --> 00:19:03.156
내가 높은 곳에서
뛰어내려서 착지할 때

00:19:03.256 --> 00:19:07.616
무릎을 굽히지 않고 착지하면...

00:19:11.420 --> 00:19:14.554
내가 낮은 곳에서 좀
오버해서 그렇지

00:19:14.654 --> 00:19:18.817
실제로 높은 곳에서 뛰어내리면
고통이 어마어마하죠.

00:19:18.917 --> 00:19:25.099
반드시 선 채로 착지를 하면 아파.

00:19:25.199 --> 00:19:29.051
무릎을 굽히면서 착지하면 안 아픈데

00:19:29.151 --> 00:19:34.915
무릎을 굽히지 않고 착지하면 아파.

00:19:35.015 --> 00:19:37.102
왜 아플까?

00:19:37.202 --> 00:19:39.260
이거를 설명할 때
써먹을 수 있다고요.

00:19:39.360 --> 00:19:41.529
아프다는 건 뭘 의미해?

00:19:41.629 --> 00:19:48.294
우리가 아프다는 건 큰 힘이
가해졌다는 걸 의미하고요.

00:19:48.394 --> 00:19:51.232
안 아프다는 건 적은 힘이
가해졌다는 것을 의미해요.

00:19:51.332 --> 00:19:55.325
결국 무릎을 굽히지 않고
착지할 때는 아파.

00:19:55.425 --> 00:19:57.015
큰 힘이 작용했다는 소리고요.

00:19:57.115 --> 00:20:00.140
무릎을 굽히면서 착지할
때는 안 아파.

00:20:00.240 --> 00:20:05.057
큰 힘이 작용하지 않았다, 작은 힘이
작용했다고 표현할 수 있습니다.

00:20:05.157 --> 00:20:07.545
그러면 왜 이런 현상이 일어났느냐,

00:20:07.645 --> 00:20:14.726
보시면 높은 곳에서 뛰어내리면 무릎을
굽히든 굽히지 않든 어떻게 되느냐,

00:20:14.826 --> 00:20:21.955

바닥에 닿기 직전의
속력은 동일합니다.

00:20:22.055 --> 00:20:31.665
바닥에 발바닥이 닿기 직전의 속력은
무릎을 굽히나 굽히지 않으나 똑같아요.

00:20:31.765 --> 00:20:37.115
이때 무릎을 굽히면서
속력을 0으로 만들고

00:20:37.215 --> 00:20:44.387
무릎을 굽히지 않고 속력을 만드는
경우를 비교하라는 소리죠.

00:20:44.487 --> 00:20:46.063
그러면 이제 보겠습니다.

00:20:46.163 --> 00:20:49.651
바닥에 닿기 직전의
속력은 똑같은 상태에서

00:20:49.751 --> 00:20:52.024
무릎을 굽히면서 속력이 0이 되고

00:20:52.124 --> 00:20:54.564
무릎을 굽히지 않으면서
속력이 0이 됐어요.

00:20:54.664 --> 00:21:00.702
어쨌든 무릎을 굽히든 굽히지 않든
바닥에 닿기 직전의 속력이 같으니까

00:21:00.802 --> 00:21:07.040
결과적으로 무릎을 굽히나 굽히지
않으나 뭐가 똑같아요?

00:21:07.140 --> 00:21:10.856
속도 변화량 값이 똑같습니다.

00:21:10.956 --> 00:21:15.898
그리고 이 사람, 나는 무릎을
굽히지 않고 착지하나

00:21:15.998 --> 00:21:21.633
굽히면서 착지하나 나의
질량은 달라지지 않습니다.

00:21:21.733 --> 00:21:25.035
결과적으로 무릎을
굽히나 굽히지 않으나

00:21:25.135 --> 00:21:27.225
뭐가 똑같다는 소리야?

00:21:27.325 --> 00:21:33.634
멈추는 과정에서 운동량의
변화량이 똑같다는 거죠.

00:21:33.734 --> 00:21:37.953
그런데 운동량의 변화량은

언제나 뭐와 같다고 했어?

00:21:38.053 --> 00:21:42.802
충격량과 같다고 그랬습니다.

00:21:42.902 --> 00:21:47.240
운동량의 변화량은 언제나
충격량과 같아요.

00:21:47.340 --> 00:21:53.305
그런데 무릎을 굽히면서
착지하면 수욱, 어때요?

00:21:53.405 --> 00:21:57.794
충격이 가해지는 시간이 깁니다.

00:21:57.894 --> 00:22:03.724
무릎을 굽히지 않고 착지하면
충격이 가해지는 시간이 짧아.

00:22:03.824 --> 00:22:15.495
그러니까 결과적으로 보면 Δt값이 무릎을
굽히면서 착지할 때가 더 길고요.

00:22:15.595 --> 00:22:20.910
무릎을 굽히지 않고 착지하면
충격 시간이 짧습니다.

00:22:21.010 --> 00:22:23.007
바로 멈추잖아.

00:22:23.107 --> 00:22:25.636
쑤욱, 오랫동안 멈추잖아.

00:22:25.736 --> 00:22:28.233
결과적으로 보면 운동량의 변화량.

00:22:28.333 --> 00:22:34.468
즉 충격량은 이때나 이때나
같은데 뭐가 달라요?

00:22:34.568 --> 00:22:36.663
충격 시간이 달라요.

00:22:36.763 --> 00:22:43.984
무릎을 굽히면서 착지하면 충격
시간이 기니까 충격력이 작아지죠.

00:22:44.084 --> 00:22:44.595
됐죠?

00:22:44.695 --> 00:22:50.954
그런데 무릎을 굽히지 않고 착지하면
충격 시간이 짧으니까 충격력이 큽니다.

00:22:51.054 --> 00:22:52.483
힘이 크게 작용한다고요.

00:22:52.583 --> 00:22:58.328
그래서 아프고 안 아프고가
결정이 되는 거죠.

00:22:58.428 --> 00:22:59.784
되시나요?

00:22:59.884 --> 00:23:08.982
이 상황을 우리가 Ft
그래프로 한번 나타내볼게요.

00:23:09.082 --> 00:23:11.385
그러면 어떻게 될까요?

00:23:11.485 --> 00:23:16.577
무릎을 굽히면서 착지해주면 충격
시간이 상대적으로 길어요.

00:23:16.677 --> 00:23:23.168
충격 시간이 길어지는 대신
힘이 작게 작용하게 됩니다.

00:23:23.268 --> 00:23:26.207
그에 비해서 무릎을
굽히지 않고 착지하면

00:23:26.307 --> 00:23:31.296
시간이 짧은 대신 힘이
크게 나타납니다.

00:23:31.396 --> 00:23:41.191
이때 이 케이스에서는 이 넓이랑
이 넓이 중에 누가 더 넓을까요?

00:23:41.291 --> 00:23:47.669
Ft 그래프에서 넓이가
의미하는 건 뭐라고 그랬어?

00:23:47.769 --> 00:23:49.371
충격량.

00:23:49.471 --> 00:23:51.658
충격량은 언제나 뭐와
같다고 그랬어?

00:23:51.758 --> 00:23:54.899
운동량의 변화량이라고 그랬죠.

00:23:54.999 --> 00:23:57.035
따라서 어떻게 됩니까?

00:23:57.135 --> 00:24:02.816
이 케이스대로라면 얘나 얘나, 무릎을
굽히나 굽히지 않으면서 착지하나

00:24:02.916 --> 00:24:10.092
운동량의 변화량, 충격량이 같으니까
노란색 넓이와 파란색 넓이는 같습니다.

00:24:10.192 --> 00:24:15.457
그런데 무릎을 굽히면서 착지하면
시간이 길어지면서 힘이 작아지고요.

00:24:15.557 --> 00:24:23.882

무릎을 굽히지 않고 착지하면 시간이
짧아지면서 힘이 크게 나타나게 되는 거죠.

00:24:23.982 --> 00:24:31.042
그래서 이런 현상들을 설명할 때 우리가
이 공식을 이용할 수 있습니다.

00:24:31.142 --> 00:24:32.928
되시죠?

00:24:33.028 --> 00:24:38.562
이거는 우리 프린트 문제 1번에
들어있는 문제이기도 하죠.

00:24:38.662 --> 00:24:41.909
그러면 1번 문제를 아예
풀어보도록 합시다.

00:24:42.009 --> 00:24:44.585
어떤 차이점이 있는지
이제 설명할 수 있었죠?

00:24:44.685 --> 00:24:52.757
그러면 이러한 비슷한 관점에서
설명할 수 있는 일상생활의 현상들

00:24:52.857 --> 00:24:55.819
어떤 것들이 있을까요?

00:24:55.919 --> 00:24:59.105
자동차의 에어백이
존재하는 이유입니다.

00:24:59.205 --> 00:25:04.018
자동차에 에어백이
존재 안 하면 어떻게 되느냐,

00:25:04.118 --> 00:25:06.281
꽝 하고 바로 멈춥니다.

00:25:06.381 --> 00:25:11.211
그런데 에어백이 존재하면
쑤욱 하고 멈춥니다.

00:25:11.311 --> 00:25:13.942
그러면 결국 충격 시간이
어떻게 됩니까?

00:25:14.042 --> 00:25:14.874
길어져요.

00:25:14.974 --> 00:25:20.515
충격 시간이 길어지니까 충격력이
작아지는 효과를 발생시킬 수 있죠.

00:25:20.615 --> 00:25:25.385
자동차 범퍼도 존재하는 이유가
바로 거기에 있습니다.

00:25:25.485 --> 00:25:31.066
높은 곳에서 뛰어내릴 때, 이런

일은 일어나면 안 되겠지만

00:25:31.166 --> 00:25:34.750
높은 곳에서 불가피하게
뛰어내리는 분들 가끔 있죠.

00:25:34.850 --> 00:25:39.513
이런 분들에게 에어매트리스
같은 걸 땅에 쫙 깔아놔요.

00:25:39.613 --> 00:25:42.126
그러면 이 사람이 높은
곳에서 뛰어내려도

00:25:42.226 --> 00:25:43.472
안전하게 착지할 수 있어요.

00:25:43.572 --> 00:25:45.982
왜? 에어매트리스를 깔아놓으면

00:25:46.082 --> 00:25:49.543
쑤욱 멈추는 데까지 걸리는
시간이 어떻습니까?

00:25:49.643 --> 00:25:50.998
오래 걸리죠.

00:25:51.098 --> 00:25:54.544
그래서 충격력이 줄어드는
효과가 발생합니다.

00:25:54.644 --> 00:25:57.534
우리 어릴 때 이런 놀이 해봤나?

00:25:57.634 --> 00:26:00.747
풍선에다 물을 넣어요.

00:26:00.847 --> 00:26:02.971
그리고 주둥이를 묶고
물풍선을 만들어.

00:26:03.071 --> 00:26:05.982
그러면 물풍선 받기 놀이를
한다고 생각해봅시다.

00:26:06.082 --> 00:26:08.486
물풍선 받기 놀이할 때
물풍선이 날아오면

00:26:08.586 --> 00:26:10.502
여러분은 본능적으로 어떻게 합니까?

00:26:10.602 --> 00:26:20.015
물풍선이 날아오면 여러분은 본능적으로 그
물풍선을 아래로 내리면서 받습니다.

00:26:20.115 --> 00:26:25.319
본능적으로 여러분은 뭘
알고 있었다는 소리야?

00:26:25.419 --> 00:26:29.318

이 현상을 알고
있었다는 소리입니다.

00:26:29.418 --> 00:26:35.065
물리는 여러분이 이미 몸으로
체득하고 있다는 거죠.

00:26:35.165 --> 00:26:39.390
설명을 안 해왔던 것뿐입니다,
본능적으로 알고 있었던 거니까.

00:26:39.490 --> 00:26:43.082
무릎을 굽히면서 착지하는 게 안 아프다는 건
본능적으로 알고 있었던 거죠.

00:26:43.182 --> 00:26:45.369
유치원생도 알고 있거든요.

00:26:45.469 --> 00:26:48.266
그러한 이유를
설명해나간다는 겁니다.

00:26:48.366 --> 00:26:52.317
또 달걀을 떨어뜨릴 때 그냥
콘크리트 바닥에 떨어뜨릴 때랑

00:26:52.417 --> 00:26:55.362
푹신푹신한 이불에 떨어뜨릴 때
어떻게 됩니까?

00:26:55.462 --> 00:27:00.780
콘크리트 바닥에 떨어뜨리면
그냥 퍽하고 깨져버려요.

00:27:00.880 --> 00:27:03.868
그런데 이불에 떨어뜨리면 어떻게 됩니까?
쑤욱.

00:27:03.968 --> 00:27:07.818
충격 시간이 이불에
떨어지면 길어지고요.

00:27:07.918 --> 00:27:10.713
콘크리트 바닥에 떨어지면
충격 시간이 짧아요.

00:27:10.813 --> 00:27:12.632
퍽, 쑤욱.

00:27:12.732 --> 00:27:16.540
그래서 충격력의 차이가 발생하는.

00:27:16.640 --> 00:27:19.410
그래서 충격력이 커지면
달걀이 깨지고

00:27:19.510 --> 00:27:22.880
충격력이 작으면 달걀이 안
깨지는 이러한 이유를

00:27:22.980 --> 00:27:25.089

우리가 설명할 수 있습니다.

00:27:25.189 --> 00:27:27.578
공을 받을 때도 어때요?

00:27:27.678 --> 00:27:31.484
그냥 팍 날아오는 거를
빡 버티면서 받기보다는

00:27:31.584 --> 00:27:35.874
뒤로 물러나면서 받는 게
충격을 덜할 수 있죠.

00:27:35.974 --> 00:27:37.546
우리 축구 좋아하는 남학생들.

00:27:37.646 --> 00:27:41.627
공이 날아올 때 이걸 가슴으로 받을
때, 가슴 트래핑이라고 부르죠?

00:27:41.727 --> 00:27:43.161
가슴으로 받을 때 어떻게 합니까?

00:27:43.261 --> 00:27:47.187
공이 쭉 날아오면 가슴을 쑥
이렇게 내밀면서 공을 받나요?

00:27:47.287 --> 00:27:47.935
아니죠.

00:27:48.035 --> 00:27:55.504
공이 날아오고 가슴에 딱 닿을 때
가슴을 살짝 뒤로 톡 물려야

00:27:55.604 --> 00:27:59.584
공이 톡하고 앞으로 떨어져요.

00:27:59.684 --> 00:28:02.477
그런데 쑥 내밀면서
받으면 어떻게 돼요?

00:28:02.577 --> 00:28:05.862
쑹하고 그냥 튕겨서
멀리 날아가 버리잖아.

00:28:05.962 --> 00:28:08.026
발로 트래핑할 때도 마찬가지죠?

00:28:08.126 --> 00:28:15.863
공이 날아오면 발등에 공이 딱
닿는 순간 쭉 내리면서 가볍게

00:28:15.963 --> 00:28:17.263
발 앞에 공을 놓죠.

00:28:17.363 --> 00:28:19.759
그냥 퉁하면서 차버리면
어떻게 됩니까?

00:28:19.859 --> 00:28:21.683
쑹하고 공이 날아가 버립니다.

00:28:21.783 --> 00:28:26.552
다 이 현상으로 설명할 수
있었던 겁니다.

00:28:26.652 --> 00:28:27.744
되시죠?

00:28:27.844 --> 00:28:30.693
충분히 여러분은 되시리라고
생각이 들고요.

00:28:30.793 --> 00:28:36.932
그렇다면 이 관점으로 설명할 수 있는 또
다른 상황 한번 보도록 하겠습니다.

00:28:37.032 --> 00:28:39.684
바로 문제 2번의 상황입니다.

00:28:39.784 --> 00:28:45.061
여기 지금 권총이 있고요.

00:28:45.161 --> 00:28:46.922
장총이 있습니다.

00:28:47.022 --> 00:28:54.044
권총과 장총에 똑같은
총알을 장착했습니다.

00:28:54.144 --> 00:29:00.082
그리고 이 총알이
날아가는 길을 통해서

00:29:00.182 --> 00:29:07.508
총구에서 뿅 하고 발사됩니다.

00:29:08.179 --> 00:29:12.187
어느 총알이 더 빠른
속력으로 날아갈까요?

00:29:12.287 --> 00:29:15.588
그렇죠, 우리가 이것도
본능적으로 알고 있습니다.

00:29:15.688 --> 00:29:17.558
어느 총이 더 빠른
속력으로 날아가요?

00:29:17.658 --> 00:29:24.637
장총에서 발사되는 총알이 권총에서
발사되는 총알보다 더 빠릅니다.

00:29:24.737 --> 00:29:30.911
그렇다면 왜 장총이 더 빠를까.

00:29:31.011 --> 00:29:36.612
똑같은 화약을 담고 있는
똑같은 총알을 발사해도

00:29:36.712 --> 00:29:41.200
장총에서의 총알이 권총에서의

속력보다 더 빠르거든요.

00:29:41.300 --> 00:29:42.649
그 이유는 바로 뭐냐,

00:29:42.749 --> 00:29:51.574
총알이 빵하고 발사되면 총 안에
있던 화약이 빵하고 터지면서

00:29:51.674 --> 00:29:54.770
총알을 밀기 시작합니다.

00:29:54.870 --> 00:30:01.960
이 총알이 밀고 나가서 입구까지
민다는 증거가 있어요.

00:30:02.060 --> 00:30:04.889
바로 뭐냐,
여러분, 영화 같은 데 보면

00:30:04.989 --> 00:30:07.820
권총이나 장총에 소음기를 답니다.

00:30:07.920 --> 00:30:12.282
이 소음기, 이거 어디다 다나요?

00:30:12.382 --> 00:30:14.933
소음기 뭔지 알죠?

00:30:15.033 --> 00:30:18.511
총구에 총 소음기를 답니다.

00:30:18.611 --> 00:30:27.821
총이 있으면 총구, 입구에 장착해서 퓨욱
이런 소리가 나게 발사를 하잖아요.

00:30:27.921 --> 00:30:31.258
총구에다 소음기를 달아요.

00:30:31.358 --> 00:30:35.751
화약이 터지는 곳에
소음기를 달지 않고요.

00:30:35.851 --> 00:30:37.842
이 입구에 소음기를 달아요.

00:30:37.942 --> 00:30:40.604
그러면 왜 입구에 소음기를 다느냐,

00:30:40.704 --> 00:30:44.587
우리가 총을 쏠 때 빵 하는 소리는
어디서 나는 소리라는 거야?

00:30:44.687 --> 00:30:46.403
입구에서 나는 소리입니다.

00:30:46.503 --> 00:30:50.322
그러면 왜 입구에서 빵
하는 소리가 발생하느냐,

00:30:50.422 --> 00:30:55.182

바로 화약이 빵
터지면서 가스가 되고

00:30:55.282 --> 00:31:01.412
그 가스가 총알을
입구까지 쭉 밀어요.

00:31:01.512 --> 00:31:03.841
그래서 그 압축되어있던 가스가

00:31:03.941 --> 00:31:11.854
총구에서 한꺼번에 팽창하면서 공기를
진동시키는 소리가 뻥 하는 소리거든요.

00:31:11.954 --> 00:31:14.243
결국 이거는 뭘 의미하느냐,

00:31:14.343 --> 00:31:22.787
그 가스가 총알을 입구까지
밀어준다는 겁니다.

00:31:22.887 --> 00:31:27.762
결과적으로는 동일한
총알을 사용했으면

00:31:27.862 --> 00:31:33.972
총알을 미는 힘은 똑같아요.

00:31:34.072 --> 00:31:39.706
그런데 총알을 미는 시간이
누가 더 길어요?

00:31:39.806 --> 00:31:44.816
당연히 긴 애가 짧은 애보다
길 수밖에 없습니다.

00:31:44.916 --> 00:31:46.562
결국은 뭐가 다른 거야?

00:31:46.662 --> 00:31:53.605
장총과 권총의 차이점은
충격량이 다릅니다.

00:31:53.705 --> 00:31:58.917
그런데 충격량은 언제나
뭐와 같다고 그랬어요?

00:31:59.017 --> 00:32:03.519
운동량의 변화량과 같다고 그랬죠.

00:32:03.619 --> 00:32:07.560
따라서 충격량이 누가 커요?
장총이 커요.

00:32:07.660 --> 00:32:10.236
그러면 운동량의
변화량도 누가 커요?

00:32:10.336 --> 00:32:12.140
장총이 커요.

00:32:12.240 --> 00:32:16.240
애네 둘은 처음에 속력이
둘 다 얼마였어요?

00:32:16.340 --> 00:32:17.609
0이었어요.

00:32:17.709 --> 00:32:21.832
그러면 발사되는 속력,
발사되는 속력이면

00:32:21.932 --> 00:32:28.066
속도 변화량이 누가 더
클 수밖에 없어?

00:32:28.166 --> 00:32:30.405
똑같은 총알이니까 속도 변화량은

00:32:30.505 --> 00:32:35.560
장총이 더 클 수밖에 없다는
결론을 내릴 수 있게 되죠.

00:32:35.660 --> 00:32:36.947
되시죠?

00:32:37.047 --> 00:32:44.629
그래서 이 관점을 똑같이 우리가
Ft 그래프로 그려보면

00:32:44.729 --> 00:32:46.574
권총은 어떻게 되느냐,

00:32:46.674 --> 00:32:54.577
힘으로 총알을 미는데 조금
시간 동안만 밀어요.

00:32:55.483 --> 00:32:57.753
이 넓이가 뭐가 돼요?

00:32:57.853 --> 00:33:00.332
충격량, 운동량의 변화량.

00:33:00.432 --> 00:33:08.052
그에 비해서 장총은 똑같은 힘으로
더 오랜 시간 동안 밀어요.

00:33:09.347 --> 00:33:13.322
이 넓이가 뭐예요?
충격량, 운동량의 변화량.

00:33:13.422 --> 00:33:17.835
누가 더 클 수밖에 없어?
장총이 더 클 수밖에 없다는 거죠.

00:33:17.935 --> 00:33:21.606
그래서 장총에서 더 큰
운동량의 변화량.

00:33:21.706 --> 00:33:23.109
즉 큰 속도 변화량.

00:33:23.209 --> 00:33:28.551
즉 발사되는 속력이 더 크다고
표현할 수 있게 됩니다.

00:33:28.651 --> 00:33:33.191
우리가 이런 효과로 설명할 수 있는

00:33:33.291 --> 00:33:37.163
일상생활의 현상들은
또 뭐가 있었냐,

00:33:37.263 --> 00:33:41.663
야구 선수들이 공을 던질 때
팔로 던지죠, 결과적으론.

00:33:41.763 --> 00:33:45.360
팔로 어차피 던지면 굳이
몸을 이동시킬 필요 없이

00:33:45.460 --> 00:33:49.144
그냥 제자리에 서서 있는 힘껏
이렇게 던지면 될 거 아니야.

00:33:49.244 --> 00:33:53.419
있는 힘껏 제자리에서 던지면 될 걸

00:33:53.519 --> 00:33:57.287
굳이 몸을 이동시키면서 던지죠.

00:33:57.387 --> 00:34:02.549
와인드업이라는 걸 해서 굳이
몸을 이동시키면서 던집니다.

00:34:02.649 --> 00:34:04.311
왜 그럴까?

00:34:04.411 --> 00:34:08.295
제자리에서 던지면 공을
밀 수 있는 시간이

00:34:08.395 --> 00:34:12.298
여기서부터 이 정도를 미는
시간밖에는 안 됩니다.

00:34:12.398 --> 00:34:15.279
그런데 와인드업을
해서 이동시키게 되면

00:34:15.379 --> 00:34:17.068
공을 밀 수 있는 시간.

00:34:17.168 --> 00:34:19.108
어차피 팔로 있는
힘껏 던지는 거니까

00:34:19.208 --> 00:34:23.754
있는 힘껏 팔로 밀 수 있는
시간이 더 길어지게 되죠.

00:34:23.854 --> 00:34:25.235
축구 선수들도 마찬가지죠.

00:34:25.335 --> 00:34:26.876
공 찰 때 어떻게 차요?

00:34:26.976 --> 00:34:28.665
그냥 톡하고 찹니까?

00:34:28.765 --> 00:34:30.998
발을 가다가 톡하고 멈춰요?

00:34:31.098 --> 00:34:35.356
아니죠, 발을 쭉 하고
끝까지 뻗어서 찹니다.

00:34:35.456 --> 00:34:41.711
공을 더 오랜 시간 동안
밀고 가서 충격량을 키워서

00:34:41.811 --> 00:34:48.263
운동량의 변화량을 키워서 빠른
속도로 날려 보내게 하기 위해서

00:34:48.363 --> 00:34:52.920
쭉 밀어주게 되는 거죠.

00:34:54.763 --> 00:34:55.916
다 마찬가지죠?

00:34:56.016 --> 00:35:00.012
야구 선수들이 공을
칠 때 이렇게 안 치죠.

00:35:00.112 --> 00:35:01.738
이렇게 안 친다고요.

00:35:01.838 --> 00:35:03.437
쑥, 이렇게 치죠.

00:35:03.537 --> 00:35:09.073
공을 오랜 시간 동안
있는 힘껏 밀기 위해서.

00:35:11.747 --> 00:35:17.196
배드민턴, 테니스, 골프
다 마찬가지입니다.

00:35:17.296 --> 00:35:23.406
이런 현상들로 우리가 그 이유를
설명할 수 있다는 거죠.

00:35:23.506 --> 00:35:24.408
되시죠?

00:35:24.508 --> 00:35:31.203
그래서 이런 현상으로 설명할 수
있는 우리 주변의 상황들을

00:35:31.303 --> 00:35:36.942
여러분이 좀 기억을 해두셔야 시험 문제에서
이런 것들을 비교하는 문제가 나오면

00:35:37.042 --> 00:35:44.575
무리 없이 여러분이 골라서 해결할 수
있을 거다, 라고 생각이 듭니다.

00:35:44.675 --> 00:35:51.559
이렇게 해서 우리는 문제 1번과
2번에 대해서 풀어봤고요.

00:35:51.659 --> 00:35:53.387
그러면 가볍게 문제 3번.

00:35:53.487 --> 00:35:59.405
그냥 좀 재미 삼아 해보자는
의미로 문제 3번을 넣어봤어요.

00:35:59.505 --> 00:36:04.638
추락하는 엘리베이터 안에서.

00:36:04.738 --> 00:36:08.252
땅에 닿기 전에 내가
점프를 했어요.

00:36:08.352 --> 00:36:09.946
그러면 살 수 있을까?

00:36:10.046 --> 00:36:12.628
결론부터 말씀드리면,
어떤 상황인지 상상은 되시죠?

00:36:12.728 --> 00:36:13.727
줄이 끊어졌어요.

00:36:13.827 --> 00:36:16.951
엘리베이터가 추락하고 있고
추락하는 엘리베이터에 내가 있어.

00:36:17.051 --> 00:36:21.466
그 추락하는 엘리베이터 안에서
엘리베이터가 땅에 닿는 순간

00:36:21.566 --> 00:36:25.916
내가 점프하면 살 수 있을까?
라고 질문을 했고요.

00:36:26.016 --> 00:36:29.557
정답을 말씀드리면
점프하면 산다는 겁니다.

00:36:29.657 --> 00:36:31.083
점프하면 삽니다.

00:36:31.183 --> 00:36:35.177
그런데 문제는 뭐냐,
점프하는 게 힘들어요.

00:36:35.277 --> 00:36:38.464
무슨 말이냐, 엘리베이터와
내가 떨어지고 있었잖아.

00:36:38.564 --> 00:36:41.574
높은 곳에서 쭉 하고

떨어지고 있었다고.

00:36:41.674 --> 00:36:50.750
그러다가 점프하면 다시
닿자마자 점프해야 되죠?

00:36:50.850 --> 00:36:52.657
점프한다는 건 뭐냐,

00:36:52.757 --> 00:37:01.326
내 다리가 그 충격에 대한 힘을 이기면서
되튀어 올랐다는 것을 의미하거든요.

00:37:01.426 --> 00:37:06.956
무슨 말이냐, 지금 사람이
이렇게 엘리베이터 안에서

00:37:07.056 --> 00:37:10.790
속력을 가지고 떨어지고 있었어요.

00:37:10.890 --> 00:37:23.261
그러다가 이 사람이 위쪽으로
꽝하고 닿는 순간 점프를 했어요.

00:37:23.361 --> 00:37:24.382
그러면 어떻게 되느냐,

00:37:24.482 --> 00:37:31.774
예를 들어서 지금 떨어지고 있는
속력이 10이었다고 생각해보고요.

00:37:31.874 --> 00:37:37.443
바닥에 닿자마자 점프하는 속력이
1이었다고 생각해보겠습니다.

00:37:37.543 --> 00:37:41.732
그러면 얘는 어떤
일이 있었던 거죠?

00:37:41.832 --> 00:37:43.674
속도가 변했어요.

00:37:43.774 --> 00:37:46.835
이거 굉장히 여러분이 중요하게
기억을 하고 계셔야 됩니다.

00:37:46.935 --> 00:37:51.445
속도가 변했는데 속도
변화량은 얼마일까요?

00:37:51.545 --> 00:37:56.146
10으로 떨어지고 있다가 튀어
올라서 1로 튀어 올랐어.

00:37:56.246 --> 00:37:58.506
그러면 속도는 얼마 변한 걸까?

00:37:58.606 --> 00:38:04.242
10에서 속도가 1이
됐으니까 9가 변한 걸까요?

00:38:04.342 --> 00:38:07.222
아니죠, 이거 굉장히
조심해야 돼요.

00:38:07.322 --> 00:38:13.548
10으로 달려가다가 방향을
바꿔서 1로 달리고 있으면

00:38:13.648 --> 00:38:18.195
속도 변화량은 얼마냐, 11입니다.

00:38:18.295 --> 00:38:21.804
10으로 달리다가 속도
변화량이 9가 나오려면

00:38:21.904 --> 00:38:28.439
그 방향으로 속도가 1이거나 또는
이 방향으로 속도가 19여야

00:38:28.539 --> 00:38:31.097
변화량이 9일 수 있죠.

00:38:31.197 --> 00:38:34.413
그런데 얘는 지금 어떻게
된 상황이에요?

00:38:34.513 --> 00:38:37.552
반대 방향으로 속도가
1이 됐습니다.

00:38:37.652 --> 00:38:41.828
그러면 10으로 달리다가 반대
방향으로 속도가 1이 됐으니까

00:38:41.928 --> 00:38:47.693
속도 변화량 값은 얼마인 거냐,
11이 되는 상황입니다.

00:38:47.793 --> 00:38:52.685
그렇다면 얘가 지금 질량을
갖고 있던 이놈이

00:38:52.785 --> 00:38:58.352
속도 변화를 갖고 운동량의
변화량을 갖고 오게 했다는 건

00:38:58.452 --> 00:39:04.503
그마만큼의 충격량을
받았다는 것을 의미하고요.

00:39:04.603 --> 00:39:05.622
그 충격량.

00:39:05.722 --> 00:39:10.780
이만큼의 운동량의 변화량에
해당하는 충격량을

00:39:10.880 --> 00:39:14.665
이 사람이 이겨냈다는
거죠, 그 다리가.

00:39:14.765 --> 00:39:18.451
그 다리가 그만큼의
충격을 이겨냈으면

00:39:18.551 --> 00:39:26.670
이 사람이 그냥 바닥에 꽝하고
멈췄을 때 착지할 수 있었을 때

00:39:26.770 --> 00:39:31.558
속도가 0이었을 때에
운동량의 변화량,

00:39:31.658 --> 00:39:38.909
충격량도 이겨낼 수 있는
사람이었다는 걸 뜻합니다.

00:39:39.009 --> 00:39:46.027
되튀어 오를 수 있다는 건
착지할 수 있는 거보다

00:39:46.127 --> 00:39:50.504
훨씬 더 큰 충격량을
받으니까 그 충격량.

00:39:50.604 --> 00:39:54.859
되튀어 오를 수 있는 충격량을
내 다리가 이겨낼 수 있으면

00:39:54.959 --> 00:40:00.650
사뿐히 착지할 수 있는 충격량도
충분히 감수할 수 있다는 거죠.

00:40:00.750 --> 00:40:08.139
왜? 착지하는 충격량보다는 되튀어
오르는 충격량이 더 클 거니까.

00:40:08.239 --> 00:40:14.857
결국 튀어 오를 수 있었다는 건 이 사람의
다리가 굉장히 튼튼했다는 거고요.

00:40:14.957 --> 00:40:18.723
결국 착지하는 것만으로도 이 사람은

00:40:18.823 --> 00:40:22.096
충분히 살 수 있는 다리를 갖고
있었다는 볼 수 있는 거죠.

00:40:22.196 --> 00:40:27.371
그래서 결론은 쓸데없는
질문일 수도 있겠지만

00:40:27.471 --> 00:40:33.322
이런 일이 일어나면 안 되겠지만
되튀어 오를 수 있으면 산다.

00:40:33.422 --> 00:40:36.954
이게 바로 정답이었습니다.

00:40:37.054 --> 00:40:37.896
되셨죠?

00:40:37.996 --> 00:40:41.466
이 내용에 대한 조금 더
자세한 내용은 우리가 다음

00:40:41.598 --> 00:40:49.083
운동량 보존이라는 강의에서 말씀을
드릴 기회가 있을 것 같아요.

00:40:49.183 --> 00:40:55.805
이렇게 해서 운동량과 충격량이라는
내용에 대해서 쭉 진행해왔고요.

00:40:55.905 --> 00:41:00.316
그러면 지금까지의 내용이
시험 문제에서는

00:41:00.416 --> 00:41:05.943
어떻게 수능 유형으로 출제될 수
있을까에 대한 내용을

00:41:06.043 --> 00:41:09.635
기출 문제들을 바탕으로 판단을
해보도록 하겠습니다.

00:41:09.735 --> 00:41:12.131
문제에 지금 뭐라고 나와 있느냐,

00:41:12.231 --> 00:41:15.760
A는 에어백이 작동됐다고
되어있고요.

00:41:15.860 --> 00:41:18.259
B는 작동되지 않았습니다.

00:41:18.359 --> 00:41:19.667
벌써 뭔가 느낌이 있죠.

00:41:19.767 --> 00:41:22.961
A는 에어백, B는
에어백이 없었대요.

00:41:23.061 --> 00:41:26.169
그 말은 뭐야? A는
쑥, B는 꽝.

00:41:26.269 --> 00:41:28.243
이렇게 됐을 거라는 거죠.

00:41:28.343 --> 00:41:34.244
그 상황을 힘과 시간의
그래프로 나타냈는데

00:41:34.344 --> 00:41:35.730
지금 문제에 뭐라고 나와 있어요?

00:41:35.830 --> 00:41:42.134
A와 B의 넓이는 서로 같다.

00:41:42.234 --> 00:41:48.856
Ft 그래프에서 넓이가
의미하는 게 뭐라고 그랬어요?

00:41:48.956 --> 00:41:55.752
충격량이고 충격량은 언제나
뭐와 같다고 그랬어요?

00:41:55.852 --> 00:41:59.834
운동량의 변화량이라고 그랬습니다.

00:41:59.934 --> 00:42:04.133
결국 A와 B의 넓이가
같다고 그랬으니까

00:42:04.233 --> 00:42:12.244
A와 B의 충격량이 같고 A와
B의 운동량의 변화량이 같습니다.

00:42:12.344 --> 00:42:13.173
됐나요?

00:42:13.273 --> 00:42:14.861
그러면 이제 짝을 맞춰보겠습니다.

00:42:14.961 --> 00:42:17.545
A는 에어백이 터졌대.

00:42:17.645 --> 00:42:21.397
그러면 충격 시간이 길게,
대신 충격력은 작게.

00:42:21.497 --> 00:42:22.800
그러면 뭐가 되는 거야?

00:42:22.900 --> 00:42:27.888
a, b 중에 어떤 그래프가
에어백이 터진 상황일까요?

00:42:27.988 --> 00:42:33.276
충격 시간이 길게 나타난
b가 A가 되는 거고요.

00:42:33.376 --> 00:42:41.998
충격 시간이 짧게 나타난
B가 a 그래프가 됩니다.

00:42:42.098 --> 00:42:45.643
에어백이 안 터졌다고 되어있으니까.

00:42:45.743 --> 00:42:49.166
그러면 ㄱ부터 보도록 하겠습니다.

00:42:49.266 --> 00:42:50.614
뭐라고 되어있느냐,

00:42:50.714 --> 00:42:54.125
A의 인형이 받은 힘을
나타낸 건 a다.

00:42:54.225 --> 00:42:58.824
아니죠? A의 인형이 받은
그래프로는 b 그래프입니다.

00:42:58.924 --> 00:43:00.603
ㄱ 보기는 틀렸고요.

00:43:00.703 --> 00:43:04.404
ㄴ, 두 인형이 받은
충격량의 크기는 같다.

00:43:04.504 --> 00:43:06.844
문제에 이미 나와 있는 거야, 왜?

00:43:06.944 --> 00:43:09.710
Ft 그래프에서 넓이가 뭐니까?

00:43:09.810 --> 00:43:13.416
충격량이고 충격량은 문제에
뭐라고 되어있어요?

00:43:13.516 --> 00:43:16.553
같다고 나와 있잖아.

00:43:16.653 --> 00:43:19.112
결국 넓이가 같다는
건 충격량이 같다.

00:43:19.212 --> 00:43:20.217
ㄷ 보겠습니다.

00:43:20.317 --> 00:43:24.786
두 인형의 운동량
변화량의 크기는 같다.

00:43:24.886 --> 00:43:25.924
이것도 맞는 이야기죠.

00:43:26.024 --> 00:43:29.039
왜? Ft 그래프에서의
넓이는 충격량.

00:43:29.139 --> 00:43:33.030
충격량은 언제나 운동량의 변화량인데

00:43:33.130 --> 00:43:35.481
문제에 넓이가 같다고 했으니까

00:43:35.581 --> 00:43:39.383
충격량, 운동량의 변화량은
무조건 같게 되는 거죠.

00:43:39.483 --> 00:43:42.908
문제에 조건이었던 겁니다.

00:43:43.008 --> 00:43:45.578
이런 문제 간단하게 우리가
해결할 수 있고요.

00:43:45.678 --> 00:43:49.160
문제 2번 들어가
보도록 하겠습니다.

00:43:49.260 --> 00:43:54.398
문제 2번 봤더니 여기에

또다시 뭐가 나왔어요?

00:43:54.498 --> 00:43:57.260
힘과 시간의 그래프가 나왔습니다.

00:43:57.360 --> 00:44:04.647
힘과 시간의 그래프에서 넓이가
의미하는 건 뭐라고요?

00:44:04.747 --> 00:44:09.250
충격량이고요.

00:44:09.350 --> 00:44:15.741
충격량은 언제나 뭐와 같다고?
운동량의 변화량.

00:44:16.501 --> 00:44:19.463
그러면 이제 ㄱ부터
보도록 하겠습니다.

00:44:19.563 --> 00:44:24.201
0부터 t까지래요.

00:44:24.301 --> 00:44:31.004
0에서 t까지 보면 A의
넓이는 이만큼이고요.

00:44:31.104 --> 00:44:35.303
B의 넓이는 이만큼입니다.

00:44:36.476 --> 00:44:39.011
A가 넓어요, B가 넓어요?

00:44:39.111 --> 00:44:43.404
B가 넓잖아.

00:44:43.504 --> 00:44:48.149
B의 넓이, A의 넓이.

00:44:48.249 --> 00:44:51.844
그러면 넓이 변화량은 충격량,
충격량은 운동량의 변화량.

00:44:51.944 --> 00:44:57.161
결국 0에서 t까지 충격량은 누가 커요?
B가 크다.

00:44:57.261 --> 00:44:59.666
그래서 A가 작죠.

00:44:59.766 --> 00:45:02.392
그래서 ㄱ 보기는
맞는 보기가 되고요.

00:45:02.492 --> 00:45:09.203
ㄴ, t0일 때 속력은 누가
빠르니, 라고 물었어요.

00:45:09.303 --> 00:45:10.867
그러면 이제 보도록 하겠습니다.

00:45:10.967 --> 00:45:14.447
A의 충격량은 얼마입니까?

00:45:14.547 --> 00:45:25.847
이 넓이를 구해보면 t0까지
A의 충격량은 얼마가 돼요?

00:45:25.947 --> 00:45:27.718
삼각형이죠?

00:45:27.818 --> 00:45:31.831
2분의 1 곱하기 밑변
t0, 높이 F0 해서

00:45:31.931 --> 00:45:36.269
F0*t0가 A의 충격량이고요.

00:45:36.369 --> 00:45:37.811
이게 바로 뭐가 됩니까?

00:45:37.911 --> 00:45:40.870
A의 운동량의 변화량이 됩니다.

00:45:40.970 --> 00:45:45.413
m*A의 운동량의 변화량이죠.

00:45:45.513 --> 00:45:50.297
t0까지 B의 충격량은 얼마예요?
B의 넓이죠?

00:45:50.397 --> 00:45:52.354
B의 넓이 구하면 얼마가 됩니까?

00:45:52.454 --> 00:45:55.017
F0*t0입니다.

00:45:55.117 --> 00:45:56.911
이거는 언제나 뭐와 같아요?

00:45:57.011 --> 00:45:59.739
B의 운동량의 변화량과 같습니다.

00:45:59.839 --> 00:46:03.559
그런데 B는 질량이 얼마짜리?
2m짜리죠.

00:46:03.659 --> 00:46:08.371
B의 운동량의 변화량
값과 같습니다.

00:46:08.471 --> 00:46:11.712
되세요? 이 공식 이렇게
세울 수 있겠어?

00:46:11.812 --> 00:46:14.202
이때 변화량은 어떻게 구해요?

00:46:14.302 --> 00:46:16.500
나중 값 빼기 처음 값.

00:46:16.600 --> 00:46:18.829

그런데 문제에 조건에
지금 뭐라고 되어있어?

00:46:18.929 --> 00:46:23.529
처음에는 다 정지해있다고
되어있습니다.

00:46:23.629 --> 00:46:30.606
결국 이 변화량은 나중
속도 빼기 처음 속도인데

00:46:30.706 --> 00:46:34.445
처음 속도가 0이니까 결국
이거는 뭐가 됩니까?

00:46:34.545 --> 00:46:36.286
vA가 되고요.

00:46:36.386 --> 00:46:41.532
처음 속도가 0이니까
2m*vB가 되죠.

00:46:41.632 --> 00:46:44.693
결국 vA는 어떻게 됩니까?

00:46:44.793 --> 00:46:47.224
vB는 어떻게 됩니까?

00:46:47.324 --> 00:46:54.402
결국 vA값과 vB값이 어떤 값을
갖게 된다는 걸 판단할 수 있어요?

00:46:54.502 --> 00:46:56.986
같은 값을 같게 되는구나.

00:46:57.086 --> 00:47:02.479
둘 다 vA와 vB값이
얼마가 됩니까?

00:47:02.579 --> 00:47:09.987
2m분의 1 곱하기 F0*t0라는
값을 갖게 되잖아.

00:47:10.087 --> 00:47:16.045
결국 둘 다 같은 속력을 갖게
된다는 겁니다, t0까지.

00:47:16.145 --> 00:47:20.355
그래서 ㄴ 보기는 어떻습니까?

00:47:20.455 --> 00:47:23.670
틀렸다고 우리가
판단할 수 있게 되고요.

00:47:23.770 --> 00:47:24.686
ㄷ 보겠습니다.

00:47:24.786 --> 00:47:27.920
이번에는 2t0를 묻고 있어요.

00:47:28.020 --> 00:47:40.066

2t0까지 A의 넓이와 2t0까지
B의 넓이는 어떻습니까?

00:47:40.166 --> 00:47:41.094
똑같습니다.

00:47:41.194 --> 00:47:42.481
그말은 뭡니까?

00:47:42.581 --> 00:47:49.512
2t0까지를 따지면 A의
충격량과 B의 충격량이 같고요.

00:47:49.612 --> 00:47:54.981
A의 운동량의 변화량과 B의
운동량의 변화량이 같습니다.

00:47:55.081 --> 00:47:58.689
그런데 얘는 처음에 정지해있었으니까

00:47:58.789 --> 00:48:00.771
처음에 운동량은 얼마예요?

00:48:00.871 --> 00:48:03.411
둘 다 0입니다, 정지해있으니까.

00:48:03.511 --> 00:48:06.179
운동량은 어떻게 표현해?

00:48:06.279 --> 00:48:09.009
질량 곱하기 속도 값으로 표현하는데

00:48:09.109 --> 00:48:13.990
둘 다 처음에는 정지해있었으니까
처음에 운동량은 0이에요.

00:48:14.090 --> 00:48:17.336
운동량의 변화량이
A와 B가 같으니까

00:48:17.436 --> 00:48:23.409
결국 나중 운동량도 A와
B가 같아야 하죠.

00:48:23.509 --> 00:48:26.114
처음에 운동량이 0으로 같았으니까

00:48:26.214 --> 00:48:29.985
나중 운동량도 같아야 변화량이
같을 수가 있습니다.

00:48:30.085 --> 00:48:38.387
그래서 2t0일 때 물체의 운동량의
크기는 A와 B가 같습니다.

00:48:38.487 --> 00:48:41.777
그래서 ㄷ번 보기는
틀린 보기가 되죠.

00:48:42.393 --> 00:48:45.293
할 만해? 되는 거야?

00:48:45.393 --> 00:48:47.890
그러면 이제 3번 문제
보도록 하겠습니다.

00:48:47.990 --> 00:48:50.957
계속 같은 유형의 문제입니다.

00:48:51.057 --> 00:48:55.298
문제를 또 봤더니
뭐라고 써져있느냐,

00:48:55.398 --> 00:49:00.535
A와 B를 발로 뺑 깠어요.

00:49:00.635 --> 00:49:06.177
그랬더니 Ft 그래프가
이렇게 그려졌는데

00:49:06.277 --> 00:49:09.112
문제에 뭐라고 나와 있느냐,

00:49:09.212 --> 00:49:14.037
면적은 4mv로 같다.

00:49:14.137 --> 00:49:15.160
지겹다.

00:49:15.260 --> 00:49:20.597
Ft 그래프에서의 넓이가
의미하는 게 뭐였어요?

00:49:20.697 --> 00:49:24.166
충격량.

00:49:24.266 --> 00:49:26.707
충격량은 언제나 뭐와 같다고요?

00:49:26.807 --> 00:49:29.703
운동량의 변화량과 같다고요.

00:49:29.803 --> 00:49:32.805
그런데 이 값이 문제에
얼마라고 나와 있는 거야?

00:49:32.905 --> 00:49:38.245
4mv라고 나와 있는 거죠.

00:49:38.345 --> 00:49:40.720
그러면 이제 문제를 한번
보도록 하겠습니다.

00:49:40.820 --> 00:49:45.568
A는 공이 얼마로 오고 있어요?

00:49:45.668 --> 00:49:49.317
2v의 속도로 m의
질량이 오고 있으니까

00:49:49.417 --> 00:49:51.018
운동량이 얼마입니까?

00:49:51.118 --> 00:49:53.553
2mv입니다.

00:49:53.653 --> 00:49:56.491
그러면 변화량이 얼마가 나와야 돼?

00:49:56.591 --> 00:49:58.076
4mv여야 되죠?

00:49:58.176 --> 00:50:09.342
2mv의 운동량을 가지고 오고
있었는데 변화량이 4mv가 되려면

00:50:09.442 --> 00:50:17.874
A는 얼마로 튕겨 나갈 때 운동량의
변화량이 4mv가 될 수 있을까요?

00:50:17.974 --> 00:50:20.984
이걸 계산할 수 있어야 돼.

00:50:21.084 --> 00:50:24.673
얼마여야 운동량의 변화량이
4mv가 되느냐,

00:50:24.773 --> 00:50:32.749
2mv로 튕겨 나가야 운동량의
변화량이 4mv가 될 수 있습니다.

00:50:32.849 --> 00:50:39.347
선생님, 애 2mv고 얘
2mv면 변화량은 0 아닌가요?

00:50:39.447 --> 00:50:40.460
아니죠.

00:50:40.560 --> 00:50:46.638
이쪽으로 2mv였던 애가 그대로
이쪽으로 2mv면 뭐가 돼?

00:50:46.738 --> 00:50:48.245
변화량이 0이 되죠.

00:50:48.345 --> 00:50:51.229
그런데 얘는 방향을 바꿨어요.

00:50:51.329 --> 00:50:56.469
우리가 앞선 강의에서
말씀을 드리진 않았지만

00:50:56.569 --> 00:51:01.027
반대 방향이 되면 우리는 이걸
물리적으로 어떻게 표현하느냐,

00:51:01.127 --> 00:51:03.719
마이너스를 붙여서 표현합니다.

00:51:03.819 --> 00:51:09.613
여기서 표현되는 마이너스는 0 이하의
숫자를 의미하는 마이너스가 아니라

00:51:09.713 --> 00:51:12.239
반대 방향을 의미하는 마이너스예요.

00:51:12.339 --> 00:51:15.187
결국 그래프로 나타내면
어떤 식인 거냐,

00:51:15.287 --> 00:51:22.691
얘가 지금 2v로 달려가다가 반대
방향으로 2v로 가는 겁니다.

00:51:22.791 --> 00:51:27.136
그러면 얘는 변화량이
얼마가 나와요?

00:51:27.236 --> 00:51:28.808
4v가 되죠.

00:51:28.908 --> 00:51:33.310
그래서 왼쪽으로 2mv로
달리고 있던 놈이

00:51:33.410 --> 00:51:36.601
오른쪽으로 2mv로
운동량을 갖고 가면

00:51:36.701 --> 00:51:39.410
이때의 변화량 값은 얼마가 돼요?

00:51:39.510 --> 00:51:43.919
4mv가 됩니다.

00:51:44.019 --> 00:51:46.919
이렇구나, 라는 걸 우리가
알 수 있어야 되고요.

00:51:47.019 --> 00:51:48.456
그러면 B를 보겠습니다.

00:51:48.556 --> 00:51:55.149
B는 이쪽으로 질량 m이었던 애가
속도 v를 갖고 가고 있었어요.

00:51:55.249 --> 00:51:57.835
그래서 얼마의 운동량을
갖고 있었어요?

00:51:57.935 --> 00:52:00.663
mv의 운동량을 갖고 있었어요.

00:52:00.763 --> 00:52:07.840
mv의 운동량을 갖고 있던 애가
오른쪽으로 얼마로 빵 까이고 날아가야

00:52:07.940 --> 00:52:22.529
운동량의 변화량 값이
4mv가 될 수 있을까요?

00:52:22.629 --> 00:52:27.790
이쪽으로 mv였던 애가 이쪽으로 얼마로
가야 변화량이 4mv가 될까?

00:52:27.890 --> 00:52:30.692
3mv여야 됩니다.

00:52:30.792 --> 00:52:31.834
이런 상황이죠.

00:52:31.934 --> 00:52:37.042
이것도 마찬가지로 그래프로 표현하면
v였던 애가 3v여야 돼요.

00:52:37.142 --> 00:52:44.116
반대 방향으로 3v여야 변화량이
4v일 수 있는 거잖아.

00:52:44.216 --> 00:52:49.256
그래서 얘는 운동량이
3mv가 되는구나.

00:52:49.356 --> 00:52:57.001
결국 질량이 m인 애가 속도가
3v로 날아가는 상황이고요.

00:52:57.101 --> 00:53:05.171
얘는 질량이 m인 애가 2v로 날아가는
상황이라는 결론을 내릴 수 있게 되죠.

00:53:05.271 --> 00:53:08.553
그래서 ㄱ부터 보도록 하겠습니다.

00:53:08.653 --> 00:53:13.209
발로 차는 동안 충격량의
크기는 당연히 같죠.

00:53:13.309 --> 00:53:15.811
왜? 문제에 같다고 되어있잖아.

00:53:15.911 --> 00:53:17.251
넓이가 같다고 되어있잖아.

00:53:17.351 --> 00:53:18.884
ㄱ 보기 틀렸고요.

00:53:18.984 --> 00:53:23.812
ㄴ, 발로 차는 동안 공이 받은
평균 힘의 크기를 물었습니다.

00:53:23.912 --> 00:53:26.836
이 그래프에서 힘을
표현할 수 있어요.

00:53:26.936 --> 00:53:29.961
이 넓이랑 이 넓이가 같죠?

00:53:30.061 --> 00:53:35.770
그러면 F*Δt값이
A와 B가 같습니다.

00:53:35.870 --> 00:53:39.642
그런데 시간의 변화량이
A는 t고요.

00:53:39.742 --> 00:53:41.153
B는 2t입니다.

00:53:41.253 --> 00:53:46.534
이 시간의 변화량 값이 이
둘의 F*t값은 같은데

00:53:46.634 --> 00:53:53.799
시간의 변화량 값이
A는 FA*t고요.

00:53:53.899 --> 00:53:57.646
FB*2t야.

00:53:57.746 --> 00:54:00.505
이 값과 이 값이 같아야 돼.

00:54:00.605 --> 00:54:03.688
그러면 FA와 FB는
몇 대 몇이 됩니까?

00:54:03.788 --> 00:54:08.029
2대 1이 되는구나, 라는 걸
우리가 알 수 있게 되는 거죠.

00:54:08.129 --> 00:54:11.877
그래서 ㄴ번 보기는 맞고요.

00:54:11.977 --> 00:54:13.799
ㄷ 보겠습니다.

00:54:13.899 --> 00:54:18.762
발로 차서 떠나는 순간
속력이 어떻게 되니?

00:54:18.862 --> 00:54:20.934
얘는 얼마로 날아가요?

00:54:21.034 --> 00:54:22.529
2v로 날아가고요.

00:54:22.629 --> 00:54:24.029
얘는 얼마로 날아가요?

00:54:24.129 --> 00:54:25.548
3v로 날아가죠.

00:54:25.648 --> 00:54:28.797
그러면 속도가 몇 대 몇이야?
2:3이죠?

00:54:28.897 --> 00:54:29.981
두 배가 아니야.

00:54:30.081 --> 00:54:37.448
그래서 ㄷ번 보기는 틀렸구나,
라는 걸 알 수 있게 됩니다.

00:54:37.548 --> 00:54:41.513
그러면 이제 마지막 문제도

확인해보도록 하겠습니다.

00:54:41.613 --> 00:54:44.400
문제에는 또 뭐라고 되어있느냐,

00:54:44.500 --> 00:54:47.378
이거는 여러분이 좀
주의하셔야 될 게 뭐냐면,

00:54:47.478 --> 00:54:54.338
제시되어있는 값이 운동량
값으로 나와 있습니다.

00:54:54.438 --> 00:54:58.330
봤더니 A는 운동량이 얼마래?
2p래.

00:54:58.430 --> 00:55:01.632
B는? p라고 되어있어요.

00:55:01.732 --> 00:55:05.327
운동량은 어떻게 표현하기로 했어요?

00:55:05.427 --> 00:55:10.044
질량 곱하기 속도 값으로
표현을 하기로 했어요.

00:55:10.144 --> 00:55:17.366
이때 A의 운동량은 지금 얼마래요?

00:55:17.466 --> 00:55:18.951
2p래요.

00:55:19.051 --> 00:55:25.012
이때 A의 질량은 m이고 그때
A의 속도는 vA가 되죠.

00:55:25.112 --> 00:55:29.080
B의 운동량은 지금
얼마라고 표현되어있어요?

00:55:29.180 --> 00:55:30.746
P라고 표현되어있어요.

00:55:30.846 --> 00:55:32.690
그런데 B의 질량은 얼마야?

00:55:32.790 --> 00:55:36.870
2m이고 속도는 vB라고 합시다.

00:55:36.970 --> 00:55:38.280
그러면 보세요.

00:55:38.380 --> 00:55:44.225
m*vA값은 2p고
2m*vB값은 p야.

00:55:44.325 --> 00:55:50.012
그러면 vA:vB는 몇 대
몇이어야 된다는 소리야?

00:55:50.112 --> 00:55:55.310
이게 2분의 1일 때 이건
2여야 된단 소리니까

00:55:55.410 --> 00:56:03.556
vA:vB는 4:1이구나, 라는 걸
우리가 알 수 있게 되는 거죠.

00:56:03.656 --> 00:56:06.237
얘의 속도가 4고
얘의 속도가 1이면

00:56:06.337 --> 00:56:10.756
운동량이 몇 배 차이 날 수 있어요?
2배 차이 날 수 있으니까.

00:56:10.856 --> 00:56:15.393
그래서 처음에는 이렇게
됐다는 겁니다.

00:56:17.780 --> 00:56:22.357
그러고 나서 발로 빵 까고 났더니
문제에 뭐라고 나와 있어?

00:56:22.457 --> 00:56:24.008
이것도 굉장히 중요한 표현입니다.

00:56:24.108 --> 00:56:28.621
거리가 일정하게 유지되면서 간대요.

00:56:28.721 --> 00:56:39.004
A와 B가 거리가 일정하게
유지하면서 이렇게 갔대.

00:56:39.104 --> 00:56:41.676
그러면 이걸 뭘 의미할까?

00:56:41.776 --> 00:56:47.178
A의 속력과 B의 속력이
같다는 것을 뜻하는 거죠.

00:56:47.278 --> 00:56:52.320
예를 들어서 B의 속력
값을 지금 v라고 한다면

00:56:52.420 --> 00:56:56.133
A의 속력 값도 얼마가 되는 거야?
v가 되는 거죠.

00:56:56.233 --> 00:57:01.934
즉 여기서 B의 속력을
v라고 했다면

00:57:02.034 --> 00:57:07.979
처음에 B의 속력은 얼마여야 돼?
4v였는데

00:57:08.079 --> 00:57:13.829
발로 뻥 까이고 나서는 A의
속력과 B의 속력이 같으니까

00:57:13.929 --> 00:57:19.306
B의 속력은 그대로 v인 상황에서
A의 속력도 얼마가 됐다는 소리야?

00:57:19.406 --> 00:57:24.097
v가 됐다는 것을 뜻하죠.

00:57:24.197 --> 00:57:31.173
결국 A는 왼쪽 방향으로
4mv의 운동량에서

00:57:31.273 --> 00:57:38.310
오른쪽 방향으로 mv의
운동량으로 바뀌게 됩니다.

00:57:38.410 --> 00:57:44.460
그러면 A는 이 운동량의
변화량은 얼마일까요?

00:57:44.560 --> 00:57:45.825
굉장히 중요하죠?

00:57:45.925 --> 00:57:53.200
운동량의 변화량은 4mv에서 mv가
됐으니까 변화량 값은 3mv인 거야?

00:57:53.300 --> 00:57:54.724
아니잖아.

00:57:54.824 --> 00:57:58.306
지금 얘는 왼쪽으로 4mv였다가

00:57:58.406 --> 00:58:03.617
얘는 오른쪽으로 mv로 바뀐
거야, 발로 까이고 나서.

00:58:03.717 --> 00:58:06.025
결국 다시 이야기하면,

00:58:06.125 --> 00:58:13.494
4mv의 운동량에서 반대 방향으로
mv의 운동량으로 바뀐 거야.

00:58:13.594 --> 00:58:15.736
그러면 변화량 값은 얼마가 됩니까?

00:58:15.836 --> 00:58:24.856
5mv의 변화량을 갖고 오게 된다는
것을 판단할 수 있게 되는 거죠.

00:58:24.956 --> 00:58:30.036
그러면 이제 보기
ㄱ부터 해결해봅시다.

00:58:30.136 --> 00:58:33.762
(가)에서 A의
속력은 A가 B보다 크다.

00:58:33.862 --> 00:58:38.965
그렇죠, (가)에서 A와
B의 속력은 4:1이에요.

00:58:39.065 --> 00:58:43.273
따라서 A의 속력이 B보다 커요.

00:58:43.373 --> 00:58:47.002
ㄴ, (나)에서 운동량의
크기는 A와 B가 같다.

00:58:47.102 --> 00:58:54.053
지금 (나)에서 보면 A는 mv가
됐고 B는 그대로 2mv죠.

00:58:54.153 --> 00:58:56.243
그러면 운동량은 당연히
누가 큽니까?

00:58:56.343 --> 00:58:58.165
B가 더 큽니다.

00:58:58.265 --> 00:59:03.398
그래서 ㄴ번 보기는 틀렸고요.

00:59:03.498 --> 00:59:04.869
ㄷ 보겠습니다.

00:59:04.969 --> 00:59:10.199
A를 발로 차는 동안 A의
충격량을 물었습니다.

00:59:10.299 --> 00:59:13.259
충격량은 어떻게 구합니까?

00:59:13.359 --> 00:59:19.330
F*Δt로 구하는데 이 문제에는
F도 안 나오고 t도 안 나왔어.

00:59:19.430 --> 00:59:27.833
원래 충격량은 F*Δt로
구하는 거잖아.

00:59:27.933 --> 00:59:32.030
그런데 문제에는 힘도 안 나오고 시간도
안 나왔는데 충격량을 구하래.

00:59:32.130 --> 00:59:35.475
이거 어떻게 알 수 있을까?

00:59:35.575 --> 00:59:36.404
너무 중요해.

00:59:36.504 --> 00:59:40.360
충격량은 언제나 뭐와
같다고 그랬어?

00:59:40.460 --> 00:59:46.486
운동량의 변화량 값과
같다고 그랬죠.

00:59:46.586 --> 00:59:50.333
얘는 지금 운동량의
변화량 값이 얼마예요?

00:59:50.433 --> 00:59:53.754
5mv입니다.

00:59:53.854 --> 01:00:00.036
우리는 지금 p의 운동량을
얼마라고 놨어요?

01:00:00.136 --> 01:00:01.566
2m*v라고 놨죠?

01:00:01.666 --> 01:00:08.830
2m*v의 운동량을 p라고 놨는데
A는 운동량의 변화량이 5mv야.

01:00:08.930 --> 01:00:13.180
그러면 이거를 p로 놓으면
얼마라고 놔야 될까요?

01:00:13.280 --> 01:00:20.710
p의 몇 배가 됩니까?
2분의 5배가 되는 거죠.

01:00:20.810 --> 01:00:22.326
p가 지금 2mv잖아.

01:00:22.426 --> 01:00:28.999
그러니까 2분의 5배구나, 라는
걸 우리가 알 수 있게 됩니다.

01:00:29.099 --> 01:00:30.501
되셨나요?

01:00:31.760 --> 01:00:33.609
아니면 이렇게 해도 상관없죠.

01:00:33.709 --> 01:00:41.913
A 같은 경우 부딪히기 전에는
이쪽으로 2p의 운동량이었다가

01:00:42.013 --> 01:00:47.193
부딪히고 나서는 이쪽으로
절반의 운동량이죠?

01:00:47.293 --> 01:00:50.088
2분의 1p의 운동량으로 바뀌죠.

01:00:50.188 --> 01:00:54.167
그러니까 변화량 값이
얼마가 된다는 거야?

01:00:54.267 --> 01:00:56.785
2분의 3이야?
아니야, 조심해야 돼.

01:00:56.885 --> 01:00:59.584
반대 방향이 됐잖아.

01:00:59.684 --> 01:01:07.013
그러니까 2p였던 애가 2분의 1p가
되니까 변화량 값은 얼마가 돼요?

01:01:07.113 --> 01:01:10.774
2분의 5p다, 라고
구해주면 되고요.

01:01:10.874 --> 01:01:17.159
그래서 ㄷ번 보기도 틀렸다고
우리가 알 수 있게 됩니다.

01:01:17.259 --> 01:01:21.117
이렇게 가장 중요한
포인트, 뭐였어?

01:01:21.217 --> 01:01:26.358
충격량은 운동량의 변화량
값과 같다는 관점을

01:01:26.458 --> 01:01:28.454
여러분이 명확하게
기억하셔야 되고요.

01:01:28.554 --> 01:01:32.597
이러한 관점으로 우리 일상생활에서
설명할 수 있는 예들이

01:01:32.697 --> 01:01:36.976
어떤 것들이 있는지도 꼼꼼하게
판단을 해두시길 바랍니다.

01:01:37.076 --> 01:01:40.853
되셨죠? 생각보다 어렵진 않죠?

01:01:40.953 --> 01:01:44.040
충분히 여러분 것으로 소화할 수
있었으리라고 생각이 들고요.

01:01:44.140 --> 01:01:49.133
그럼에도 불구하고 잘 이해가 안
되는 거, 궁금한 것들은 어떻게?

01:01:49.233 --> 01:01:52.544
Q&A에 올려서 저와
함께 소통하면서

01:01:52.644 --> 01:01:58.648
보다 발전하고 성장할 수
있기를 바라겠습니다.

01:01:58.748 --> 01:02:03.086
수고하셨고요,
다음 강의에서 뵙도록 하겠습니다.