

## Physics world

"What I cannot create, I do not understand." — Richard Feynman

"What I cannot understand, I do not utilize." — Redwoods

"물리는 그냥 안된다.~~ 물리에서는 모든 게 된다." — Giles Sparrow

### keywords

atom, genome, bit

- 물리, 물리학, physics
- 고전물리학
- 열역학
- 전자기학
- 광학
- 현대물리학
- 양자물리학
- 입자물리학
- 우주론
- 상대성이론

• [교재-구글이북](#)

### 상대성이론과 우주론

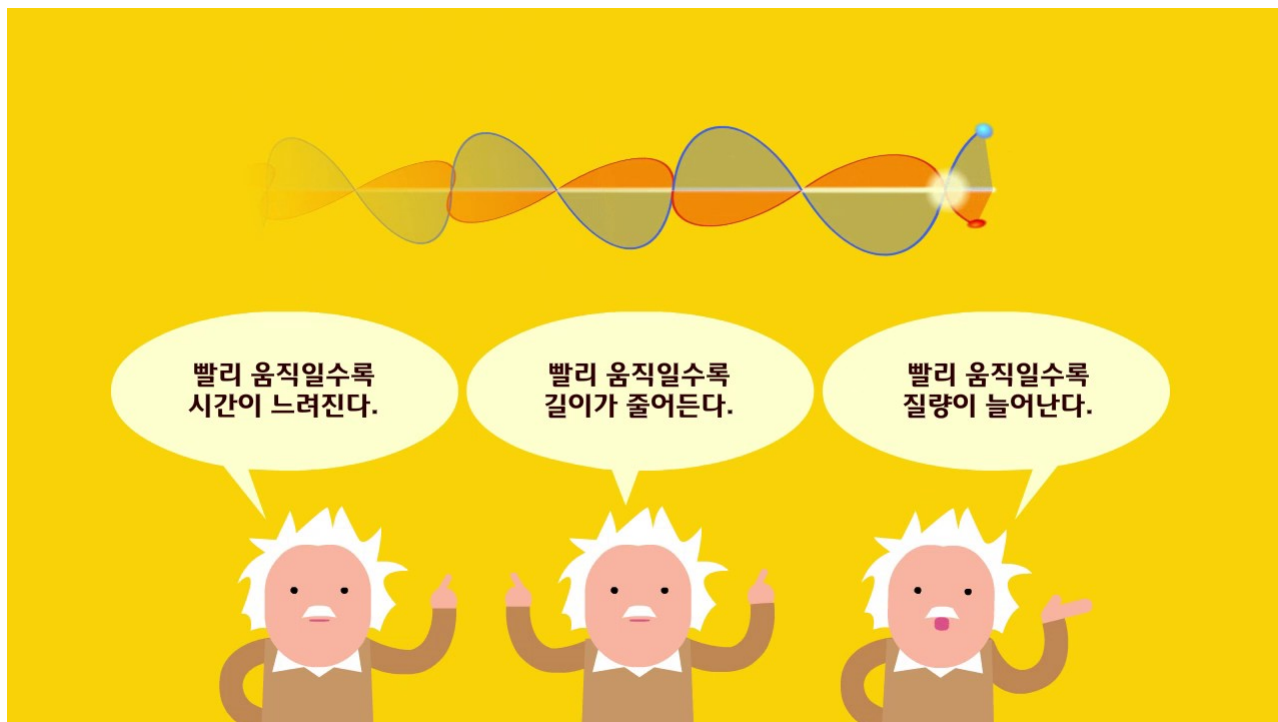
빛의 속도 / 특수상대성 / 시간 지연과 로런츠 인자 / 로런츠 수축 / 질량-에너지 등가 / 쌍둥이 역설 / 시공 / (일반상대성 / 중력렌즈 / [중력파] / 특이점과 블랙홀 / 웜홀 / 타임머신 / 할아버지 역설 / 호킹 복사) / (허블의 법칙 / 빅뱅 / 우주배경복사 / 암흑 물질 / [암흑 에너지] / 인류 원리)

### keywords

- 빛과 특수상대성이론, 쌍둥이 역설
- 시공 구조와 중력
- 우주의 팽창과 암흑에너지

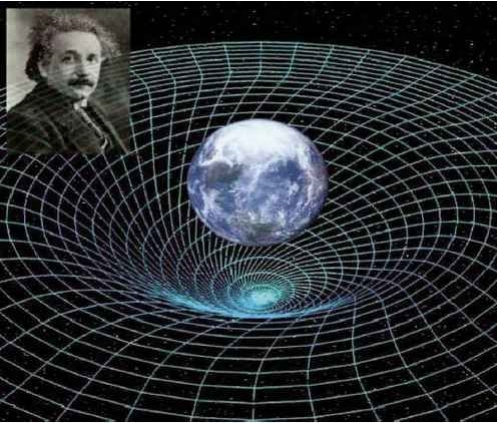
### 상대성이론과 우주론

- 상대성이론
  - 특수상대성이론



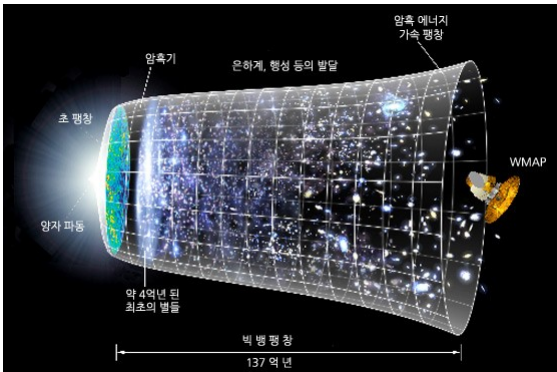
(source: <https://i.ytimg.com/vi/Zj37s3bHpcE/maxresdefault.jpg>)

## ■ 일반상대성이론



(source: [https://mblogthumb-phinf.pstatic.net/MjAxNjEyMzFfMTk1/MDAxNDgzMTUxOTY1NDI1.eaZPwUajSdkKoHQZjZSIpQEgVn04r5E5M1-JuTNTNsg.ul\\_Zdv-RwcAxisuFHA1\\_5YU9ruownCWNVRk8ydOZ2Dsg.JPEG.hdj4624/2016-12-31\\_11%3B19%3B54.jpg?type=w2](https://mblogthumb-phinf.pstatic.net/MjAxNjEyMzFfMTk1/MDAxNDgzMTUxOTY1NDI1.eaZPwUajSdkKoHQZjZSIpQEgVn04r5E5M1-JuTNTNsg.ul_Zdv-RwcAxisuFHA1_5YU9ruownCWNVRk8ydOZ2Dsg.JPEG.hdj4624/2016-12-31_11%3B19%3B54.jpg?type=w2))

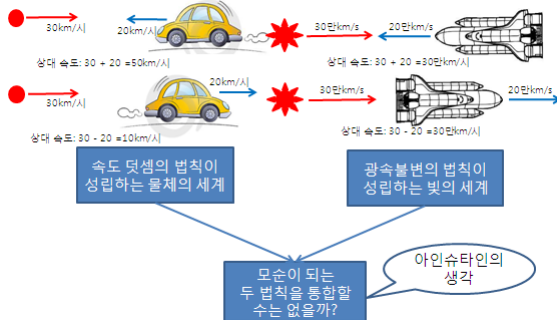
- 우주론: 우주의 팽창과 미래의 모습



(source: <https://vignette.wikia.nocookie.net/universe9380/images/5/55/57555a5077366f2665bd42fb.jpg/revision/latest?cb=20160731055143&path-prefix=ko>)

## 빛의 속도

- 빛의 속도는 운동상태와 무관하게 일정 ( $v = c$ )
- 마이켈슨 간섭계로 빛의 속도 측정



(source: [http://hpkpark.netholdings.co.kr/files/45/manual/107589/2727/einstein\\_thought.PNG](http://hpkpark.netholdings.co.kr/files/45/manual/107589/2727/einstein_thought.PNG))

## 특수상대성

- 빛의 속도는 일정하지만
- 물체의 속도에 따라 길이와 시간은 변한다.

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \quad (\text{로렌츠인자})$$

(source: <https://mblogthumb-phinf.pstatic.net/MjAxNzA4MTVfMzlg/MDAxNTAyNzYxNzA3ODM0.gbf-mih5yfqW-UrjryQvd5u1441p2y1Za5uf2v6urAg.tzu7bZPCF2L1KU13H2qTLJd5X1fwyfOF9TMYUAIiKoAg.JPEG.toshizo/%EB%A1%9C%EB%A0%8C%EC%B8%A0%EC%9D%B8%EC%9E%90.jpg?type=w800>)

- 시간지연, 길이수축, 질량증가

시간 지연 효과 :  $t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}}$

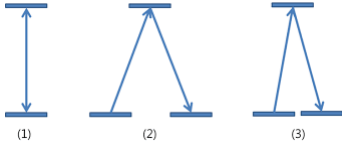
길이 수축 효과 :  $L = L_0 \sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}$

질량 증가 효과 :  $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}}$

(source: <https://dthumb-phinf.pstatic.net/?src=22https%3A%2F%2Fssl.pstatic.net%2Fimages.se2%2Fsmedit%2F2016%2F8%2F11%2Ffirprvwag0hv9ll.jpg%22&type=w2>)

## 시간 지연과 로런츠 인자

- 움직이는 물체 내의 시간은 길어진다.
- 열차 밖의 사람이 느끼는 열차 안의 시간은 길어진다.

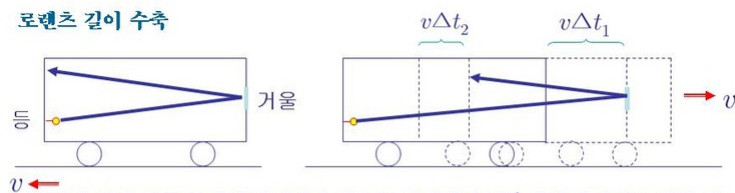


(source: [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSfOrEqzem4Povlqr\\_0nAzTDZ6ZVMPM1Gv0iPJBkVslCs-qnaMD&s](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSfOrEqzem4Povlqr_0nAzTDZ6ZVMPM1Gv0iPJBkVslCs-qnaMD&s))

- 로런츠 인자  
[http://pds13.egloos.com/pds/200904/16/80/c0093580\\_49e7158ee8ffa.jpg](http://pds13.egloos.com/pds/200904/16/80/c0093580_49e7158ee8ffa.jpg)

## 길이 수축

- 움직이는 물체 내의 길이는 짧아진다.
- 열차 밖의 사람이 측정한 열차 안 물체의 길이는 짧아진다.



빛이 기차 뒷쪽 등에서 발생하여 앞으로 진행하여 거울에서 반사되고 기차 뒷쪽까지 오는 데 걸리는 시간 측정

1. 기차에 탄 사람이 가진 시계와 자로 측정하였을 경우

$$\Delta t' = 2 \frac{\Delta x'}{c}$$

2. 땅에 서있는 사람이 가진 시계와 자로 측정하였을 경우

$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 \quad \Delta t_1 = \frac{\Delta x + v \Delta t_1}{c} \quad \Delta t_2 = \frac{\Delta x - v \Delta t_2}{c}$$

3. 이를 종합하면

$$\Delta x' = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \Delta x$$

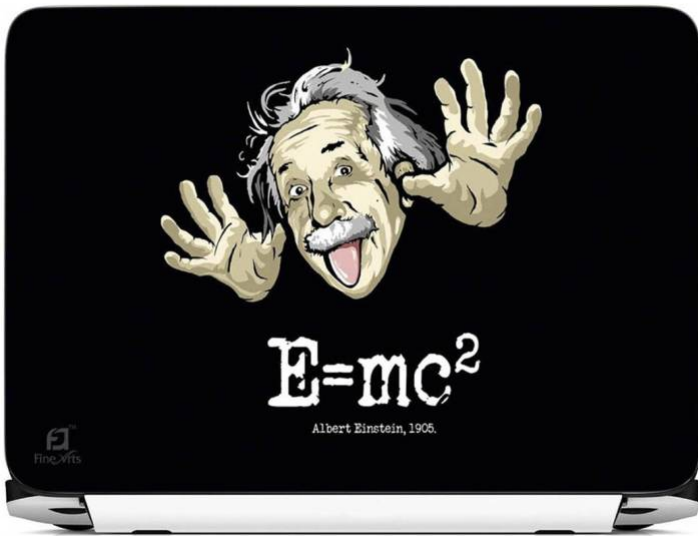
$\Delta x'$  : 기차에 탄 사람이 가진 자로 측정한 기차의 길이

$\Delta x$  : 땅에 서있는 사람이 가진 자로 측정한 기차의 길이

(source: [http://pds11.egloos.com/pmf/200904/19/80/c0093580\\_49ea678e539ab.jpg](http://pds11.egloos.com/pmf/200904/19/80/c0093580_49ea678e539ab.jpg))

## 질량-에너지 등가

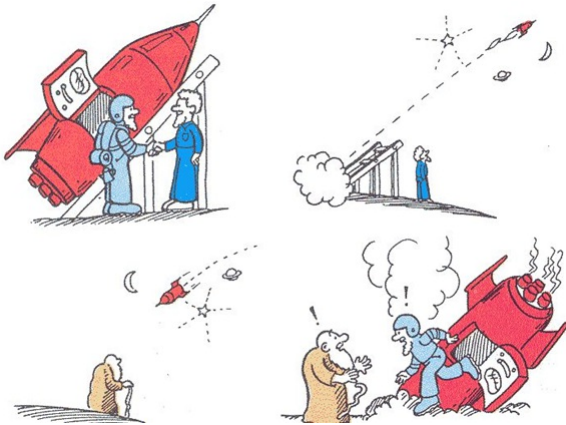
- 물체의 속력이 커지면 질량이 증가
- $E = m c^2$  (m: 정지질량)



(source: <https://rukminim1.flixcart.com/image/704/704/laptop-skin-decal/9/x/d/15-6-finearts-e-mc2-albert-einstein-original-ima489jzfrmfwep.jpeg?q=70>)

## 쌍둥이 역설

- 빠른 속도의 우주선을 타고 우주 여행을 하고 돌아온 쌍둥이 형이 지구에 남아 있던 동생에 비해 나이를 덜 먹게 된다는 역설.
- 우주선의 감속/가속운동을 고려하면 지구에 있던 동생이 더 늙는다.
- 가속을 받는 상태에서는 시간이 느리게 변한다 (일반상대론).

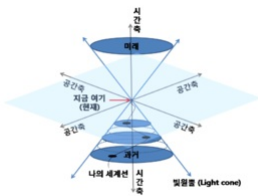


(source: <https://ipfs.busy.org/ipfs/QmdzZx5W3mwF744J6BrxMiegUHU7Y8f28MCd6MyrGBTuXx>)

## 시공

### • 특수상대론

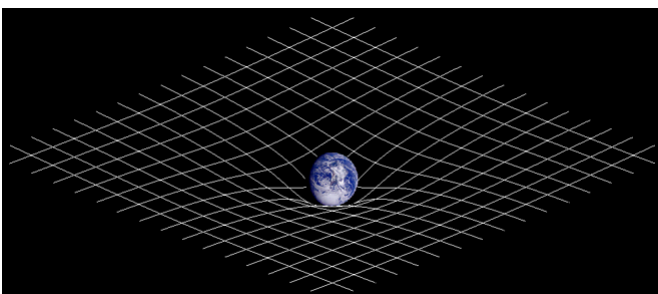
- 시간과 공간이 4차원으로 통합



(source: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c3/%EB%B9%9B%EC%9B%90%EB%BF%94.png/300px-%EB%B9%9B%EC%9B%90%EB%BF%94.png>)

### • 일반상대론

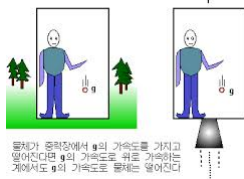
- 거대한 질량이 시공간을 왜곡(휘게한다.)



## 일반상대론과 중력파

### • 일반상대론

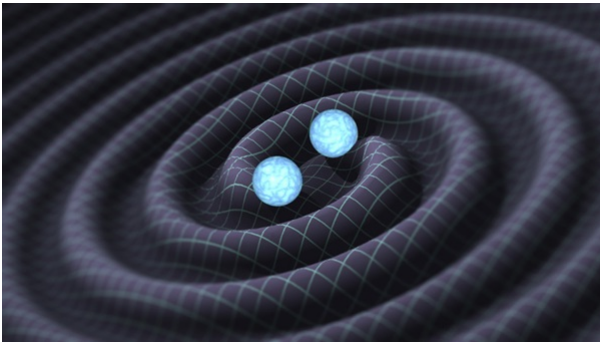
- 가속되는 물체 내의 가속도와 중력에 의한 가속도와 구분할 수 없다. (등가원리)



(source: [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:AND9GcQMNoXeOC5bbsA1VLMj-9lgQewXJtOLY8BPWSoPkIeYj\\_7bWgK](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:AND9GcQMNoXeOC5bbsA1VLMj-9lgQewXJtOLY8BPWSoPkIeYj_7bWgK))

### • 중력파 (Gravitational wave)

- 두 개의 블랙홀이 나선을 그리며 접근할 때 발생하는 파동

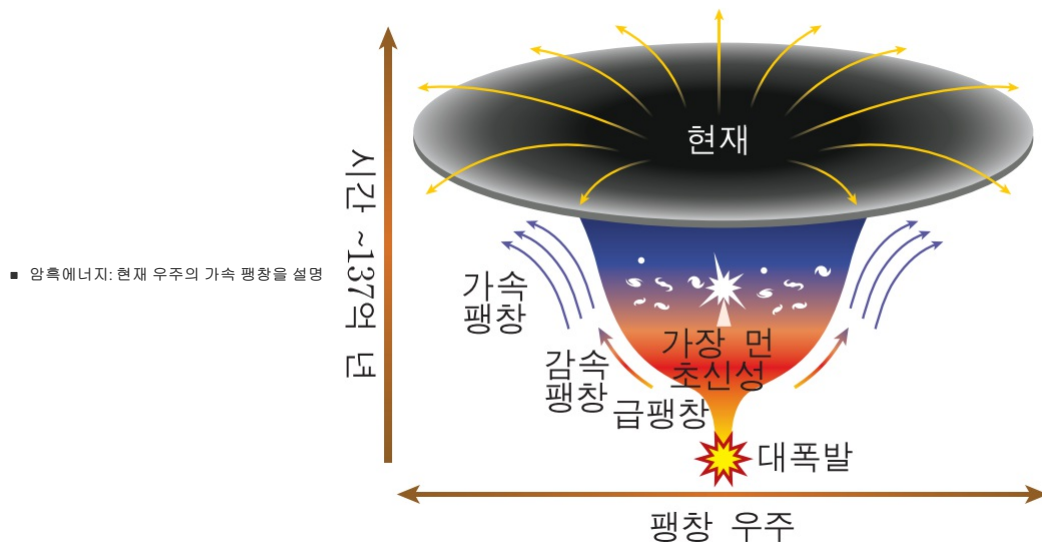


(source: <https://steemitimages.com/DQmZSTbUfRoXBAU7U5gV5TqLCxL1wbuvZB6Zxed4TxCiqb4/image.png>)

## 암흑물질과 암흑에너지

### • 우주의 역사: 암흑물질과 암흑에너지의 이해

- 암흑물질: 대부분 새로운 물질로 구성되어, 은하와 별이 만들 질 때 강한 중력을 발생시켜서 우주 형성에 기여.



- 암흑에너지: 현재 우주의 가속 팽창을 설명

(source: [https://lh3.googleusercontent.com/proxy/WCtexfWNfZTomByyBR\\_sFdx1r428xsKbQWp\\_X0fQqaG0IsOiGOyESI\\_9eku6ryno2BgFMRxIWZy6hfOXm5ncDNoCazE1Zuipnw7CDxxCV0CTRau64Sou8\\_yBY1I5J10DkLknW-8D0YH3HfM0lLh1k-9AgYCNskRIEHN1RpDx9NLsnXLq3gSu4urw28Q=s0-d](https://lh3.googleusercontent.com/proxy/WCtexfWNfZTomByyBR_sFdx1r428xsKbQWp_X0fQqaG0IsOiGOyESI_9eku6ryno2BgFMRxIWZy6hfOXm5ncDNoCazE1Zuipnw7CDxxCV0CTRau64Sou8_yBY1I5J10DkLknW-8D0YH3HfM0lLh1k-9AgYCNskRIEHN1RpDx9NLsnXLq3gSu4urw28Q=s0-d))

- [link: 우주의 역사 - 정리] [http://thetory.chosun.com/site/data/img\\_dir/2015/11/28/2015112800667\\_0.jpg](http://thetory.chosun.com/site/data/img_dir/2015/11/28/2015112800667_0.jpg)

### • 상대성이론과 우주론에 대한 토론

#### • 주제 1. 특수상대성이론

Youtube: 상대성이론

- Youtube: 특수상대성이론

#### • 주제 2. 쌍둥이 역설, 중력과 공간의 외곡

Youtube: 쌍둥이 역설, 시공 구조와 중력

- Youtube: 일반상대성 이론
- Youtube: 상대성이론 Q&A

### • 주제 3. 우주의 팽창과 암흑에너지

Youtube: 우주의 팽창과 암흑에너지

- [https://www.youtube.com/watch?v=xmSEQ3\\_Evvg](https://www.youtube.com/watch?v=xmSEQ3_Evvg)

### • Youtube: 눈에 보이지 않는 우주의 비밀

### • 상대성이론과 우주론의 이해 및 개념 확인 퀴즈 6개 (Kahoot quiz)

- PC: kahoot.com 또는 kahoot.it (즉석 퀴즈 참여)
- Mobile: kahoot app 설치 또는 kahoot.it (즉석 퀴즈 참여)

### 물리와 AI

- [subscribe Siraj Raval on youtube.com](#)
  - youtube: 물리를 잘 이해하면 AI를 새롭게 할 수 있다.

### 수업자료실 : github

#### > Redwood's GitHub

<https://github.com/redwoods/physics>