

20    년    월    일    요일

시간 :    장소 :    

          학교    학년    반  
          번    이름 :

# 퍼즐형 발사각 조절 에어로켓

에어로켓과 퍼즐형 발사대를 만들고 발사대 각도를 조절하며 에어로켓을 날려 발사각에 따른 수평도달거리의 관계를 확인해봅시다.

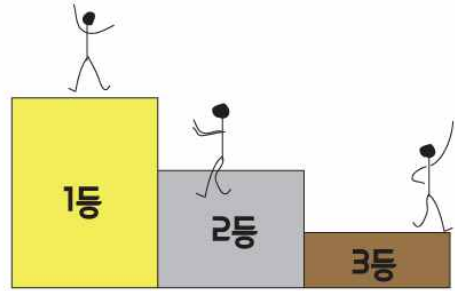
## 실험키트구성 ....

EVA 퍼즐형 발사대, 투명호스, 빨대, 플라스틱 병, 날개도안, 일회용 스포이트, 양면테이프

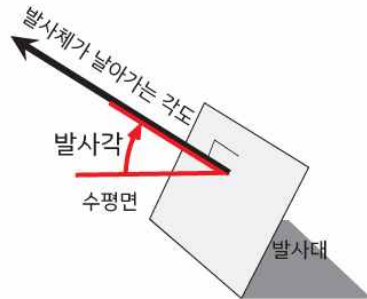
## 준비물 ..... 가위, 자, 유성펜, 투명 테이프

## 생각해보기 ....

에어로켓 대회가 개최되었습니다!!  
다른 모든 조건이 같을 때 다음 발사각에 따라 수평도달거리가 어떻게 다를지 예상하여 순위를 매겨봅시다.  
(발사체가 발사되어 나가는 선과 수평면이 이루는 각도를 발사각이라고 합니다.)



0°    30°    45°    60°    90°



## 실험방법 ....



### [ 로켓(발사체) 만들기 ]

1. 플라스틱 스포이트의 적당한 지점을 가위로 자릅니다.

- 2ml 표시부분이 적당합니다.
- 스포이트 3개 모두 잘라 준비하세요.



2. 날개도안을 절반으로 잘라 각자 하나씩 준비하고 접는 선을 한 번씩 모두 접었다 펴니다.

3. 도안의 뒷면이 위로 오도록 놓고, 그림과 같이  양면 테이프  가 연결되어 보이도록 접습니다.



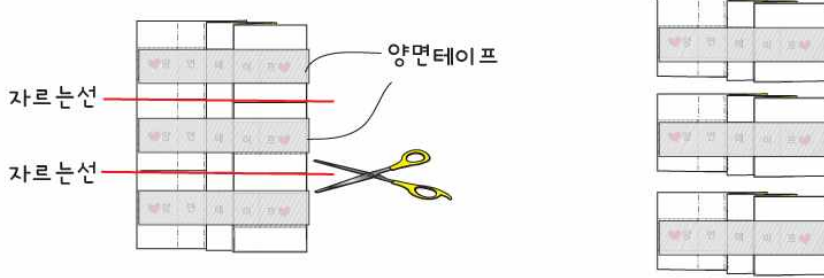
날개도안(2명분)

반으로 자릅니다.

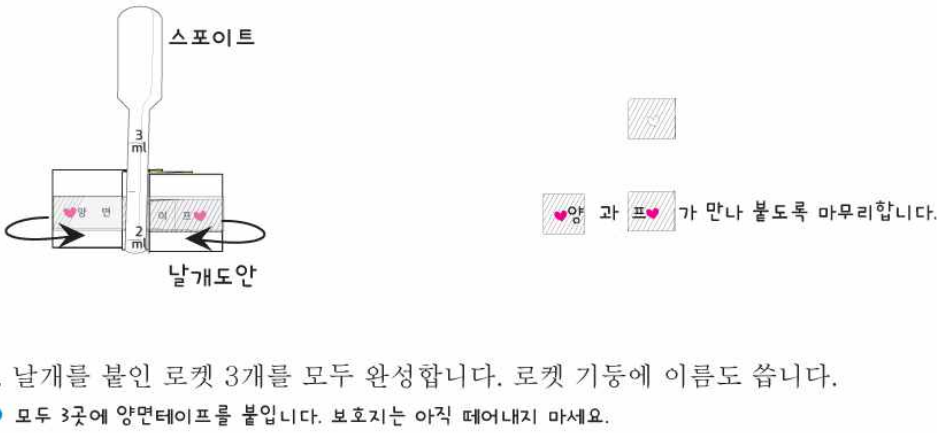


4. 접힌 상태로  표시 위에 양면테이프를 붙이고, 자르는 선을 따라 잘라 3개로 나눕니다.

- 모두 3곳에 양면테이프를 붙입니다. 보호지는 아직 떼어내지 마세요.



5. 다음과 같은 순서로 로켓에 날개를 붙입니다.



6. 날개를 붙인 로켓 3개를 모두 완성합니다. 로켓 기둥에 이름도 씁니다.

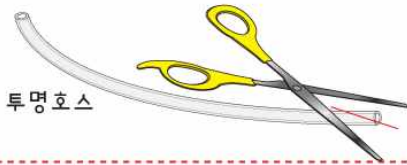
- 모두 3곳에 양면테이프를 붙입니다. 보호지는 아직 떼어내지 마세요.

### [ 에어펌프 만들기 ]

7. 플라스틱병 뚜껑의 분홍캡을 열고 주둥이를 가위로 바짝 잘라냅니다.

- 가위로 뚜껑의 주둥이를 꼭 잡고 뚜껑을 돌리면 잘 잘립니다.

8. 투명호스를 끼우기 쉽게 한쪽 끝을 뾰족하게 자릅니다.



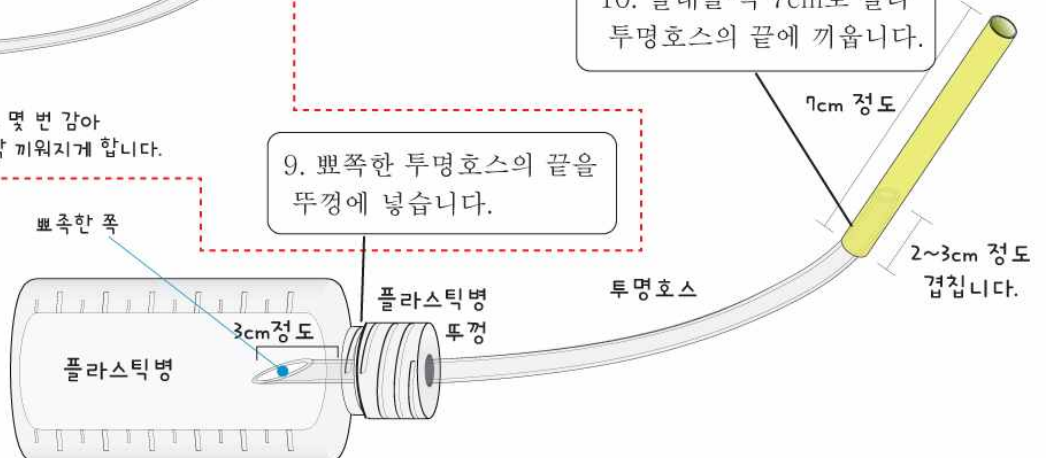
만약 뚜껑의 구멍이 넓어 호스가 헐겁다면!!

투명 테이프

호스에 투명테이프를 몇 번 감아 플라스틱병 뚜껑이 꼭 끼워지게 합니다.

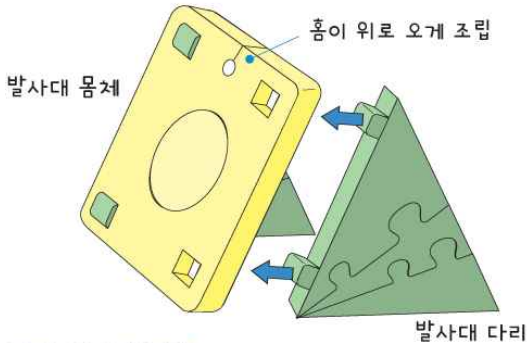
9. 뾰족한 투명호스의 끝을 뚜껑에 넣습니다.

10. 빨대를 약 7cm로 잘라 투명호스의 끝에 끼웁니다.

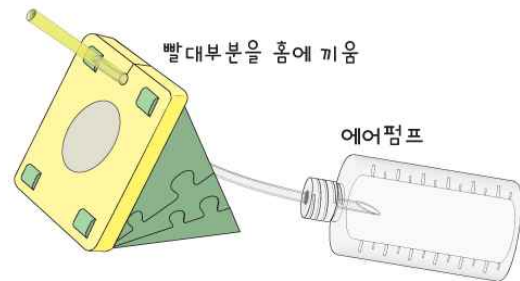


## [ 발사대 만들기 ]

11. EVA 퍼즐형 발사대의 모든 조각을 틀에서 분리해낸 후 그림처럼 조립합니다.



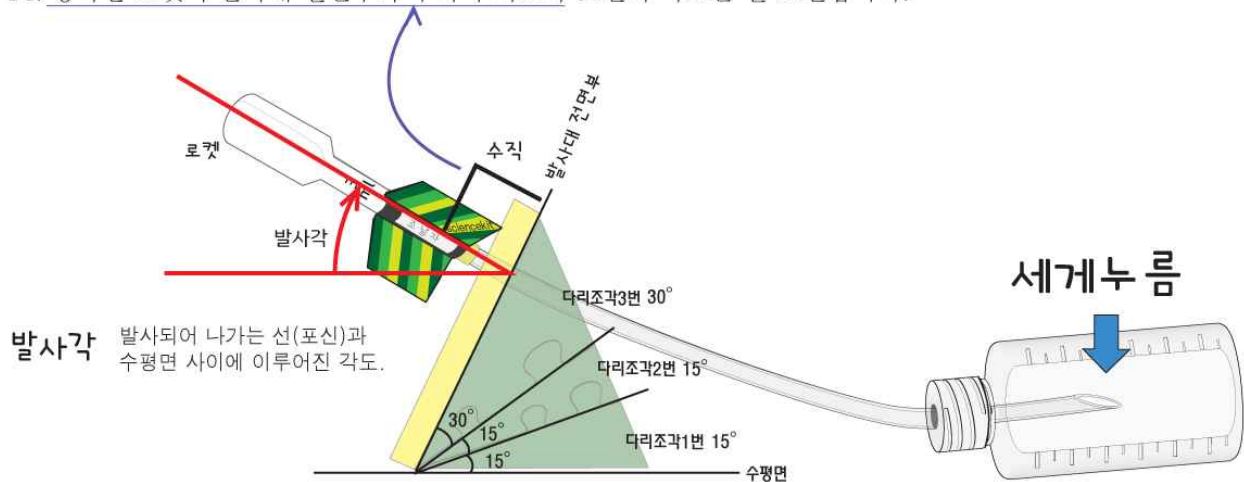
12. 발사대 몸체의 윗부분 작은 홈에 만들어 놓은 에어펌프의 빨대부분을 끼웁니다.



## [ 로켓 발사하기 ]

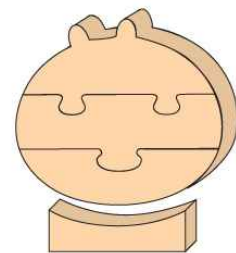
13. 발사대의 빨대부분(포신)에 만들어둔 로켓을 끼웁니다.

14. 장착한 로켓이 발사대 전면부와 수직이 되도록 포신의 각도를 잘 조절합니다.



15. 아래의 방법에 유의하면서 로켓을 쏘아봅시다.

1. 장착한 로켓과 발사대 전면부가 수직이 되도록 빨대부분(포신)의 각도를 조절합니다.
2. 발사대를 원하는 방향으로 놓습니다. 사람을 향하지 않도록 주의합니다.
3. 한 손으로 발사대를 눌러 바닥에 고정시킵니다.
  - 각도가 낮아지면 투명호스 때문에 발사대가 바닥에서 들 수도 있습니다. 투명호스를 손으로 구부려 만져주고, 바닥에 밀착되도록 손으로 발사대를 누릅니다.
4. 다른 한 손으로 에어펌프의 플라스틱병을 세계 누릅니다.
  - 주먹을 쥐고 병을 딱! 때리면 쉽게 쏠 수 있습니다.



16. EVA 발사대 조각 옆에 있던 4개의 조각을 모아 조립하면 과녁을 만들 수 있습니다. 또한 발사대 몸체 중앙의 큰 원도 빼내어 과녁으로 사용할 수 있습니다.

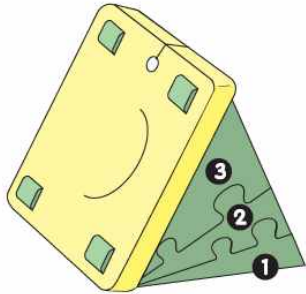
## 실험시 주의사항 ....

1. 가위로 호스 끝을 뾰족하게 자를 때 손을 다치지 않도록 주의합니다.
2. 플라스틱병 뚜껑의 주둥이를 잘라낼 때도 다치지 않도록 주의합니다.
3. 로켓을 쏠 때 사람을 향하지 않도록 주의합니다.

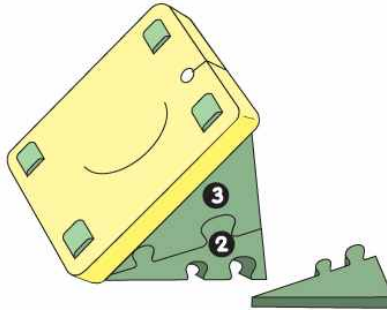
## 확인학습 ....

1. 발사대 다리는 세 조각으로 되어있고, 각 조각은 일정한 각도를 가지고 있어서 원하는 대로 발사각을 조절할 수 있습니다. 발사각을 3단계로 조절하면서 로켓을 날려 봅시다. 날아간 거리를 재어봅시다.

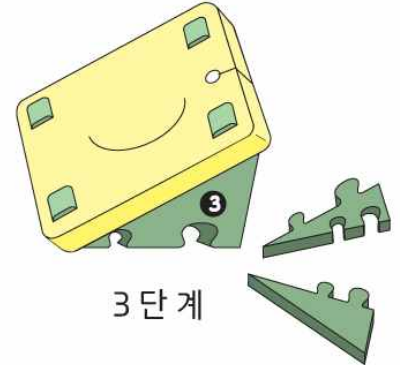
(단, 측정을 위하여 발사할 때는 일정한 힘을 주어야 합니다.)



1 단계



2 단계



3 단계

단 계	1 단계	2 단계	3 단계
다리조각구성 ① 15° ② 15° ③ 30°	① + ② + ③ = 60°	② + ③ = 45°	③ = 30°
발사각 = 90° - 다리각도	°	°	°
발 사 1 회	cm	cm	cm
발 사 2 회	cm	cm	cm
평 균 거 리	cm	cm	cm

2. 위의 실험 결과로 수평도달거리를 가장 크게 하려면 어떤 각도로 쏘는것이 좋겠습니까?

## 원리학습 ....

로켓과 미사일, 대포와 총알 이 서로 다른점은 무엇인지 알고 있나요?

로켓과 미사일은 자가 추진력(스스로 날아감)을 가지고 있지만 대포와 총알은 그렇지 않아서 발사대에서 쏘아주어야 합니다. 오늘 만든 것과 같은 주변에서 쉽게 볼 수 있는 에어로켓은 엄밀히 말하면 '공기대포' 인 셈입니다.

대포나 총알은 발사대에서 밀어주는 힘과 발사각에 의해 수평도달거리가 좌우됩니다.

각도가 낮을 수록 멀리 나가지 않을까... 생각하겠지요?

하지만 물체에 작용하는 중력때문에 물체는 포물선을 그리며 지구중심으로 내려가서 금방 바닥에 닿게 됩니다.

또 각도가 너무 높으면 위로는 많이 올라가지만 수평도달거리는 오히려 줄어들게 되지요.

**발사각**이란 발사되어 나가는 선(포신 또는 총신)과 수평면 사이에 이루는 각도를 말하며

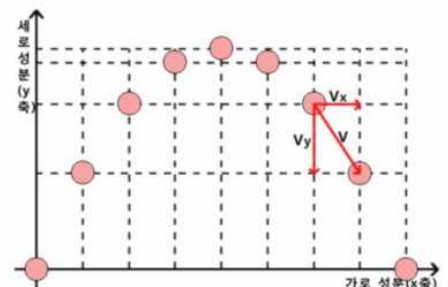
주변 환경의 다른 영향을 받지 않았을 때 라면 45° 가 가장 긴 수평도달거리를 가진다고 합니다.

하지만 과학자들의 연구에 의하면 야구에서 가장 이상적인 홈런 각도는 35° 골프에서 가장 멀리 공을 보낼 때 사용되는 드라이버의 출발각은 12° 라고 합니다. 날아갈 물체의 모양, 무게, 타격하거나 쏘아보낼 발사체의 종류에 따라서 모두 달라질 수 있습니다.

여러분의 실험에서는 어떤 각도에서 로켓이 가장 멀리 날아갔나요?

45° 가 아닌 결과가 나왔다면 그 이유는 무엇인지 생각해 봅시다.

## 느낀점 ....



## ■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	에어로켓-퍼즐형 발사각 조절		실험 원리	비스듬히던진 물체의 운동, 포물선 운동	
실험 시간	조작만 약20분 발사활동 별도	실험 분야	물리	실험 방법	개별 실험
세트구성물	EVA 퍼즐형 발사대, 투명호스, 빨대, 플라스틱병, 날개도안, 일회용스포이트, 양면테이프				
교사준비물	자(줄자-수평도달거리 측정용)		학생준비물	가위, 자, 유성펜, 투명테이프	
실험 결과	에어로켓(발사대+로켓3개)을 완성하고, 직접 쏘아봅니다.				
실험팁	<p>TIP 1. 플라스틱병 뚜껑 주둥이를 가위로 자를 때는 가위로 단단히 잡고 뚜껑을 돌리면 더 쉽습니다.</p> <p>TIP 2. 세게 눌렀을 때 거의 10m 이상 날아갑니다. 실내에서는 힘조절을 해야합니다.</p> <p>TIP 3. 발사체는 가볍고 안전한 일회용스포이트이지만 사람을 향해 쏘지않도록 주의지도하십시오.</p> <p>TIP 4. 로켓의 날개무늬를 따라 조금 자르면 화살촉 모양의 날개가 됩니다.</p>				

### 생각해보기 ...

에어로켓 대회가 개최되었습니다!!

다른모든 조건이 같을 때 다음 발사각에 따라 수평도달거리가 어떻게 다를지 예상하여 순위를 매겨봅시다.(발사체가 발사되어 나가는 선과 수평면이 이루는 각도를 발사각이라고 합니다)

**0도부터 90도 까지 각도를 예상해 보도록 합니다.**

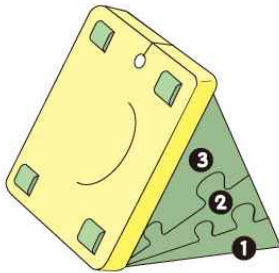
**가장 이상적인 각도는 45도 이지만 다양한 이유에서 다양한 각이 나올 수 있습니다.**

원리학습 참조

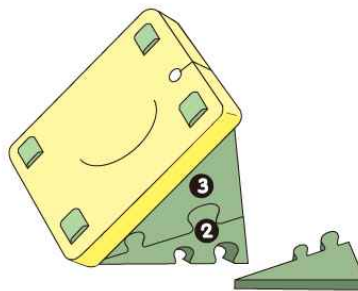
### 확인학습 .....

1. 발사대 다리는 세 조각으로 되어있고, 각 조각은 일정한 각도를 가지고 있어서 원하는 대로 발사각을 조절할 수 있습니다. 발사각을 3단계로 조절하면서 로켓을 날려 봅시다. 날아간 거리를 제어봅시다.

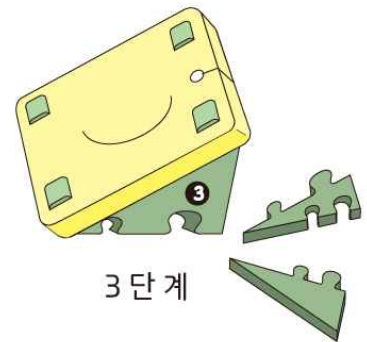
(단, 측정을 위하여 발사할 때는 일정한 힘을 주어야 합니다.)



1 단계



2 단계



3 단계

단 계	1 단계	2 단계	3 단계
다리조각구성  ① 15° ② 15° ③ 30°	① + ② + ③ = 60°	② + ③ = 45°	③ = 30°
발사각 = 90° - 다리각도	30 °	45 °	60 °
발 사 1 회	측정값 cm	측정값 cm	측정값 cm
발 사 2 회	측정값 cm	측정값 cm	측정값 cm
평 균 거 리	평균값 cm	평균값 cm	평균값 cm

2. 위의 실험 결과로 수평도달거리를 가장 크게 하려면 어떤 각도로 쏘는것이 좋겠습니까?

결과값

실험의 결과는 힘조절이나 바람 등 주변환경에 영향을 많이 받으므로 개인별로 다 다를 수 있습니다.

발사각[發射角, quadrant angle of departure]

1. 탄환이 총(포)구를 떠나는 순간 조준선과 총(포)신 축선이 이루는 수직각.
2. 탄환이 포에서 발사되어 나가는 선과 수평선 사이에 이루어진 각도.

[네이버 지식백과] 발사각 [發射角, quadrant angle of departure] (군사용어사전, 2012. 5. 10., 이태규)

포물선운동 [Motion of projectile] (물리학백과)

## 1등 사수의 지름길, 포물선운동

물체를 잡고 있다가 놓으면 물체는 지구가 끄는 힘에 의해 떨어진다.

떨어지는 물체의 가속도는 물체의 무게에 상관없이 일정한데, 이때의 가속도를 중력가속도( $g$ )라 한다.

물체를 옆으로 던짐과 동시에 다른 물체를 자유낙하시킬 때 어느 물체가 먼저 땅에 떨어질 것인가? 옆으로 던진 물체는 옆으로 가려고 바쁘기 때문에 아래로만 떨어지는 물체보다 느리게 떨어질 것 같은 기분이 든다. 하지만 자연은 우리의 생각대로 움직이지 않는다. 옆으로 가는 것은 가는 것이고 아래로 떨어지는 것은 옆으로 가는 것과는 무관하게 떨어진다.

그래서 자유낙하하는 물체가 1m 떨어지면 옆으로 던진 물체는 옆으로 가면서 1m 아래로 떨어진다. 자유낙하 물체가 땅에 닿으면 옆으로 던진 물체도 역시 땅에 닿는다. 던진 위치에서 얼마만큼 멀리 가느냐 하는 것은 처음 얼마나 빠른 속력으로 던졌느냐에 달려 있다. 속력이 클 때는 멀리 가서 동시에 떨어질 것이고 속력이 작을 때는 가까이에서 동시에 떨어진다.

방아쇠를 당기면 한 개의 공은 아래로 자유낙하하고 다른 공은 수평 방향으로 떨어진다.

이를 정량적으로 분석하면 다음과 같다. 물체를  $x$ 방향으로  $v$ 라는 속력으로 던졌을 때,  $x$ 방향으로는 등속직선 운동하고  $y$ 방향으로는 자유낙하하는데 그 두 방향이 서로 간섭 없이 독립적으로 진행된다. 따라서  $t$ 초 후에  $x$ 방향으로의 이동거리( $x$ 좌표)는  $vt$ 이며,  $y$ 방향으로의 이동거리( $y$ 좌표)는  $t$ 초간 자유낙하한 거리이므로  $-4.9t^2$ 이다. (-)는 아래로 운동했다는 뜻이므로,  $x$ ,  $y$  사이의 관계를 구해보면 그 물체가 지나가는 자취(궤도 방정식)를 알 수 있고, 이는 매개변수  $t$ 를 소거하면 된다.

를 에 대입하면 이 된다.

이는  $x$ 에 관한 2차 함수이므로 포물선이다.

수평 방향으로의 속력으로 던진 물체는 포물선 궤도를 그리며 날아간다.

또, 꼭짓점은 원점이고 2차항의 계수가 음수인 것으로 보아 위로 볼록한 포물선이다.  $v$ 가 크면 2차항의 계수가 작아지고 뚱뚱한 포물선이 될 것이고,  $v$ 가 작으면 2차항의 계수가 커져(사실은 절댓값이), 훅훅한 포물선이 된다. 장난꾸러기 남자 아이가 다리 위에서 오줌을 눌 때 오줌의 속도가 크면 그 오줌이 그리는 포물선이 뚱뚱한 형태로 되고, 속도가 작으면 바로 떨어지기 때문에 훅훅한 포물선이 된다는 사실을 감안할 때 위에서는 이를 물리적으로 따져서 확인한 것이 된다.

초속도가 다른 물체의 운동앞으로 나아가는 것은 초속도의 영향을 받지만 아래로 떨어지는 시간과 거리는 수평 방향의 초속도와 상관이 없다.

[네이버 지식백과] [1등 사수의 지름길, 포물선운동](#) (고교생이 알아야 할 물리 스페셜, 2002. 3. 5., 신근섭, 이희성)