

필름통으로 「지구와 달」 「태양계」 팽이 만들기

정 종 덕

삼현여자고등학교, 경상남도 진주시 660-904

서 론

이 실험은 필름통 2개를 붙여서 만든 팽이로서, 팽이를 돌리면 초승달, 상현달, 보름달, 하현달 등의 달의 일주 운동과 태양 주위를 공전하는 궤도위의 행성의 모습을 볼 수 있다. 이 팽이의 운동 속에는 아주 다양한 과학적 내용이 포함되어 있으며, 관찰을 통해 이런 문제를 인식하고 가설을 세우고 탐구 설계를 하여 검증을 하는 과학 탐구의 방법을 익히기에 아주 좋은 소재라고 생각된다. 달의 일주운동과 태양계에 관한 내용은 초, 중, 고의 과학 교과서에 모두 나오지만 해석이 상당히 어려우므로 교과와는 상관없이 과학영재학급의 교재로 사용하면 좋을 것으로 생각된다.

실 험 방 법

1. 준비물

필름통 8개, 노란색 원형스티커(지름 12 mm) 10개, 원형스티커(노랑, 빨강, 녹색, 흰색등, 지름 7 mm) 20개, 흰색라벨용지 1장, 검은색 종이테이프(폭 5 cm), 색종이(주황색 1장, 녹색

1장), 스킨테이프, 검은색 비닐 절연테이프, 가위, 칼, 풀, 자 (20 cm), 50 cm × 50 cm유리판 혹은 거울 1장.

2. 만들기

「지구와 달」 팽이 만들기

- 1) 필름통의 바닥에 양면테이프나 글루건으로 2개의 필름통을 붙이고, 비닐 전기 절연테이프를 당기면서 감는다. 절연테이프는 신축성이 있어서 늘어난다.
- 2) 위에서 만든 필름통에, 검은색 종이테이프를 11 cm 정도로 잘라서 감는다. 왼쪽과 오른쪽 뚜껑에 바짝 붙여서 감는다. 테이프와 필름통을 고무판의 눈금에 맞추면 면이 반듯하게 감을 수 있다.
- 3) 필름 통의 중심에, 폭 3.5 cm 정도의 녹색 색종이(지구)를 감고, 풀로 붙인다.
- 4) 녹색 색종이 위에, 여러 가지 색의 작은 스티커를 적당한 간격으로 붙인다.
- 5) 그림 6과 같이 필름통 끝의 검은 색종이 부분의 양쪽 끝에 노란색 둥근 스티커로 초승달, 상현달, 보름달, 하현달 등의 모양을 만들어 붙인다. 한쪽에만 붙여도 된다.

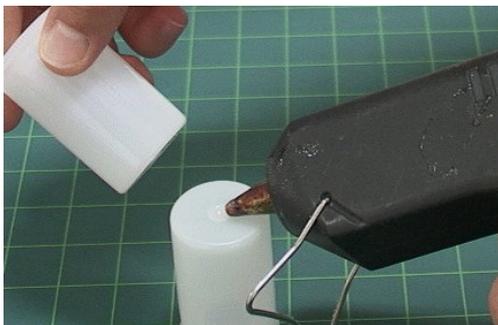


그림 1. 글루건으로 바닥을 붙인다



그림 2. 절연테이프 감기

* 교신저자: chungid53@hanmail.net

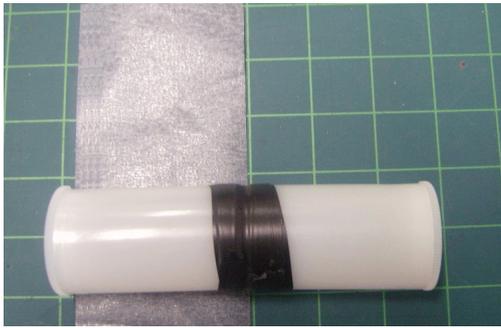


그림 3. 종이테이프 감기(왼쪽)

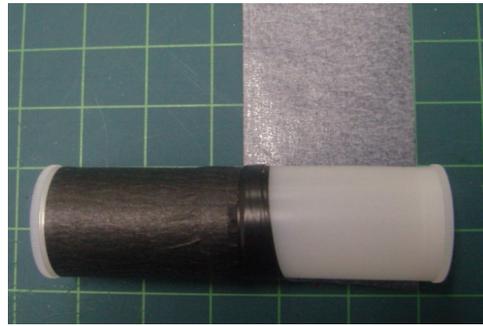


그림 4. 종이테이프 감기(오른쪽)



그림 5. 녹색 색종이 감기(지구)

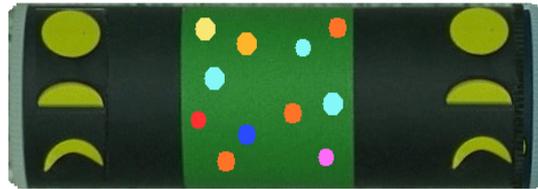


그림 6. 「지구와 달」 팽이 완성품

- 6) 스티커의 접착력이 약한 경우에는 팽이를 돌리면 스티커가 떨어지므로 스티커를 붙인 위에 투명한 스카치테이프를 감으면 스티커가 떨어지는 것을 방지할 수 있다.

「태양계」 팽이 만들기

- 1) 과 2)는 「지구와 달」 팽이와 동일하다.
- 3) 위의 3)에서 녹색(지구)대신 주황색(태양) 색종이를 붙인다.
- 4) 주황색종이 위에, 녹색과 흰색 등 여러 가지 색의 작은

스티커를 적당한 간격으로 붙인다.

- 5) 하얀 색 라벨용지로 폭 2 mm, 길이 11 cm의 테이프 6개를 만든다.
- 6) 필름통의 검은 색종이 부분에, 5)의 하얀색 라벨용지로 만든 테이프를 감아 붙인다. 이 테이프는 행성의 궤도를 표현한다.
- 7) 위에서 붙인 하얀 테이프(궤도) 위에, 그림 7과 같이 각각 다른 색의 행성을 나타내는 스티커를 여러 장 붙인다.



그림 7. 「태양계」 팽이 완성품

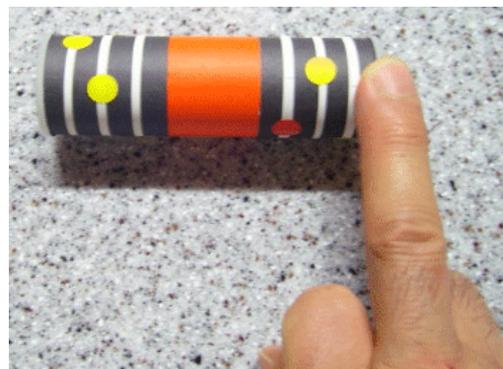


그림 8. 팽이 돌리기/ 세계 당기면서 누른다.

어떻게 돌릴까?

필름통 끝(울퉁불퉁한 톱니모양을 한 부분)을 강하게 아래로 당기면서 눌러 팽이를 돌려보자. 어떻게 보이나? “지구와 달” 팽이는 달의 일주운동을 볼 수 있고, “태양계” 팽이는 태양을 중심으로 공전하는 행성을 볼 수 있다.

3. 원리탐구

두 가지 방법의 탐구유형을 소개 한다. 탐구1은 관찰을 통해 문제점을 인식하고, 가설을 세우고 탐구 설계를 하여 검증하는 과정으로, 민감성이 뛰어난 학생을 대상으로 하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 탐구2는 단계마다의 구체적인 질문을 따라 답을 해 가면, 저절로 원리를 파악 할 수 있게 구성 되어 있다. 일반 학생들을 대상으로 하면 좋다고 생각 된다.

탐구1

필름통 2개를 그림과 같이 아래 부분을 맞대고 절연전기테이프를 감아서 두개를 붙이고, 뚜껑이 있는 양 끝 쪽(A, B)에 서로 색깔이 다른 스티커를 붙인다.

- 1) 그림의 A부분을 손가락으로 당기면서 누르면(튀기면) 필름통이 회전을 한다. 이때 나타나는 현상을 관찰하고 그 관찰한 결과를 가능한 한 많이 기록해보자. 거울위에서도 돌려 보자.

관찰결과

- ①
- ②
- ③
- ④

- 2) 관찰한 결과를 통해 궁금한 점이 생겼으면 예시와 같이 문제형식으로 적어보자.

예시 : 손가락으로 튀긴 쪽을 기준으로 어느 쪽 스티커가 보이는가? 왜 그런가?

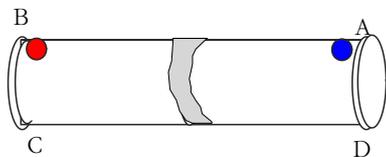


그림 9. 관찰용 필름통

- ①
- ②
- ③
- ④

- 3) 앞에서 제시한 문제의 해답을 찾기 위해 가설을 설정해 보자.

- ①
- ②
- ③

- 4) 가설이 옳은지 확인하기 위한 실험을 설계하고, 확인한 결과를 적어보자.

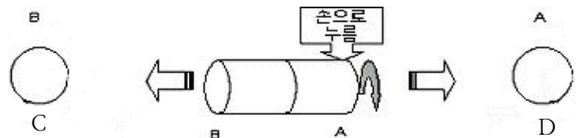
- ①
- ②
- ③

- 5) 이상의 결과를 이용하여 종합적으로 원리를 설명해 보자.

탐구2

- 1) 팽이는 어떻게 어떤 모습으로 회전하는가?

- 2) 왼쪽에서 보았을 때와 오른쪽에서 보았을 때 공전과 자전에 관한 관찰 결과를 그림으로 그려보자. 공전, 자전의 방향을 고려하여 A, B, C, D부분의 속도는 어떤지도 기술 하시오.

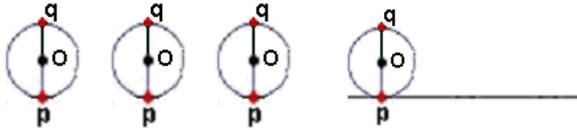


- 3) 청색(A)쪽을 튀기면 어떤 색 스티커가 몇 개 보일까? 빨간색(B)쪽을 튀기면? 거울위에서 튀겨놓고 거울에 비친 모습을 보면 어떻게 보일까? 거울이 없으면 투명유리판 위에 돌려놓고 아래쪽에서 위로 쳐다보아도 된다.

- 4) 필름통의 지름과 길이의 비는 얼마인가? 필름통의 길이를

7 cm, 14 cm로 하면 어떻게 될까? 한번 공전할 때 몇 번 자전하는가? 필름통 지름과 길이는 어떤 관계가 있는가?

- 5) 아래 그림과 같이 바퀴를 지면에 놓고 굴리면 회전운동과 병진운동을 동시에 한다. 아래 3개의 그림에서 o, p, q점의 순간속도의 크기를 화살표로 그려보자.



회전운동+병진운동=구르는운동

- 6) 위의 그림과 같이 바퀴위에 표를 해 놓고 바퀴를 수평면 위에서 오른쪽으로 굴리면 p점은 어디에 있을 때 잘 보일까? 가장 위에 있을 때 일까? 바닥에 있을 때 일까? 왜 그런가?

- 7) 바퀴위의 한곳에 표식을 해 놓고 구르면 그 점은 어떤 경로를 그릴까? 아래에 그려보자.



이런 곡선의 이름을 무엇이라 하며 우리 주변의 어디에서 볼 수 있을까?

- 8) 공전을 1번할 때 자전은 몇 번 하는가? A점의 1주기 운동을 그림으로 그리면 어떻게 될까? 또 B점의 1주기 운동을 그림으로 그리면 어떻게 될까? 자전, 공전방향도 그리시오.



A점의 1주기 운동



B점의 1주기 운동

- 9) 이상의 결과를 이용하여 종합적으로 원리를 설명해 보자.

논 의

탐구에서 전개된 활동에 대해서 다음과 같이 원리를 해석 한다

- 1) 필름통 팽이는 어떤 모습으로 회전할까?
왼쪽에서 쳐다보면 시계방향, 오른쪽에서 쳐다보면 반시계 방향으로 자전 하면서, 위에서 보면 반시계 방향으로 공전한다.



그림 10. 한쪽 끝이 약간 떠서 도는 모습

그런데 손가락으로 누른 반대편 B쪽은 접지되어 있고, 손가락으로 누른 A쪽은 약간 떠 있다.

손가락으로 누른 A쪽은 자전과 공전의 방향이 반대이므로 책상 위를 필름통은 약간 떠서 회전한다. 그러나 B쪽은 자전과 공전의 방향이 같으므로 책상 위를 필름통이 구르면서 회전한다.

- 2) 필름통 팽이의 자전과 공전방향

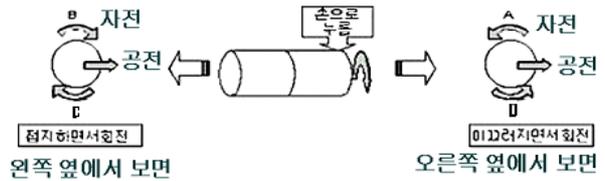


그림 11. 필름통의 자전과 공전 모습

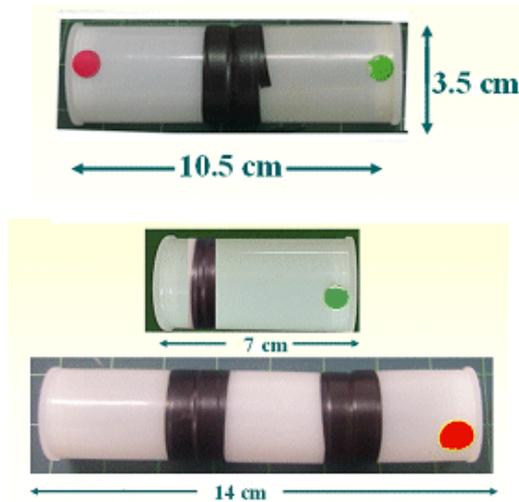
- v_A : 자전과 공전의 방향이 반대 방향이어서 속도가 느림.
- v_B : 자전과 공전의 방향이 같은 방향이어서 속도가 빠름.
- v_C : 자전과 공전의 방향이 반대 방향이어서 속도가 느림.
- v_D : 자전과 공전의 방향이 같은 방향이어서 속도가 빠름.

- 3) 필름통 팽이의 어느 쪽 스티커만 몇 개 보일까?

청색(A)쪽을 튕기면 청색 스티커가 3개 보이고, 빨간색(B)쪽을 튕기면 빨간색 스티커가 3개 보인다. 튕긴 쪽 스티커만 보

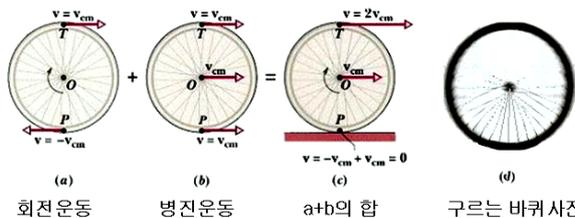
이다. 거울위에서 튕겨놓고 거울에 비친 모습을 보면 위에서 보는 것과는 반대로 보인다. 즉, 튀긴 반대쪽 스티커만 보인다.

4) 필름통 팽이의 지름과 길이의 비와 상의 갯수



필름통의 직경은 3.5 cm 정도이고, 2개를 붙인 필름통의 길이는 10.5 cm 정도로서, 공전반경은 자전반경의 3배이다. 길이를 7 cm로 하면 2개가 보이고, 길이를 14 cm로 하면 4개가 보인다. 보이는 갯수는 공전반경과 자전반경의 배수와 관계가 있음을 알 수 있다.

5) 회전, 병진, 구르는 바퀴에서 각 지점의 속도



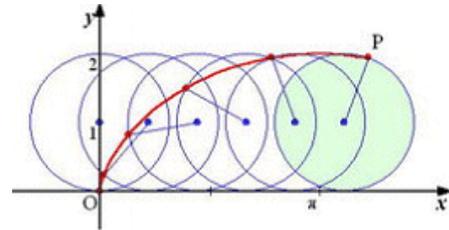
자전거 바퀴를 구르면 (a)의 회전운동과 (b)의 병진운동이 합해져서 (c)와같이 구르는 운동이 되고 이때 접지 되는 점 P는 속도가 느려서 잘 보이나 T점은 속도가 빨라서 잘 보이지 않는다. 이것을 사진으로 찍은 것이 (d)인데 아래쪽은 바퀴살이 잘 보이나 위쪽은 바퀴살이 잘 보이지 않는다

6) 보이는 쪽

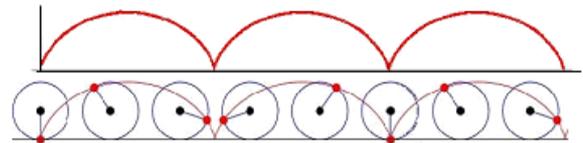
속도가 느린 곳인 바닥 쪽은 잘 보이고 속도가 빠른 위쪽은 잘 보이지 않는다.

7) 사이클로이드 곡선

바퀴를 구르면 P점은 아래 그래프와 같은 곡선을 그리게 된다. 이 곡선을 사이클로이드 곡선이라 한다.

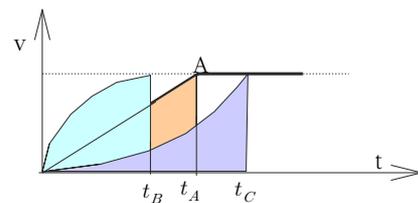
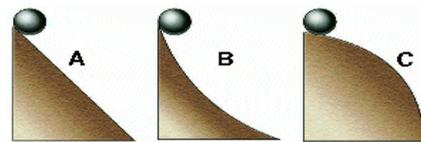


사이클로이드 곡선



세 바퀴 구를 때의 사이클로이드 곡선

아래그림과 같은 빗면위에서 구슬을 구르면 사이클로이드 곡면인 B에서 땅에 가장 빨리 도착한다. 우리 한옥의 지붕이 사이클로이드 곡면이라 빗물이나 눈이 빨리 떨어져 하중의 부담을 작게 한다.



8) 공전 1주기 그림

① 필름통의 직경은 3.5 cm 정도이고, 2개를 붙인 필름통의 길이는 10.5 cm 정도로서, 공전반경은 자전반경의 3배이다. 따라서 1회 공전할 때 3회 자전한다. A쪽을 튀겼을 때 접지하고 있는 B쪽은 자전하는 방향으로 굴러서 공전하므로 공전 1주기 분을 그려보면 아래 그림 12와 같다.

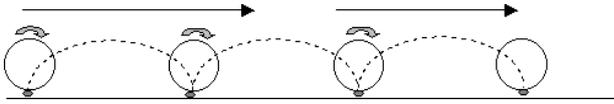


그림 12. 접지한 B점의 공전 1주기

B쪽에 붙어있는 스티커의 운동경로는 점선과 같게 되고, 위쪽은 공전방향과 자전방향이 같아서 스티커의 속력이 아주 빠르고, 아래 부분은 공전방향과 자전방향이 반대방향이어서 속도가 느리다. 이 스티커의 운동속도가 순간적으로 0이 되는 것은 원주상의 스티커를 붙인 곳이 접지 하는 점(3개소 바닥부분)이다. 빠르게 움직이는 위쪽 스티커는 눈에 보이지 않으므로, 바닥에 있는 이 3점의 순간적으로 정지한 스티커는 눈에 보이게 된다. 그러므로 위에서 보면 B쪽에 붙어있는 스티커는 보이지 않는다. 거울위에서 돌리면 B쪽에 붙어있는 스티커가 보인다.

- ② 역으로 손가락으로 누른 A방향에는 자전의 방향과 공전의 방향이 반대방향이어서 A쪽에 붙인 스티커의 운동경로는 그림 13의 점선과 같다.

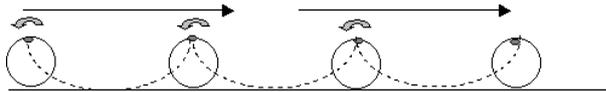


그림 13. 위에서 본 A점의 공전 1주기

위쪽은 공전방향과 자전방향이 반대방향이어서 스티커의 속력이 느리고, 아래 부분은 공전방향과 자전방향이 같아서 속도가 빠르다. 이 A쪽의 스티커의 운동속도가 일순 0이 되는 것은, 원주상의 스티커를 붙인 곳이 딱 위에 오는 점(3개소)이다. 빠르게 운동하는 스티커는 눈에 보이지 않고, 이 3점의 순간적으로 정지한 스티커만 눈에 보이게 된다. 따라서 위쪽에서 보면 튀긴 쪽의 스티커가 보인다.

9) 이상을 종합하면

필름통의 직경은 3.5 cm 정도이고, 2개를 붙인 필름통의 길이는 10.5 cm 정도로서, 공전반경은 자전반경의 3배이다. 따라서 1회 공전할 때 3회 자전한다. 필름통을 손가락으로 튀기고, 위에서 보면 그림 13과 같이 손가락으로 튀긴 A쪽에 붙인 스티

커가 딱 바로 위에 오면 속도가 느리게 되는 3개소만 눈에 보이게 되어 그림 14와 같이 서로 120° 를 이루게 된다. 거울에 비친 필름통의 아래 면은 손가락으로 튀긴 반대편 B에 붙인 스티커 3개소가 A와 같은 위치에 보이게 된다.

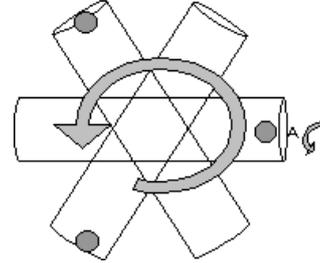


그림 14. 보이는 3점

결론 및 제언

이 필름통 팽이에는 속도 합성의 효과, 공전반경과 자전반경의 비에 따르는 상의 갯수, 속도에 따른 시각적 인식, 2가지 종류의 사이클로이드 곡선, 병진운동과 회전운동이 결합된 구르는 운동등 아주 다양한 과학적 내용과 관련되어 있다. 관찰을 통해 이런 여러 요소들에 관련된 문제를 찾아 낼 수 있는 민감성을 기르고, 가설 설정과 탐구 설계를 통해 과학 하는 방법을 훈련하기에 아주 좋은 소재라 생각된다. 팽이를 만들어 돌리는 것만으로도 신기하고 재미있다. 초등학생들에게는 원리탐구는 어려울 수도 있다. 하여 만들어서 가지고 노는 것만으로도 과학에 대한 호기심과 흥미를 유발 할 수가 있으므로 의미가 있다고 하겠다. 중학생, 고등학생 등 대상에 따라 적절한 수준의 내용으로 재구성하여 적용하면 좋겠다.

참고 문헌

田崎 美枝子 (2005) फिल्मケースコマ “地球と月” “太陽系”. 동경과학축전 자료집
 이인호 (2007) 과학영재학생은 어떻게 교육해야 하는가? 영재교사 연수 자료집