

창의적으로 과학탐구문제 발견하기

개 발 : 박종원 (전남대학교)

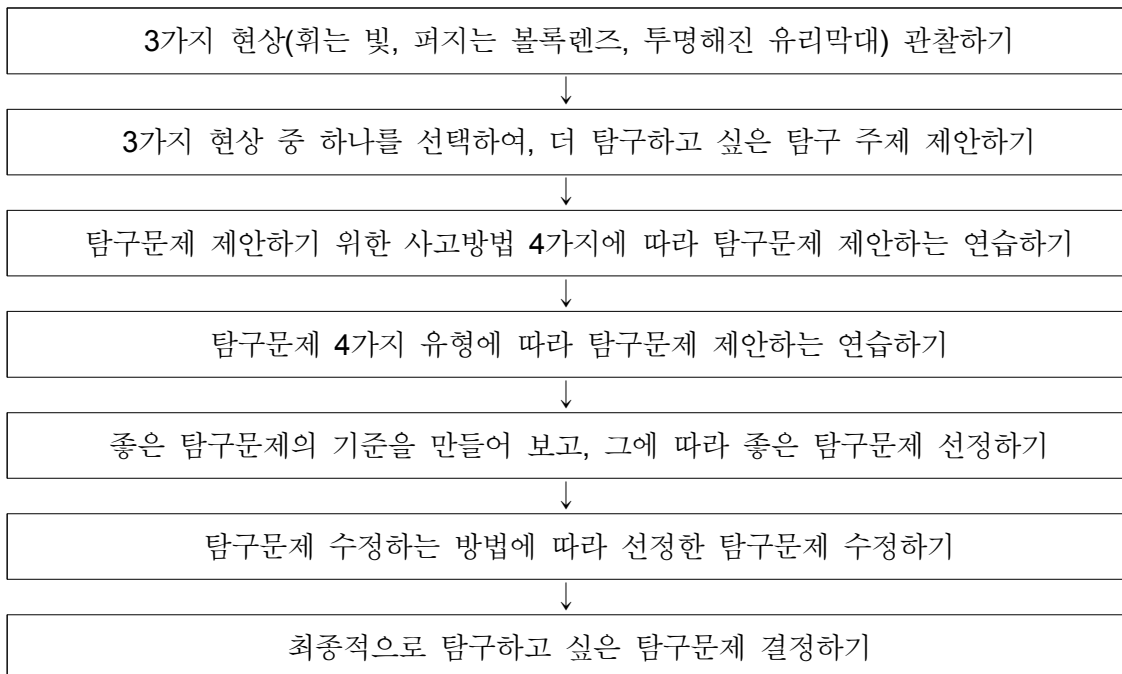
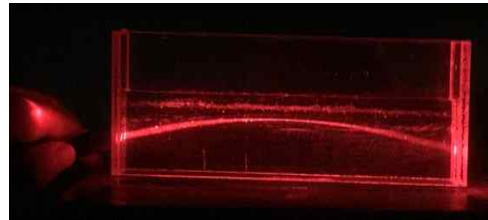
대 상 : 융합과정 과학분야

시 간 : 4시간

【학습내용 요약】

과학탐구는 문제를 발견하는 데에서 시작한다. 아인슈타인은 문제를 해결하는 것보다 좋은 문제를 발견하는 것이 더 중요하다고 강조하기도 하였다. 과학탐구 문제를 발견하기 위해서는 다양한 사고방법을 이용하고, 다양한 유형의 탐구문제를 제안해 보는 것이 필요하다.

이번 탐구활동에서는 진한 설탕물과 맹물 사이에서 레이저 빛이 휘면서 진행되는 현상과 같이 흥미로운 현상들을 관찰하고, 그러한 현상에 대해서 더 탐구해보고 싶은 탐구문제를 제안해 보도록 할 것이다.



【학습목표】

영역	내용
지식	◎ 자석의 극 사이에 작용하는 힘을 이해한다. ◎ 빛이 굴절하는 이유를 말할 수 있다.
탐구	◎ 자연 현상을 관찰하고 탐구해 보고 싶은 탐구문제를 제안할 수 있다. ◎ 탐구문제를 제안하기 위해 유용한 사고방법을 이용할 수 있다. ◎ 다양한 탐구문제 유형을 제안할 수 있다.
창의	◎ 가능하면 많은(유창성), 다양한(융통성) 탐구문제를 제안할 수 있다. ◎ 남들이 미처 생각하지 못한(독창성) 탐구문제를 제안할 수 있다. ◎ 탐구문제를 가능하면 구체적이고 자세하게(정교성) 진술할 수 있다.

【유의사항 및 안전사항】

- 레이저 빛을 사람 눈에 비추지 않도록 특별히 주의한다.

【준 비 물】

투명 사각수조, 비이커 2개, 설탕, 스포이드, 레이저 포인터, 공기 볼록렌즈 세트, 프림 약간, 시험관 2개, 시험관 꽃이, 유리막대 2개, 베이비 오일, 휴지, 플라스틱 봉과 받침대로 이루어진 고리자석 지지대, 고리자석 2개.

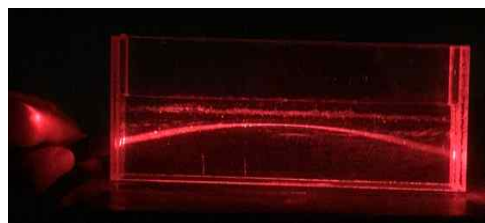
【탐 구 활 동】

1. 흥미로운 현상 관찰하기

다음 현상들을 관찰하고, 왜 그런 현상이 일어나는지 정리해 보자.


- (1) 다음과 같이 레이저 빛이 휘는 현상을 관찰해 보고, 그 이유를 간단히 정리해 보자.

- ① 투명 사각 수조에 진하게 탄 설탕물을 넣는다.
그리고 그 위에 맹물을 설탕물과 잘 섞이지 않도록 천천히 붓는다. 이때 스포이드로 맹물을 천천히 넣어도 좋다.



- ② 레이저 빛을 수평으로 비추어 레이저 빛이 휘는지 관찰해 본다.
- ③ 다음 정보와 활동지 마지막에 있는 [학습자료]를 참고하여, 왜 레이저 빛이 휘는지 그 이유를 정리해 보자.

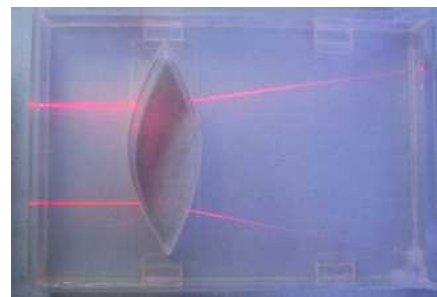
- 수조의 아래에는 진한 설탕물이 있고, 그 위에 맹물이 있다.
- 설탕물은 밀한 매질이고 맹물은 소한 매질이다.
- 설탕물과 맹물 사이에는 서로 약간씩 섞여있 다.
- 빛이 투명한 다른 매질을 만나면 굴절한다.
- 공기(소)에서 물(밀)로 입사한 빛은 다음과 같이 굴절한다.



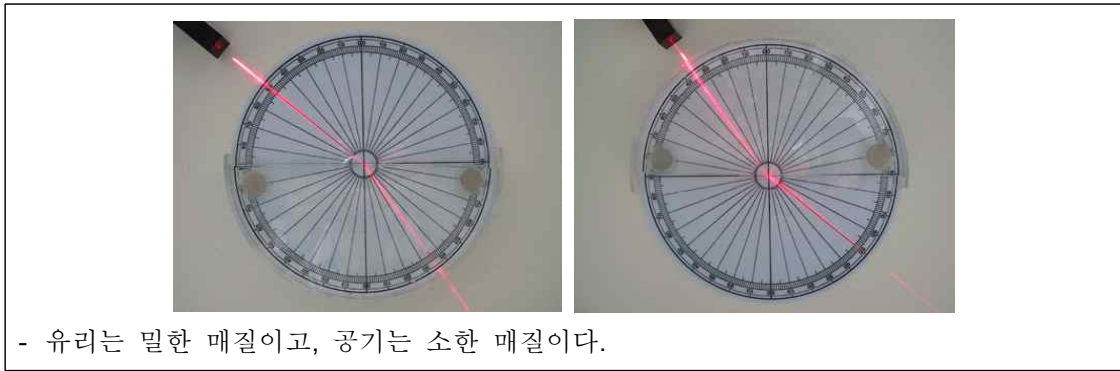
이유 정리하기:

(2) 공기볼록렌즈 현상을 관찰해 보고, 그 이유를 간단히 정리해 보자.

- ① 볼록렌즈 모양의 투명 플라스틱 통을 투명 사각형 통에 넣는다.
- ② 투명 사각형 통에 물을 넣는다. 단, 볼록렌즈 모양의 통 안에는 물을 넣지 않는다.
- ③ 레이저를 비추고, 볼록렌즈를 지난 빛이 모이는지 퍼지는지 관찰해 본다. 이때 물 속에 약간의 프림이나 우유 1 방울을 넣으면 레이저 빛이 잘 보인다.
- ④ 다음 정보와 활동지 마지막에 있는 [학습자료]를 참고하여, 왜 볼록렌즈를 지난 빛이 퍼지는지 이유를 정리해 보자.



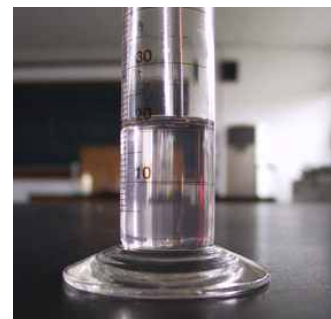
- 빛이 다른 투명한 매질을 만나면 굴절한다.
- 공기(소)에서 물(밀)로 입사한 빛(첫번째 사진)과 물에서 공기로 입사한 빛(두번째 사진)은 서로 반대방향으로 굴절한다.



이유 정리하기:

(3) 다음과 같이 보이지 않는 유리막대 현상을 관찰해 보고, 그 이유를 간단히 정리해 보자.

- ① 두 개 시험관을 준비하고, 하나의 시험관에는 물을 넣고, 다른 시험관에는 베이비 오일을 넣는다.
- ② 두 개의 시험관에 각각 유리 막대를 넣는다.
- ③ 각 시험관에서 유리막대가 잘 보이는지 관찰해 본다.
- ④ 다음 정보와 활동지 마지막에 있는 [학습자료]를 참고하여, 왜 베이비 오일 속의 유리막대가 사라져 거의 보이지 않는지 그 이유를 정리해 보자.



- 빛이 투명한 다른 매질을 만나면 굴절한다.
 - 만일 두 물질의 굴절율(굴절하는 정도)이 서로 같으면 빛은 굴절하지 않는다.
 - 베이비 오일과 물은 굴절율이 거의 같다.

이유 정리하기:

2. 탐구 문제 제안하기

위에서 관찰한 현상 3가지 중 하나를 선택하여, 더 탐구하고 싶은 탐구질문들을 다양하게 많이 제안해 보아라 (번호를 추가로 붙이면서 탐구문제를 쓰면 된다). 이때 가능하면 많이 (유창성), 다양하게 (융통성), 남들이 미처 생각하지 못한 (독창성) 탐구문제를 가능하면 구체적으로 (정교성)을 써 보아라.

탐구문제 ①:

탐구문제 ②:

탐구문제 ③:

탐구문제 ④:

탐구문제 ⑤:

탐구문제 ⑥:

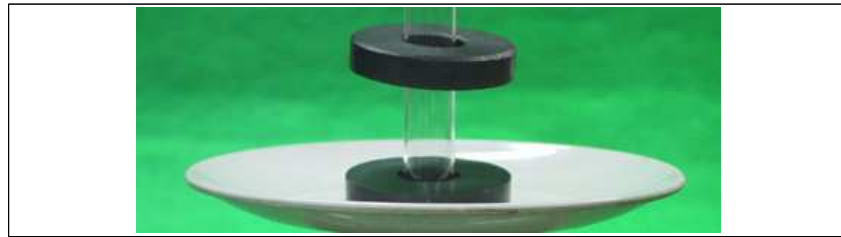
탐구문제 ⑦:

탐구문제 ⑧:

탐구문제 ⑨:

3. 탐구문제 발견하는 방법 연습하기

3-1. 먼저 탐구 문제를 찾기 위한 방법들을 알아보자. 이를 위해 다음과 같이 등근 고리자석 두 개를 서로 같은 극으로 마주보게 하여, 위의 자석이 공중에 떠 있는 상황을 이용할 것이다.



① 먼저 관찰한 현상에 어떤 특징이 있는지 살펴볼 필요가 있다.

☆ 관찰한 특징 예 → “위에서 자석을 놓으면 떨어질 때 두 자석 사이의 간격이 줄어들었다가 튀어 오른다”

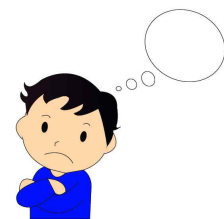
☆ 관찰한 특징에서 찾은 탐구 문제 예 → “자석을 놓는 위치에 따라 튀어 오르는 높이는 어떻게 달라질까?”



② 관찰한 현상과 관련해서 자신이 알고 있는 배경지식이나 경험을 떠올려 보는 것이 도움을 줄 수도 있다.

☆ 배경지식/경험 예 → “자석은 열을 가하면 약해진다.”

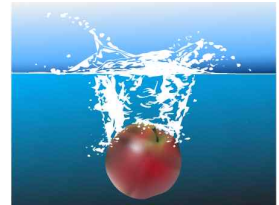
☆ 배경지식/경험에서 찾은 탐구 문제 예 → “자석 온도에 따라 두 자석 사이의 간격이 어떻게 달라질까?”



☞ 이와 같이 관찰을 통해 찾은 특징이나 자신이 알고 있는 배경지식/경험을 이용해 현재 배우는 교과서 실험에서 관심있는 실험을 골라 그 실험으로부터 더 알아보고 싶은 새로운 탐구문제를 적어보자.

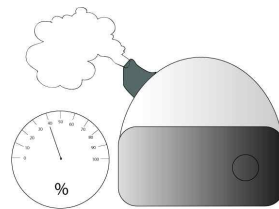
③ 새로운 문제를 찾기 위해 주어진 상황을 바꾸는 방법도 좋다. 측정방법이나 도구, 측정범위나 측정대상 등을 바꾸어 보는 것이다.

☆ 상황을 바꾸어 제안한 탐구 문제 예 → “두 고리자석을 그대로 물 속에 넣으면 간격이 어떻게 변할까?”

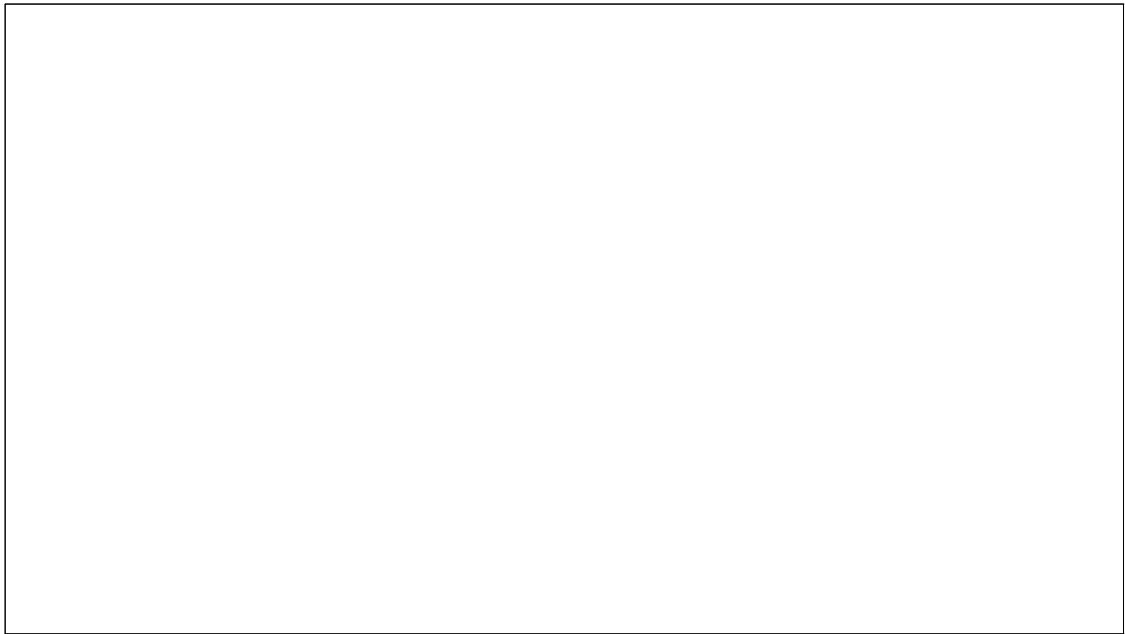


④ 또 겉으로 보이지는 않지만, 위 실험에 영향을 줄만한 숨겨진 요인을 추정해 볼 수 있다.

☆ 숨겨진 변인을 생각하여 제안한 탐구 문제 예 → “습도에 따라서도 두 고리자석 사이의 간격이 달라질까?”



☞ 이와 같이 고리자석의 경우에 주어진 상황을 바꾸거나, 실험에 영향을 줄만한 숨겨진 요인을 이용해 현재 배우는 교과서 실험에서 관심있는 실험을 골라 그 실험으로부터 더 알아보고 싶은 새로운 탐구문제를 적어보자.

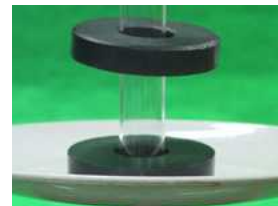


3-2. 탐구문제를 제안할 때, 탐구문제에도 유형이 여러 가지가 있을 수 있다. 이러한 다양한 유형을 생각해 보면, 보다 다양한 탐구문제를 제안해 볼 수 있다.

① 새로운 결과를 알아보기 위한 탐구문제를 제안해 볼 수 있다.

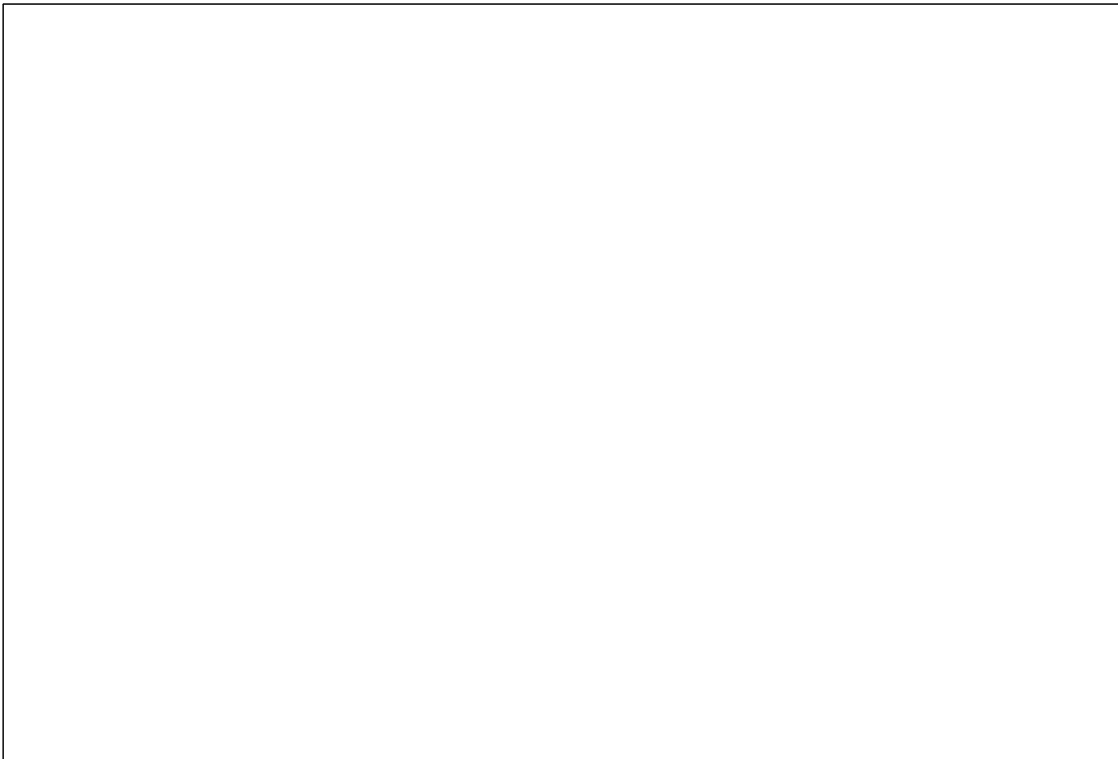
☆ 새로운 결과를 얻기 위한 탐구 문제 예 → 보통 두 자석 사이의 간격의 변화에만 관심을 가지는 경우가 많으나, 다음과 같이 다른 결과를 예상해 볼 수도 있다. “자석을 위에 떨어뜨리면 자석이 위 아래로 진동하는데, 이때 진동주기에 영향을 주는 것은 무엇일까?”

② 위 실험에서 여러 변인들이 관련되어 있다. 그러면 변인들간의 관계가 어떤지 알아보기 위한 탐구문제를 제안해 볼 수 있을 것이다.



☆ 변인들간의 관계를 알아보기 위한 탐구 문제 예 → “자석의 세기와 자석간의 간격은 서로 어떤 관계일까?”

☞ 현재 배우는 교과서 실험에서 관심있는 실험을 골라 그 실험으로부터 더 알고싶은 새로운 탐구문제를 새로운 결과를 알아보기 위한 탐구문제나, 변인들간의 관계를 알아보기 위한 탐구문제로 제안해 보자.



③ 이번에는 어떤 결과가 왜/어떻게 일어났는지 알아보기 위한 탐구 문제를 생각해 보자.

☆ “왜/어떻게?”라는 탐구 문제 예 → “강한 자석은 어떻게 만들어지는 것일까?”

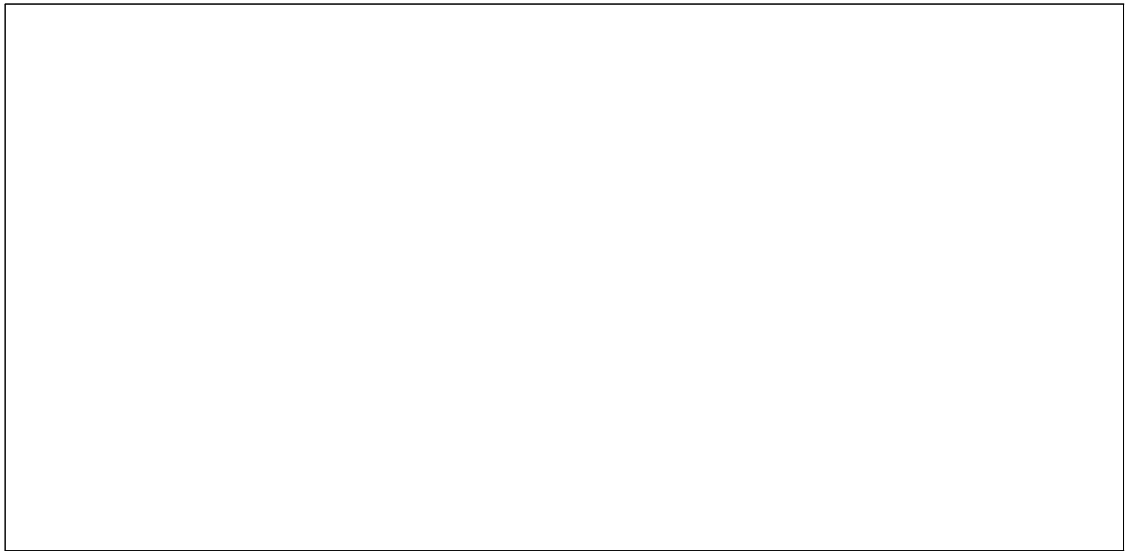


④ 위에서 얻어진 결과들을 다른 상황에 적용(개발)해 보기 위한 탐구문제를 제안해 볼 수도 있다.

☆ 적용/개발하기 위한 탐구 문제 예 → “두 자석을 이용하여 충격방지용 쿠션 장치를 만들어 볼 수 있을까?”

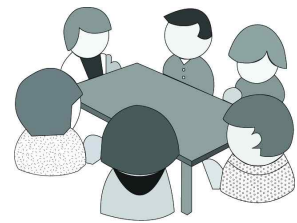


☞ 현재 배우는 교과서 실험에서 관심있는 실험을 골라 그 실험으로부터 더 알고싶은 새로운 탐구문제를 왜/어떻게 그런지 알아보기 위한 탐구문제나, 관찰된 결과를 다른 상황에 적용해 보기 위한 탐구문제로 제안해 보자.



4. 좋은 탐구문제로 수정하고 선택하기

- ① 각자 제안한 탐구문제들 중에서 좋다고 생각되는 탐구문제를 골라보자. 이를 위해 먼저 어떤 탐구문제가 좋은지 '좋은 탐구 문제의 기준'부터 서로 의논해 보자.



다음은 '좋은 탐구문제의 기준'의 몇 가지 예이다. 이 외에 추가로 다른 기준들을 추가해 보자.

좋은 탐구문제의 기준
1. 시간, 공간, 비용 등의 측면에서 주어진 환경에서 실제 실험이 가능하다. 2. 실험 결과가 어떻게 나올지 쉽게 예상할 수 있는 탐구문제가 아니다. 3. 이제까지의 결과보다 좀 더 정밀한 결과를 얻을 수 있다. 4. 이제까지 알려지지 않은 결과를 얻을 수 있다. [기타 다른 좋은 탐구문제의 기준들을 번호를 매기면서 아래에 적어봅시다] 5.

② 위의 ‘좋은 탐구문제의 기준’에 따라 조별로 서로 토의하면서 좋은 탐구문제를 2~5개만 골라보자. 이때 어떤 기준에 의해 골랐는지 정리해 보아라.

선택한 탐구문제	좋은 탐구문제 기준 번호

③ 좋은 탐구문제라고 선택하였지만, 보다 더 좋은 탐구문제가 되기 위해 수정하는 것도 필요하다. 다음 수정사항을 참고하여 위에서 고른 탐구문제를 수정해 보자.



탐구 문제 수정 안내
<p>1. 불분명한 부분이 없도록 구체적으로 쓰면 좋다. (예) 자석을 바꾸면 어떻게 될까? → 자석의 세기를 (또는 자석의 개수를) 바꾸면</p> <p>2. 가능하면 탐구문제에 측정할 변인이 포함되면 좋다. (예) 자석의 세기가 달라지면 어떻게 될까? → 자석의 세기가 달라지면 자석 사이의 간격이 어떻게 변할까?</p> <p>3. 가능하면 조건이나 주요 방법/특징이 포함되면 좋다. (예) 자석의 세기가 달라지면, 자석 사이의 간격이 어떻게 변할까? → 아래에 놓인 전자석의 세기를 변화시키면, 자석 사이의 간격이 어떻게 변할까?</p>

[수정한 탐구문제 쓰기]

④ 각 조별로 최종적으로 탐구하고 싶은 문제를 1~3개를 결정하여라.

[최종적으로 결정한 탐구문제]

【정리 및 토의】

1. 탐구문제를 찾기 위한 사고방법 4가지가 무엇인지 정리해 보자.

2. 탐구문제의 유형 4가지가 무엇인지 정리해 보자.

3. 좋은 탐구문제의 기준 4가지만 정리해 보자.

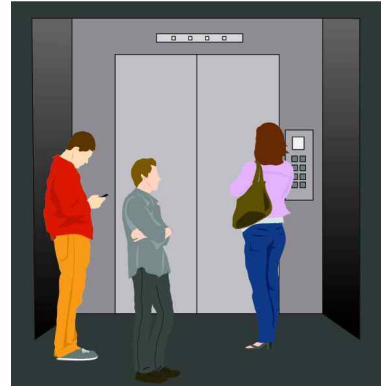
4. 탐구문제는 어떻게 수정해야 하는지 수정방법 2가지만 정리해 보자.

5. 아인슈타인은 16세 때, “만일 빛과 같은 속력으로 달리면서 빛을 보면 빛이 어떻게 보일까?” 라는 질문을 하였다고 한다. 그리고 이러한 질문을 10년 동안 계속 가지고 있다가 상대성 이론에서 답을 찾았다. 여러분들도 주변의 자연 현상에 대해서 잘 풀리지 않을지 모르지만 궁금하다고 생각되는 탐구질문을 찾아서 써보자.

【학 습 자 료】

1. 문제발견 이야기

어느 고층빌딩에 백화점이 개점을 하였다. 높은 층으로 가기 위해 사람들은 엘리베이터를 타야 하는데, 많은 사람들이 엘리베이터 기다리는 것을 귀찮아하였고 심지어 짜증을 내기도 하였다. 이에 백화점 측에서는 어떻게 엘리베이터를 좀 더 빠르게 할 것인지에 대해 회의를 하고 전문 회사에 의뢰를 하기로 하였다. 그러나 안전을 위해 무작정 빠르게 할 수만은 없었고 결국 큰 비용을 들여 개선을 하였지만, 엘리베이터 속도가 빨라졌다는 것을 체감할 수 없을 정도였다.



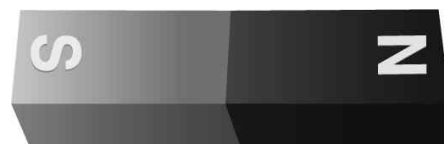
이에 한 회사직원이 새롭게 질문을 제기하였다. “엘리베이터를 빠르게 할 것이 아니라, 사람들이 엘리베이터를 기다리는 것이 무료하지 않게 하는 방법은 없을까?”

즉 이 회사직원은 처음에 제기되었던 “어떻게 엘리베이터를 빠르게 할까?”라는 질문 대신에 “어떻게 사람들이 엘리베이터를 기다리는 것이 무료하지 않게 할까?”라는 질문으로 바꾼 것이다.

이렇게 질문이 바뀌고 나자 곧 그에 대한 아이디어들이 속출했다. “엘리베이터 옆에 커다란 거울을 달아서 사람들이 엘리베이터를 기다리는 동안 자기 용모를 보게 하면 어떨까?” “엘리베이터 옆에 LCD를 달아 콘트를 보여주면?” “엘리베이터 옆에서 오늘의 특가 세일을 하면?”... 결국 이 백화점은 간단하게 큰 거울을 단 것만으로 사람들의 불평이 없어지는 효과를 볼 수 있었다.

2. 자석

자석은 N극과 S극으로 이루어져 있으며, 막대자석을 실에 매달아 회전할 수 있도록 놓으면, N극은 북극을 가리키고 S극은 남극을 가리킨다. 따라서 이러한 성질을 이용한 것이 나침반이고, 방향을 찾는 데 사용한다.

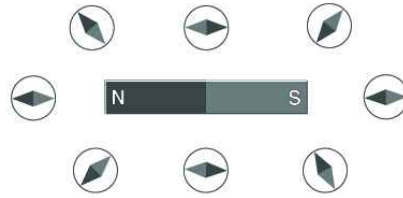


[막대자석]

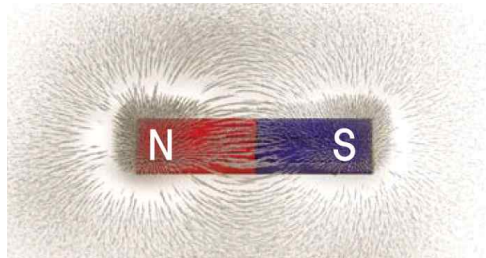
막대 자석 주위에 작은 나침반들을 놓으면 막대 자석 주위에 자석의 영향이 어떻게 작용하는지 볼 수 있다. 또 막대 자석 주위에 철가루를 뿌려도 막대 자석 주위의 자석의 영향을 볼 수 있다.



[나침반]

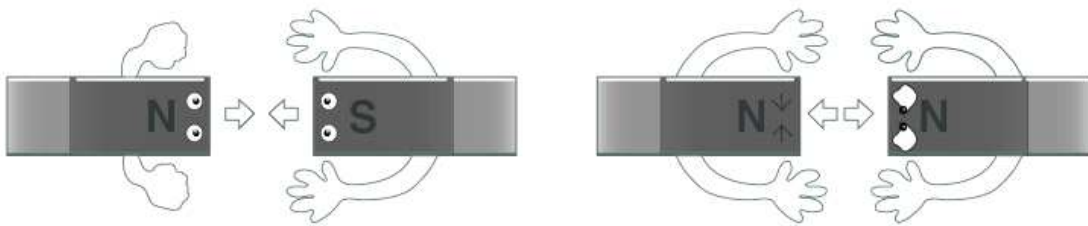


[막대자석 주위의 작은 나침반들]



[막대자석 주위의 철가루]

자석의 또 다른 중요한 성질은 두 개의 자석을 가까이 하면 서로 밀거나 당기는 힘이 작용한다는 것이다. 두 개의 자석이 서로 같은 극이 마주보면 서로 미는 힘(척력)이 작용하고, 서로 반대 극이 마주보면 서로 당기는 힘(인력)이 작용한다.



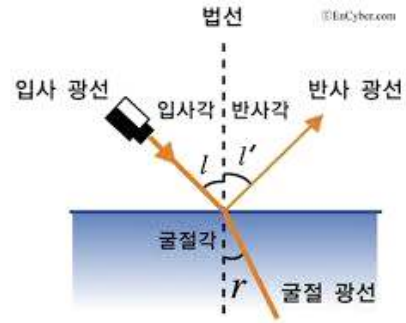
[인력이 작용하는 경우와 척력이 작용하는 경우]

3. 빛의 굴절

빛은 직진하다가 투명한 다른 매질을 만나면 경계면에서 일부는 반사하고, 일부는 굴절하여 진행한다. 이때 빛이 굴절하는 정도는 물질의 종류에 따라 다르다.

빛이 다른 매질에서 굴절하는 이유는 물질 속에서 빛의 속도가 변하기 때문이다. 즉

진공 중에서 빛의 속도는 가장 빠르고, 물질 속에서 빛의 속도는 느려진다. 이와 같이 물질 속에서 빛이 느려지는 정도를 나타낸 것이 굴절율이다.



진공에서 각 매질로 빛이 진행할 때의 굴절률

물질	굴절률
진공	1
공기	1.000293
물	1.333
유리	1.5~1.7
다이아몬드	2.419

이때 굴절율과 빛의 속도와의 관계식은 다음과 같다.

$$\frac{c}{v} = n \quad (c=\text{진공에서 빛의 속도}, v=\text{물질 속에서 빛의 속도}, n=\text{굴절율})$$

$$\text{따라서 } v = \frac{c}{n}$$

예를 들어, 유리의 굴절율은 1.33이므로, 유리 속에서 빛의 속도는 다음과 같다.

$$v = \frac{c}{1.33} = \frac{30\text{만 km/s}}{1.33} = 22.6\text{만 km/s}$$

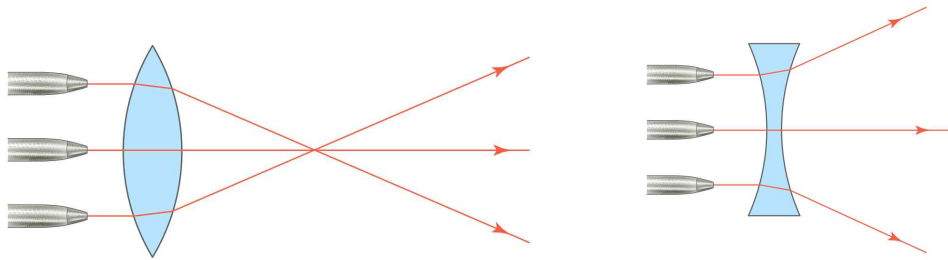
이때 상대적으로 빛의 속도가 빠른 물질을 소한 매질이라고 하고, 빛의 속도가 느린 물질을 밀한 매질이라고 한다. 예를 들어, 진공과 공기를 비교하면, 진공보다 공기에서 빛의 속도가 느려지므로, 진공은 소한 매질이고 공기는 밀한 매질이다. 그러나 공기와 물을 비교하면, 공기보다 물에서 빛의 속도가 느려지므로, 공기는 소한 매질이고 물은 밀한 매질이 된다.

물질 속에서 빛의 속도가 느려지면 빛이 굴절하는 이유는 다음과 같이 자동차가 아스팔트를 달리다가 모래 위로 가



는 경우에 자동차의 경로가 꺾이는 것과 같다. 즉 모래에 먼저 들어간 바퀴가 미끄러지면서 속도가 느려지면, 아직 아스팔트 위에 있는 반대편 바퀴의 속도는 빠르므로, 느린 바퀴 쪽으로 자동차 진행방향이 바뀌게 된다.

빛이 굴절을 이용한 대표적인 것이 렌즈이다. 렌즈에 평행하게 입사한 빛은 다음과 같이 굴절한다.



이 외의 다양한 굴절현상을 보면 다음과 같다.

