

에너지 효율 (206S)

【 제품구성 】

- 악어집게가 달린 9V 배터리용 연결선 8개
- 전구 받침대 9개
- 손전등 전구(7.5V, 0.22A) 9개
- 소켓 9개
- 뚜껑 9개
- 온도계 9개
- 투명 판지(에너지 법칙) 1개
- 학생용 실험보고서 1장
- ※ 이 실험에는 9V 배터리 8개가 필요하다 (별도 구매)

도입

이 실험에서는 빛을 만들어내는 전구의 효율성에 대해 조사를 할 것이다. 이 실험 키트를 이용해 학생들은 실험 디자인의 경험과 다음과 같은 세 가지의 에너지 관련 개념을 학습하게 된다.

에너지 변형, 에너지 보존, 에너지 손실

학생들은 열량계를 사용하여 전구가 정해진 시간에 얼마나 많은 열에너지를 낭비하는지를 측정하고 전구에 의해 소비되는 전기적 에너지를 계산할 것이다. 이 값과 에너지 보존에 대한 이해를 바탕으로 빛을 만들어내는 전구의 효율성을 계산할 수 있다. 그리고 백열등과 형광등의 장점과 단점에 대해 조사할 것이다.

주요개념

1. 에너지는 다양한 방법으로 전달된다.
2. 전기회로는 전기에너지를 이동시키는 방법 중 하나이다.
3. 실험과 관련된 변수를 확인하고 통제하는 것은 좋은 실험 디자인을 위해 필수적이다.

배경지식

효율성

에너지가 전달될 때마다 에너지의 일부는 열의 형태로 주위 환경에 빼앗기게 된다. 에너지의 크기가 클수록 에너지 전달의 효율성은 떨어진다. 이 현상을 에너지 "손실"이라고 부르는데, 손실이라는 단어 때문에 에너지가 파괴되거나 사라진다는 의미로 잘못 해석될 수 있다. 사실 에너지는 파괴되는 것이 아니라 주위 환경으로 전달되는 것이다.

에너지 측정

줄(Joule)은 에너지를 측정하는 국제적인 단위이다. **와트(watt)**로 표기되는 **전력(출력)**은 에너지 소비 비율에 대한 단위이다. 1 W는 매초마다 1 줄의 에너지가 소비되는 것을 의미한다. 100 W 전구는 동일한 시간 동안 40 W의 전구보다 2.5배의 에너지를 더 사용한다. 반대로 40 W 전구를 2.5분 동안 밝히는 것과 100 W 전구를 1분 동안 밝히는 것은 동일한 양의 에너지를 필요로 한다.

줄이 에너지를 측정하는 단위이지만 이 실험에서는 더 쉽게 측정할 수 있고 에너지와 관련하여 더 친숙한 용어인 칼로리를 사용한다. 1 칼로리는 1 그램의 물을 섭씨 1도 올리는데 필요한 에너지이다. 또한 이 실험에서는 학생들의 편의를 위해 전력을 측정하는 단위로 W가 아니라 칼로리/분을 사용할 것이다. 그러나 필요하다면 다음과 같이 칼로리를 줄이나 W로 쉽게 변환할 수 있다.

1 칼로리 = 4.2 줄, 1 W = 1.4 calories/minute

이 실험에서 사용된 전구는 약 1.6 W이다. 위에 주어진 변환식을 사용하여 $1.6 \text{ W} = 23.0 \text{ calories/minute}$.

전구의 종류

일반 **백열전구(NI 전구)**는 전기적 에너지를 빛과 열로 변환시켜주는 작은 금속 필라멘트를 사용한다. 뜨거운 필라멘트는 천천히 증발하면서 매우 얇아지고 부서질 때까지 빛을 밝힌다. 필라멘트는 그 수명을 늘리기 위해 공기가 대부분 제거된 전구 속에 들어 있다. **할로겐전구**는 밝기를 증가시키고 필라멘트의 수명을 연장하기 위해 전구에 할로겐을 주입한 백열전구이다. **형광전구**는 필라멘트가 없는 대신 여러 단계의 과정을 통해 빛 에너지를 발산하게 한다.

모든 종류의 전구는 전통적으로 두 가지 방식으로 평가할 수 있다. 에너지소비(단위 : 와트)와 빛의 출력(단위 : 루멘)이다. 동일한 루멘 등급을 지닌 콤팩트 형광전구(CF)와 일반 백열전구(NI)를 비교해 보면 CF 전구의 W 전력량이 훨씬 더 낮으며 전기 소모량도 훨씬 더 낮다. 예를 들어, 75W의 NI 전구와 18W의 CF 전구는 약 1,100 루멘의 밝기를 제공하지만 NI 전구는 CF 전구의 네 배 이상의 전기를 소비한다. 그러나 설치위치와 고정방식이 CF 전구의 출력에 더 큰 영향을 미치기 때문에 이 점들을 고려해야 한다. 18W의 CF 전구로 60W의 NI 전구를 대체하는 것이 더 효과적일 수도 있다. 세 배정도의 전기소모를 줄이는 효과가 있다.

전구의 비용

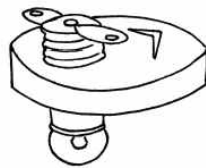
전구 사용에는 세 가지 비용 요소가 있다. 전구 자체의 비용, 전구를 작동시키는데 드는 전기의 비용, 그리고 전구의 수명이다. 전구의 시간당 운용비용은 이 세 요소를 모두 고려해야 한다. 백열전구는 가격이 가장 저렴하며 이 점이 시간당 운용비용을 낮추어준다.

CF 전구는 전기 소모가 적기 때문에 백열전구보다 더 효율적이다. CF 전구나 할로겐전구는 백열전구보다 수명이 더 길다. 예를 들어 18W의 CF 전구가 7500 시간의 수명을 가지고 있는데 반해 75W의 NI 전구는 750 시간의 수명을 가지고 있다. CF 전구 하나를 사용하는 동안 10개의 NI 전구를 사용하는 것이다.

전체적으로 CF 전구는 일반전구나 할로겐전구보다 시간당 운용비용이 더 낮다.

실험을 위한 준비

4명 1조로 운영한다. 각 조는 폼캡에 나 있는 구멍에 전구를 끼우고 소켓에 연결한다. 각 조는 물을 사용할 수 있어야 하고 시계를 통해 초와 분을 확인할 수 있어야 한다. 8~9개의 9V 배터리를 준비한다. 배터리가 동일한 종류이고 새 것이면 가장 좋은 결과를 얻을 수 있다. 60~100 W 범위의 백열전구를 사용하는 램프를 준비한다.



수업 지도안

1. 에너지의 사용, 변형, W(와트) 소개하기

학생들에게 전구에 대해 아는 것이 있는지 물어본다. 학생들은 보통전구(백열), 형광등, LED, 할로겐, W 모양 등 다양한 모양, 크기의 전구 등 여러 가지를 말할 것이다. 전구에는 다양한 종류의 전구가 있지만 종류와 상관없이 모든 전구는 전기 에너지를 빛 에너지로 변환한다는 사실을 강조한다.

이 실험키트에서는 보통 백열전구의 소형 버전인 2 W 손전등용 전구(실제로는 1.6 W이나 2 W로 단순화시킨 것임)를 사용한다. 백열전구는 전기적 에너지를 빛 에너지로 변환하는 소형 필라멘트를 사용한다. 전구가 초 당 전기 에너지를 얼마나 사용하는지를 보여 주는 W수 또는 출력 등급을 설명한다. 동일한 시간에 100 W 전구는 2 W 전구보다 50배의 에너지를 더 사용한다는 것을 강조한다. 그러나 2 W 전구를 50분 동안 켜면 100 W 전구를 1분 동안 켜는 것과 동일한 에너지를 사용한다는 것도 강조한다.

2. 효율성과 열 측정에 사용되는 열량계 소개하기

학생용 실험보고서 상단에 있는 도입 부분을 읽도록 한다. 읽기가 끝나면 전구는 빛과 열을 만들어 낸다는 것을 재차 강조한다. 백열전구가 있다면 전구 가까이에서(2~3 cm) 1분 정도 온도 변화를 관찰한다. 75 W 전구는 보통 약 10도의 온도를 증가시킨다.

주의 : 일부 학생들은 전구에서 나오는 눈에 보이는 빛이 온도계를 가열한다고 잘못 이해할 수 있다. 검은 칠을 한 전구를 사용하여 이것이 사실이 아니라는 것을 증명해 보일 수 있다. 이 경우 눈에 보이는 빛은 덜 하지만 온도는 여전히 상승한다.

에너지는 파괴되지 않는다는 에너지 보존의 법칙을 소개한다. 이 법칙은 전구에 입력되는 전기 에너지의 양은 전구에 의해 만들어지는 빛과 열에너지의 합과 동일해야 한다는 것이다. 우리가 사용한 전기 에너지로 얼마의 빛 에너지 출력을 얻는지 비교해 볼 수 있다. 이 비교는 소위 말하는 **효율성**이라고 것이며 얼마나 잘 빛을 만들어 내는지 확인하는 기준이 된다.

다음과 같이 질문함으로써 효율성에 대해 보충 설명할 수 있다. 만약 전구가 완벽하게 빛을 만들어 낸다면 몇 퍼센트의 에너지가 에너지 출력 또는 빛 에너지로 사용될까? 정답은 100%이다. 어떤 장비의 효율성은 입력된 에너지 대비 출력 에너지를 퍼센트로 나타낸 것이다. 전구의 목적은 빛을 만드는 것이기 때문에 전구 사용 중 발생하는 열은 전구의 생산성을 낮추는 “버려지는” 에너지이다.

이 실험의 목적은 빛을 만드는 전구의 효율성을 측정하는 것이다. 전구에 의해 발생된 빛 에너지를 측정하는 것은 어려운 일이지만, “버려지는” 열에너지를 측정하는 것은 상대적으로 쉽다. 버려지는 열을 측정하기 위해 전구를 물속에 넣고 물의 온도 변화를 측정할 것이다. **왜 물속에 전구를 넣어야 할까? 전구 옆에 온도계를 대어 온도변화를 측정할 수는 없나?** 공기 중에서 온도계를 대어 온도변화를 측정하면 전구에서 발생하는 열에너지의 일부분을 측정하게 되지만 물에서의 측정은 전구에서 발생하는 모든 에너지를 측정할 수 있다. 온도와 열 사이의 차이를 강조하고 에너지를 측정하는 **칼로리** 단위를 소개한다.

3. 실험을 통해 전구의 효율성 측정하기

학생들은 전구가 정해진 시간에 얼마나 많은 열을 만들어내는지 측정하고, 동일한 시간에 얼마나 많은 전기 에너지를 사용했는지 비교할 것이다. 에너지 보존의 법칙에 의해 발생된 열에너지와 사용된 전기에너지의 차이는 곧 빛 에너지라는 것을 상기시킨다. 전구가 만들어낸 열의 양을 안다면 100%에서 열의 양(퍼센트)을 빼서 빛 생산 효율성을 추정할 수 있다.

실험준비물을 각 조(4명)에게 나누어 주고 1~5번의 과정을 실행하게 한다. 이 과정이 끝나면 **실험에서의 대조군의 역할이 무엇인지** 학생들에게 묻는다. 필요하다면 실험의 목적과 대조군 값을 상기시키고 반 전체가 6번을 마무리한다.

각 조는 7~10번을 실시한다. 학생들은 3분 내외에 5~6℃의 온도 변화를 얻게 될 것이다. 이 값과 차이를 보이는 경우는 실험과정의 에러나 실온, 전구의 차이, 배터리의 종류, 제조일자, 실험 전 사용여부 등이 원인일 수 있다.

11~15번에서는 효율성 측정을 위해 다양한 방정식을 사용해 계산을 해야 한다. 학생들의 수학적 숙달 정도에 따라 하나 또는 그 이상의 계산식을 설명할 필요가 있다. 또는 학생들이 실험을 마친 후 이들 계산식을 다시 확인할 수도 있다. 6℃의 온도변화에 기초를 둔 샘플 계산식은 다음과 같다.

12. 다음 방정식을 이용하여 소형 전구의 열에너지 출력을 계산하라.

$$\begin{aligned}\text{열에너지 출력(칼로리)} &= \text{물의 부피(mL)} \times \text{온도변화(}^{\circ}\text{C)} \\ \text{열에너지 출력} &= 8\text{mL} \times 6^{\circ}\text{C} \\ \text{열에너지 출력} &= 48 \text{ 칼로리}\end{aligned}$$

13. 다른 실험으로부터 전구가 불을 밝히는데 1분당 약 23칼로리의 전기 에너지를 사용한다는 것을 알고 있다.

전기 에너지 입력(칼로리) = 전구를 켜 시간(분) × 23 칼로리/분
 전기 에너지 입력(칼로리) = 3분 × 23 칼로리/분
 전기 에너지 입력(칼로리) = 69 칼로리

14. 아래의 방정식을 이용하여 전구가 만든 % 열을 계산하라.

$$\text{생산된 열(\%)} = \frac{\text{열에너지 출력}}{\text{전기 에너지 입력}} \times 100\%$$

$$\text{생산된 열(\%)} = \frac{48 \text{ 칼로리}}{69 \text{ 칼로리}} \times 100\%$$

$$\text{생산된 열(\%)} = 69.6\%$$

교사용 노트 : 이 실험에서 열에너지의 대부분이 주변 환경(전선, 공기, 플라스틱 등)에 빼앗기기 때문에 계산된 전구의 열 생산 값은 실제로 생산된 열보다 적은 값이다. 이 결과는 빛으로 이동된 에너지의 효율성에 대한 과대평가에서 나온 것이다.

15. 아래의 방정식을 이용하여 전구의 빛 효율성을 계산하라.

$$\text{빛 효율성(\%)} + \text{생산된 열(\%)} = 100\%$$

$$\text{빛 효율성(\%)} + 69.6\% = 100\%$$

$$\text{빛 효율성(\%)} = 100\% - 69.6\%$$

$$\text{빛 효율성(\%)} = 30.4\%$$

학생들이 이 단계를 마치면 1~4 질문에 답하도록 한다.

4. 에너지 효율성의 개념 이해 및 실험결과 확인하기

방금 실험한 전구의 에너지원 또는 에너지 입력은 무엇인지 질문을 학생들에게 묻고 효율성에 대해 복습한다. 배터리가 전기에너지(전기에너지는 배터리 안의 물질에 있는 화학에너지로부터 전환된 것이다.)를 제공해 전구가 켜진다. 다음으로 **에너지는 무엇으로 변환되는지** 질문한다. 에너지는 빛과 열로 변환된다.

1~4번 질문에 대한 학생들의 답을 검토한다. 모범 답안은 교사용 지도서 마지막 부분에 수록되어 있다. 1번 질문에 대한 답을 토론하면서 물의 부피와 같이 가능한 많은 수의 변수들이 동일한 상황에서 실험할 수 있도록 대조군을 통제해야 한다는 것을 강조할 수 있다. 실제 실험이 이루어지고 있는 변수는 예외가 되며 이 실험에서는 전구로부터 나오는 에너지가 그것이다.

2번 질문을 토론할 때 보통 5~6°C의 온도변화가 생기지만 학생들의 결과는 다양할 수 있다는 것을 염두에 둔다. 각 조별로 실험결과를 발표하게 하고 계산한 효율성을 칠판에 적게 한다. 아직 계산하지 못했다면 11~15번 단계의 계산식을 확인한다. 각 조의 실험결과 값의 범위에 대해 토론을 유도한다. 다른 조와 확인히 다른 결과가 나온 조가 있는가? 학급 평균과 중앙값을 계산하게 하고 평균과 중앙값의 유사성과 차이점을 토

론하게 한다.

전구나 배터리의 차이나 측정시간 3분을 정확히 지키지 못한 것, 그리고 주위 공기나 쟁반 등에 열을 빼앗겨서 발생하는 '전구의 열 생산'의 불일치와 같은 오류에 대해 토론한다. 전선 및 전구까지 전기를 운반하는 연결선에 열을 빼앗김으로써 부정확한 실험결과가 나올 수도 있다.

3번 질문에 대한 토론에서는 실제값과 비교할 때 퍼센트 열 효율성에 대한 학급의 값이 너무 높거나 낮지는 않은지 학생들에게 물어본다. 학생들은 물이 모든 열을 가뒀을 수 없기 때문에 이 실험에서 측정된 "버려지는 열"이 실제 값과 다를 수 있다는 것을 알 수 있어야 한다.

4번 질문에 대한 토론에서는 백열전구가 우리가 원하는 빛 에너지 보다는 열에너지를 만드는데 훨씬 더 효율적이라는 것을 다시 강조한다. 작은 썬기(11% 빛 입력은 ~ 40% 썬기)를 가진 파이 도표를 그리고 그 썬기의 이름을 '빛의 출력'이라고 붙이고 원의 나머지를 "열의 출력"이라고 기록한다.

학생들로 하여금 5~6번 질문에 답변을 달게 하고 그 답들을 검토한다.

5번 질문에 대한 토론에서는 여러 장비에서 발생하는 엄청난 양의 버려지는 열에 주목시킨다. 어떤 경우는 이들 값들이 하나의 에너지 변형(예를 들어, 형광 또는 백열전구)을 나타내기도 하고, 어떤 경우는 몇 가지 에너지 변형(예를 들어, 석탄이나 핵발전소에서 전기 에너지의 발전)의 결과이기도 하다.

6번 질문에 대한 토론에서는 효율성이 낮은 기기는 동일한 에너지원을 사용하는 효율성이 더 높은 기기와의 비교할 때 동일한 결과를 만들기 위해 더 많은 에너지를 소비하고 따라서 더 많은 비용이 들기 때문에 효율성이 비용에 영향을 미친다는 것을 강조한다. 효율성이 더 높은 기기는 종종 초기 비용이 더 많이 들어가지만 기기의 수명을 고려하면 효율성이 더 높은 기기가 더 경제적인다는 것을 강조한다. 뿐만 아니라 효율성이 더 높은 기기가 에너지를 덜 사용하기 때문에 오염 물질을 덜 배출한다.

아래 사항들을 포함해 토론의 결과를 요약한다.

· 에너지 입력은 의도된 에너지 출력이 되거나 "잃어버린" 에너지가 된다. 잃어버린 에너지는 거의 항상 열의 형태이다. 학생들에게 에너지가 열이 아닌 다른 형태로 잃어버릴 수 있다고 생각하느니 물어본다. 소리도 잃어버린 에너지의 한 형태이며 열이 의도된 출력이라면 빛은 "잃어버린" 에너지라는 것을 설명한다.

· 에너지를 현명하게 사용하려면 의도된 에너지 출력을 최대한 크게 만들어야하며 잃어버리거나 버려지는 에너지는 최대한 줄여야 한다.

"에너지의 법칙"이라는 투명한 판(필름)을 사용해 이 실험키트의 중요한 과학적 개념을 요약한다. 에너지 보존이라고 불리는 첫 번째 법칙에서 에너지는 창조될 수 없기 때문에 어디론가부터 오는 것이며, 파괴될 수 없기 때문에 어디론가 움직이고 있다는 '에너지 변형'을 이해해야 한다는 것을 강조한다. 두 번째 법칙은 왜 장비가 에너지를 사용하는데 있어서 100%의 효율을 보일 수 없는지를 설명해준다.

에너지의 법칙은 저학년 학생들에게는 어려운 개념이다. 아래 돈(money)에 대한 비유가 도움이 될 수 있을

것이다.

첫 번째 에너지 보존의 법칙은 잔돈 교환과 같다. 천 원짜리 지폐를 가지고 오락을 하려면 100원짜리 동전 10개로 교환할 수 있다. 입력하는 양(천 원) 보다 더 많은 양을 변형(출력)시킬 수 없다는 것을 강조한다.

두 번째 에너지 변형의 법칙은 환전과 같다. 원화를 달러로 환전할 때 은행이나 환전소의 서비스에 대한 비용을 지불해야 하기 때문에 실제 원화 가치보다 약간 적은 금액을 달러로 받게 된다.

질문에 대한 권장 답안

1. 이 실험에서 대조군을 설정한다.

1) 왜 이 실험에서 대조군을 사용해야 하나?

대조군은 전구를 켜지 않고도 물의 온도가 변할 수 있는지를 측정하기 위해 사용되었다.

2) 대조군 컵 속에 무엇을 두었나? 그 이유는 무엇인가?

대조군 컵에 8 mL의 물을 담았으며 온도계가 안쪽으로 달려있는 폼 캡으로 덮혀있어야 한다.

3) 대조군 컵에서 무엇을 측정했나? 그 이유를 무엇인가?

학생들은 물의 초기 온도와 최종 온도를 기록해야 한다. 물의 온도 변화는 다른 이유가 아닌 백열전구를 켜기 때문이다.

4) 대조군으로부터 얻은 데이터를 통해 알 수 있는 사실은 무엇인가?

대조군 컵 속에서 아주 작은 온도 변화가 있었다. 컵 속에서 관찰되는 온도 변화는 켜져 있는 전구에서 방출된 에너지 때문이다. 그러나 만약 사용된 물이 실온과 다르다면 대조군 컵에서 1~2 °C의 온도 변화가 발생할 수 있다.

2. 전구는 빛 또는 열 가운데 어느 것을 더 잘 생산해낼까? 실험결과를 이용해 설명하라.

계산된 열 효율성이 50% 보다 커야하기 때문에(따라서 빛 효율성은 50% 이하이어야 한다.) 학생들은 전구가 빛보다는 열을 더 많이 생산한다고 결론을 내려야 한다.

3. 전통적인 전구는 빛 에너지를 만드는데 10%의 효율성을 가진다.

1) 실험결과가 10% 보다 높았나? 낮았나? 아니면 10%와 동일했나?

학생들은 일반적으로 10%보다 높은 25~35% 범위의 효율성이 나오게 된다.

2) 실험에서 얻은 데이터를 통해 보면 왜 전구의 효율성이 25%보다 높을까?

생산된 열의 일부는 환경에 “빼앗기기” 때문에 이런 현상이 발생한다. 측정된 열 효율성이 더 낮고 사용하는 빛 효율성은 더 높은 결과이다. “잃어버린” 열의 대부분은 두 가지 형태로 나타난다.

- 전구의 일부는 물에 둘러싸여 있지 않았고 따라서 생산된 열의 일부는 물로 전달되지 않았다.
- 물에 의해 흡수된 열의 일부는 물을 둘러싸고 있는 플라스틱 컵과 공기로 이동되었다.

3) 수집된 데이터가 보다 더 정확한 효율성을 나타내려면 어떻게 실험을 디자인해야 할까?

열을 더 잘 가둘 수 있는 절연 컵을 사용하고 더 정확한 온도계와 타이머, 좋은 배터리를 사용할 수 있다.

4. 효율성이 낮은 전구는 더 많은 열을 만들어내고 더 많은 에너지를 사용한다. 이 경우 무엇이 문제가 될까?

비효율적인 전구에 의해 요구되는 에너지를 운용하는데 더 많은 비용을 들게 된다. 또한 비효율적인 전구에서 발생한 열은 집에 열을 더하기 때문에 여름에 문제가 될 수 있다. 만약 집에 에어컨을 가동한다면 오히려 더 많은 에너지를 사용하여 전력비용이 상승할 것이다.

5. 표 2를 활용해 아래 질문에 답변한다.

1) 가솔린차에서 열로 버려지는 에너지는 얼마나 될까?

가솔린차는 약 30%의 효율성을 가지고 있으며 70%가 버려지는 열이다.

2) 석탄을 사용하는 일반발전소와 원자력발전소 중 어느 곳이 더 효율적일까?

일반 석탄발전소(38%)가 원자력발전소(31%)보다 더 효율적이다.

3) 용광로는 열을 만드는데 사용한다. 용광로의 효율성이 문제가 되는가? 문제가 되지 않는가? 그 이유는 무엇인가?

어떤 학생은 용광로는 열을 만들고 이 열을 주위에 전달시키는 것이 목적이기 때문에 잃어버리는 열이 없어 아무런 문제가 되지 않는다고 말할 수 있다. 다른 학생은 연료를 태울 때 에너지의 일부는

보이는 빛으로 변환되고 일부 열은 뜨거운 가스가 굴뚝으로 올라갈 때 버려지고 연료의 불완전 연소가 있을 수 있다고 언급할 수 있다.

4) 어떤 종류의 전구가 빛을 만드는데 가장 효율적일까?

형광전구(50%)가 백열전구(11%)보다 더 효율적이다.

6. 백열전구가 형광전구보다 구입비용이 적은데도 불구하고 왜 어떤 사람들은 형광전구를 구입할까?

답은 다양할 것이다. 학생들의 답에는 형광전구가 백열전구보다 더 효율적이란 사실을 포함하고 있어야 한다.

첫 번째 법칙

에너지는 창조되거나 파괴될 수 없다. (핵반응 제외)

두 번째 법칙

에너지의 형태는 변할 수 있다. 형태가 변할 때 일부 에너지는 잃어버린다.

이 실험서는 (주)한국과학에 의해 작성되었으며 저작권법에 의해 보호를 받습니다. 무단복제를 금하며, 무단 복제 및 배포 시 저작권법에 의해 처벌 받을 수 있습니다.