

03

에너지 효율

학습 목표 열에너지가 역학적 에너지로 전환되는 과정의 효율을 이해하고 연구 기관이 불가능함을 논증할 수 있다.



자동차가 한참 동안 달리고 나면 엔진이 매우 뜨거워진다. 그 까닭은 무엇일까?

열에너지가 역학적 에너지로 전환되는 과정

마찰이나 공기 저항이 있으면 물체가 운동할 때 열이 발생하고 역학적 에너지가 점점 감소한다. 그렇다면 역학적 에너지를 얻기 위해 열을 이용할 수는 없을까? 다음 활동을 하면서 알아보자.

실험 영상



준비물

- 스텔링 엔진
- 비커(250 mL)
- 뜨거운 물(40 °C ~ 70 °C)
- 얼음
- 보안경
- 면장갑

안전

뜨거운 물이 담긴 비커를 다룰 때에는 보안경과 면장갑을 착용하고, 비커가 깨지지 않게 주의한다.

해보기

열로 역학적 에너지를 얻는 과정 관찰하기

1. 뜨거운 물이 담긴 비커 위에 스텔링 엔진을 올리고, 스텔링 엔진 위에 얼음을 올린다.
2. 스텔링 엔진의 휠을 가볍게 돌려 스텔링 엔진이 작동하게 한다.
3. 스텔링 엔진이 작동할 때 에너지 전환 과정을 관찰한다.

- 스텔링 엔진이 작동하는 동안 열은 어떤 방향으로 이동하는지 사진에 화살표로 표시하고, 어떤 에너지 전환이 일어나는지 토의해 보자.

스텔링 엔진은 뜨거운 물로부터 열을 얻고 외부로 열을 내보내는 과정을 반복하면서 휠을 돌린다. 즉, 스텔링 엔진을 통해 열에너지가 역학적 에너지로 전환되는 것이다.



탐구 능력

에너지 효율

그림 I-40과 같이 스텔링 엔진에 공급한 열에너지는 모두 휠을 돌리는 역학적 에너지로 전환되지 않고, 일부는 주변의 온도가 낮은 부분으로 방출된다. 이 과정에서 항상 에너지 보존 법칙이 성립한다. 따라서 공급한 열에너지는 전환된 역학적 에너지와 방출된 열에너지의 합과 같다.

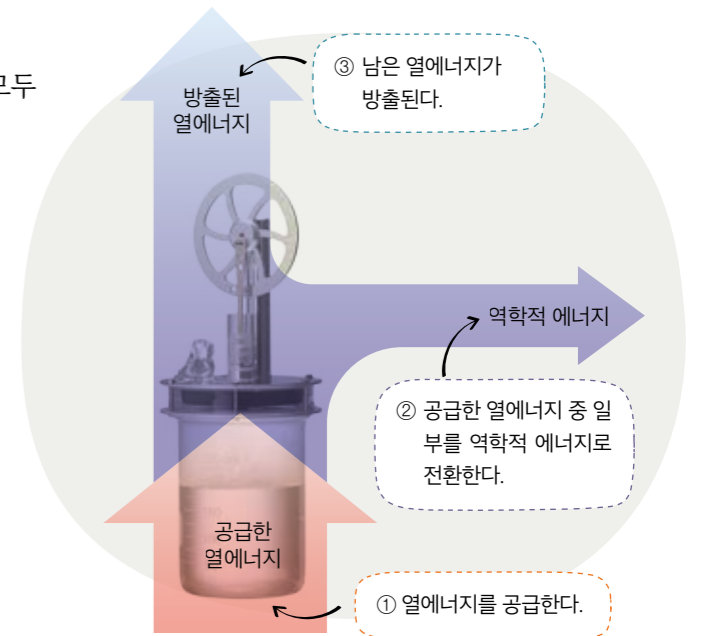
이러한 에너지 전환 과정에서의 효율을 다음과 같이 공급한 열에너지에 대해 역학적 에너지로 전환된 비율로 나타낼 수 있다.

$$\text{에너지 효율} = \frac{\text{역학적 에너지}}{\text{공급한 열에너지}}$$

인류는 현대 기술 문명을 발전시켜 오면서 필요한 역학적 에너지의 많은 부분을 열에너지로부터 얻어 왔다. 예를 들어 그림 I-41과 같은 교통수단들은 대부분 엔진에 열에너지를 공급하여 이동에 필요한 역학적 에너지를 얻는다. 이때 엔진에 공급하는 열에너지는 주로 화석 연료를 연소해서 얻는다.

이렇게 열에너지를 역학적 에너지로 전환하는 과정에서 반드시 주변으로 방출하는 열에너지가 생기기 때문에 에너지 효율이 1이 될 수 없다. 즉, 필요한 에너지를 얻기 위해 화석 연료를 사용할 때마다 다시 사용하기 어려운 열에너지가 방출된다. 따라서 현대 기술 문명에서 에너지 효율을 높이고, 또 얻은 역학적 에너지를 효율적으로 이용하는 것은 매우 중요하다.

그림 I-41 열에너지를 역학적 에너지로 전환해 이동하는 다양한 교통수단



연계 통합과학2

에너지 효율의 의미와 중요성을 '환경과 에너지' 단원에서 배웠다.

스스로 확인

- 1 같은 열에너지로부터 얻은 역학적 에너지가 (작을, 클)수록 에너지 효율이 높다.
- 2 열에너지는 모두 역학적 에너지로 전환할 수 있다. (○, ×)

영구 기관

1700 년대에 석탄을 태워 얻은 열에너지를 역학적 에너지로 전환할 수 있는 증기 기관이 발명되었다. 증기 기관은 당시 공장이나 탄광에서 많은 사람이 해야 할 일을 대신하고 교통수단으로도 쓰이며 산업 혁명의 원동력이 되었다. 하지만 증기 기관으로부터 역학적 에너지를 얻으려면 많은 양의 석탄을 태워야 했다.

이에 18 세기에는 많은 사람들이 에너지를 공급하지 않고도 계속해서 일을 할 수 있는 영구 기관에 관심을 가졌다. 한 예로 그림 I-42와 같이 큰 바퀴에 몇 개의 추를 매단 장치를 소개하며 영구 기관이라고 주장하는 사람이 있었다.

제가 발명하려고 하는 장치입니다.

증강 현실

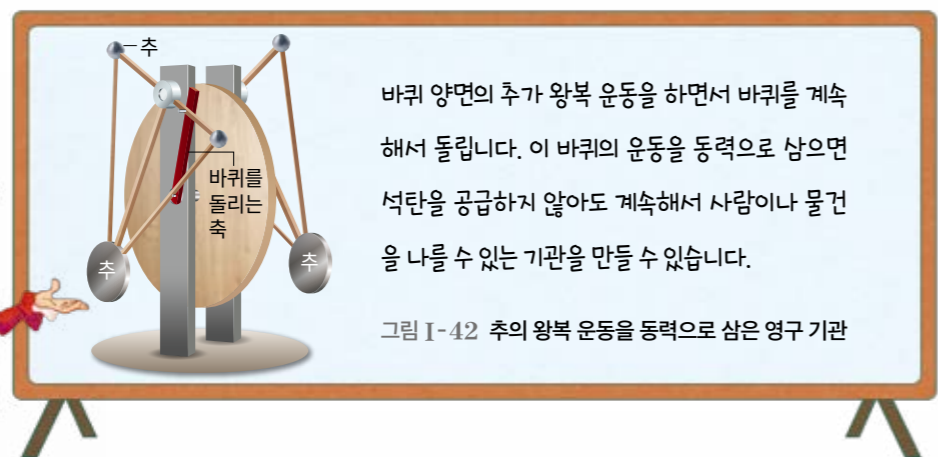


그림 I-42 추의 왕복 운동을 동력으로 삼은 영구 기관

그 사람은 자신이 고안한 장치가 별도의 에너지를 공급하지 않고도 영원히 외부에 일을 할 수 있는 영구 기관이라고 주장했다. 그러나 추와 바퀴의 역학적 에너지의 일부가 점점 외부에 한 일로 전환되므로 추와 바퀴가 결국 정지한다. 즉, 외부에서 에너지를 공급하지 않고 무한히 일을 하는 것은 에너지 보존 법칙에 위배되므로 영구 기관은 실현 불가능하다.

그림 I-43과 같이 연료를 사용하지 않고 바닷물로부터 열을 얻어 움직이는 영구 기관을 제시한 사람도 있었다. 하지만 온도가 낮은 바닷물에서 온도가 높은 엔진으로 열이 저절로 이동할 수 없기 때문에 이 영구 기관 또한 실현 불가능하다.

그림 I-43 바닷물로부터 열을 얻어 움직이는 영구 기관



다음 활동을 하면서 영구 기관이라고 주장하는 몇 가지 사례를 살펴보고, 사례 별로 영구 기관이 될 수 없다는 것을 논증해 보자.

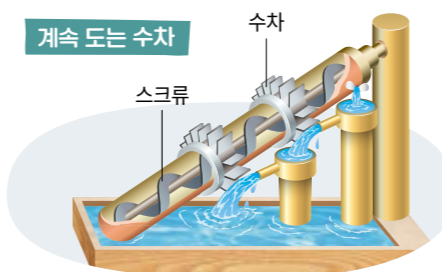
해보기

문제 해결 능력 | 의사 결정 능력

영구 기관의 가능성 논증하기

영구 기관을 고안한 다음 사례를 살펴본다.

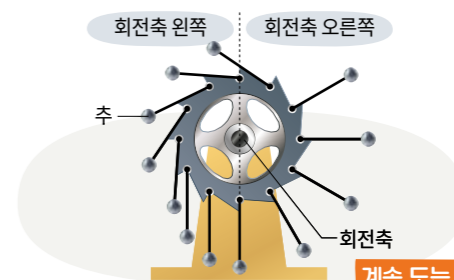
계속 도는 수차



물이 낙하하면서 수차를 돌리면 스크류가 회전 하면서 물을 다시 끌어 올린다. 이 물이 다시 떨어지면서 수차를 계속 돌린다.

● 계속 도는 수차가 과학적으로 타당한지 다음 과정을 통해 논증해 보자.

- 1 물이 떨어지는 동안의 역학적 에너지 전환과 스크류가 물을 끌어 올리는 일을 하는 과정을 파악한다.
- 2 1에서 스크류가 물을 끌어 올리는 과정에서 어떤 에너지 전환이 일어나는지 분석한다.
- 3 끌어 올린 물이 가진 역학적 에너지는 처음에 가졌던 역학적 에너지와 같을 수 있는지를 논증한다.



계속 도는 회전판

추가 회전축 왼쪽에 더 많이 있으므로 회전판의 왼쪽 부분이 더 큰 힘을 받아 반시계방향으로 계속 회전한다.

● 계속 도는 회전판이 과학적으로 타당한지 다음 과정을 통해 논증해 보자.

- 1 각 추로부터 회전축을 지나는 연직 선까지의 거리를 파악한다.
- 2 회전판이 돌아가기 위해 각 추가 작용하는 돌림힘의 크기와 1의 관계를 분석한다.
- 3 1, 2를 바탕으로 하여 회전판이 계속 한쪽 방향으로 회전하는 것이 가능한지의 여부를 논증한다.



스스로 확인

- 1 에너지를 공급하지 않고도 계속해서 일을 할 수 있는 기관을 () (이) 라고 하는데, 이는 () 법칙에 위배되기 때문에 실제로는 존재할 수 없다.
- 2 만약 모든 마찰을 무시할 수 있다면 영구 기관은 존재할 수 있다. (O, X)

스스로 정리

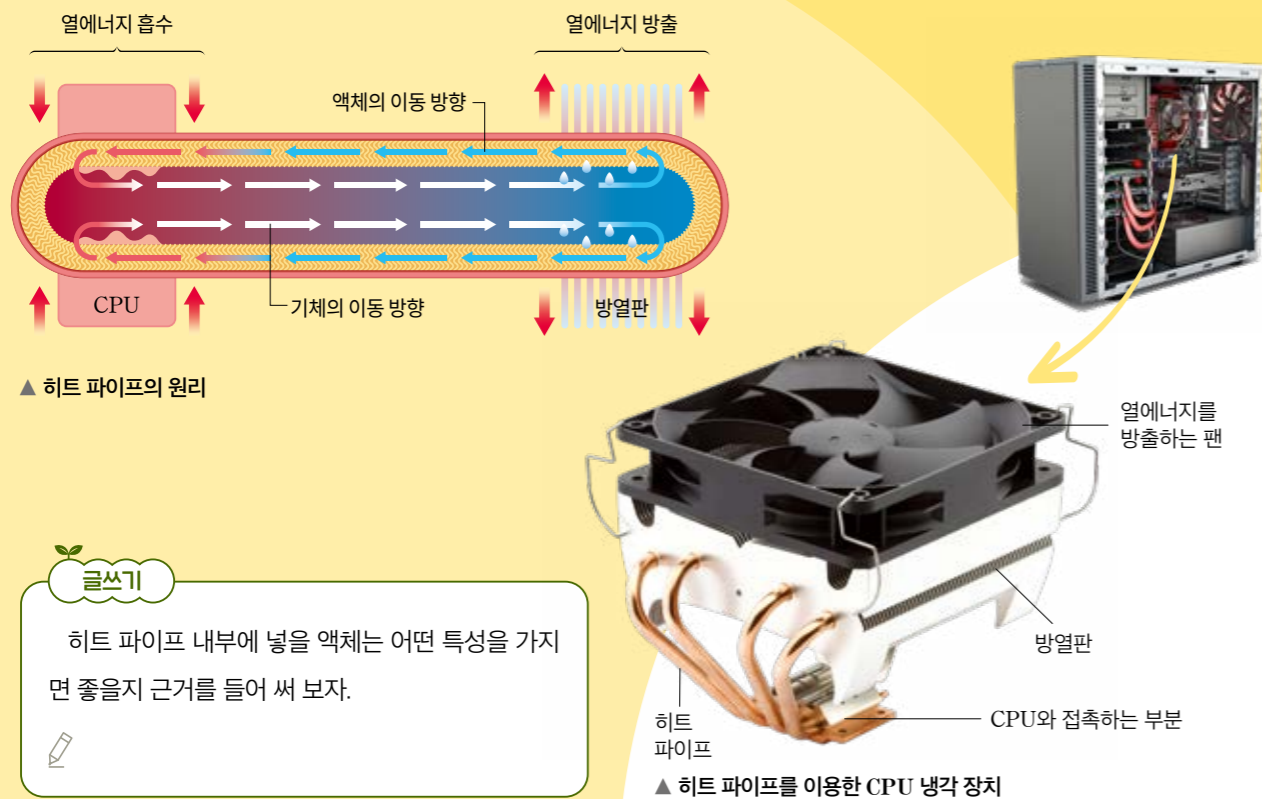
공유 영구 기관을 발명했다고 주장하는 사람에게 속지 않을 것을 당부하는 문구를 만들어 공유 플랫폼에 공유해 보자.

컴퓨터의 열을 식히는 히트 파이프

컴퓨터의 중앙 처리 장치(CPU)는 초당 수억 번의 명령을 처리하는데, 이 과정에서 많은 열에너지가 발생한다. 컴퓨터에는 이 열에너지를 방출하기 위한 몇 가지 장치들이 있는데, 그중 하나가 히트 파이프(heat pipe)이다.

히트 파이프 내부에는 소량의 액체가 있다. 액체는 CPU가 방출한 열에너지를 흡수해 기화한다. 기화된 기체는 방열판으로 이동하여 열에너지를 방출해 액화하고, 액화된 액체는 다시 CPU로 이동하여 열에너지를 흡수해 기화하는 과정을 반복한다. 히트 파이프를 통해 방열판으로 모인 열에너지는 회전하는 팬을 통해 컴퓨터 외부로 방출된다.

즉, CPU에서 발생한 열을 히트 파이프를 통해 열 방출 장치에 전달하는 방식으로 CPU를 식히는 것이다.



글쓰기

히트 파이프 내부에 넣을 액체는 어떤 특성을 가지면 좋을지 근거를 들어 써 보자.

지속가능한 친환경 에너지를 개발하는 신재생 에너지 전문가

최근 화석 연료를 대체할 수 있는 신재생 에너지가 주목을 받고 있다. 신재생 에너지는 고갈될 염려가 없고, 화석 연료에 비해 친환경적인 지속가능한 에너지이다. 신재생 에너지 전문가는 이러한 신재생 에너지를 개발하고 발전시키는 사람이다. 하지만 현재 신재생 에너지는 효율이 비교적 낮아 여전히 화석 연료의 의존도가 높은 편이므로, 향후 세계적으로 신재생 에너지 전문가가 많이 필요할 전망이다.

어떤 역량을 가지면 좋을까?

- 태양광, 풍력, 바이오에너지, 수소 에너지 등을 효율적으로 이용할 방법을 논리적으로 생각하고 문제를 해결할 수 있는 수리력과 논리력
- 신재생 에너지로 전기를 생산하는 여러 시설물의 위치를 머릿속으로 그릴 수 있는 공간 지각력

어떻게 준비할까?

- 환경 공학, 화학 공학, 전자 공학 등을 전공해 신재생 에너지와 관련한 전문적인 지식을 쌓는다.

체험 학습

신재생 에너지 체험관 누리집을 검색해 보고, 신재생 에너지 체험관 견학 계획을 세워 보자.

한국에너지공단 누리집

