

자습서 ⊕ 평가문제집

고등학교 **통합과학1**

전상학
교과서편

구성과

특징

교과서 완벽 정리

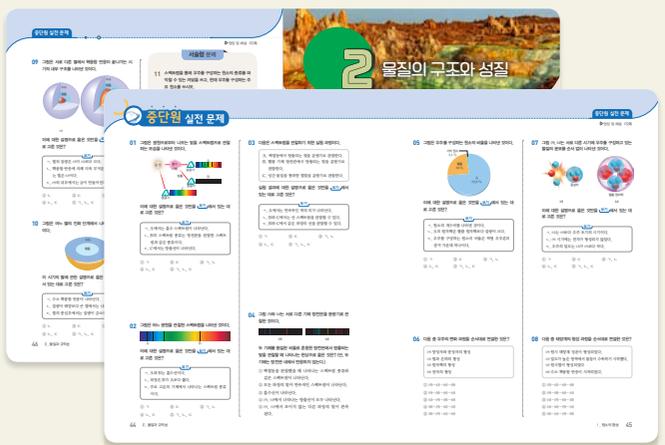
교과서 개념과 여러 가지 활동의 예시 답과 길잡이를 제공하여 체계적이고 효과적으로 학습할 수 있어요.

- 1 소단원의 내용을 한눈에 볼 수 있게 구성했어요.
- 2 시험에 자주 출제되는 내용을 '시험 미리 보기'로 제시했어요.
- 3 교과서 핵심 개념과 관련 있는 그림을 자세한 설명과 함께 제시했어요.
- 4 '탐구 활동'의 예시 답과 '활동 Tip'을 제시했어요.

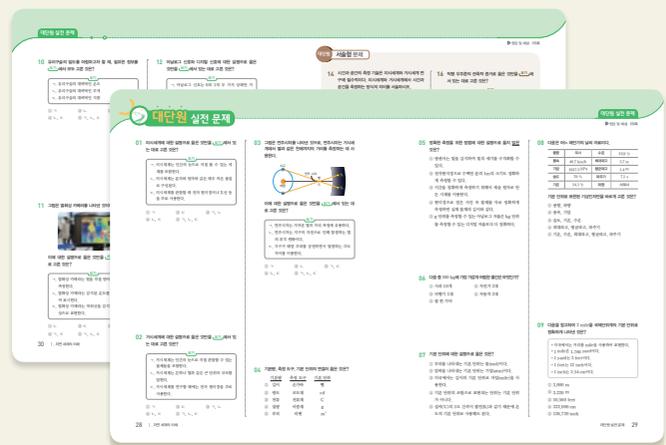
- 5 교과서 질문의 답을 모두 제시했어요.
- 6 '해 보기'의 예시 답을 제시했어요.
- 7 개념 학습에 도움이 되는 보충 설명을 보조단에 제시했어요.
- 8 '더 알아보기'에서 시험에 자주 출제되는 교과서 내용을 좀더 깊이 있게 다루었어요.

문제로 실력 키우기

앞에서 배운 내용을 바탕으로 중단원 문제, 대단원 문제를 풀면서 실력을 키울 수 있어요.



중단원별로 배운 내용과 관련된 문제를 풀면서 실력을 쌓을 수 있어요. 서술형 문제도 함께 제시했어요.



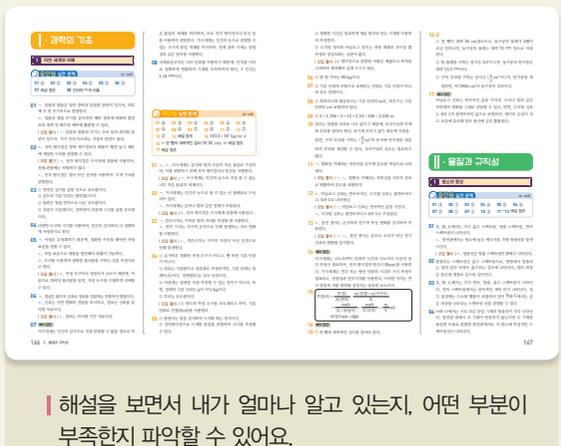
대단원별로 학교 시험에 잘 나오는 유형의 문제를 제시했어요.

학교 시험 완벽 대비하기

정답과 해설로 실력 다지기



'대단원 핵심 요약'과 '대단원 학교 시험 대비 문제'로 학교 시험을 알차게 대비할 수 있어요.



해설을 보면서 내가 얼마나 알고 있는지, 어떤 부분이 부족한지 파악할 수 있어요.

이 책의

차례

I 과학의 기초



1 자연 세계의 이해

- 01. 자연의 기술 · 8
- 02. 기본량의 의미와 적용 · 12
- 03. 측정과 어림 · 14
- 04. 신호와 정보 · 18
- 중단원 스스로 정리하기 · 20
- 중단원 실전 문제 · 22
- 대단원 스스로 정리하기 · 24
- 토의 · 토론과 논술 · 27
- 대단원 실전 문제 · 28

II

물질과 규칙성

1 원소의 형성

- 01. 우주 초기에 형성된 원소 · 34
- 02. 별의 진화에서 형성된 다양한 원소 · 38
- 중단원 스스로 정리하기 · 42
- 중단원 실전 문제 · 44

2 물질의 구조와 성질

- 01. 자연의 규칙성 · 48
- 02. 화학 결합 · 54
- 03. 지각과 생명체를 구성하는 물질 · 58
- 04. 지구 구성 물질의 전기적 성질 · 62
- 중단원 스스로 정리하기 · 64
- 중단원 실전 문제 · 66
- 대단원 스스로 정리하기 · 70
- 토의 · 토론과 논술 · 73
- 대단원 실전 문제 · 74



III

시스템과 상호작용



1 지구시스템

- 01. 지구시스템과 상호작용 · 80
- 02. 지권의 변화와 판의 운동 · 86
- 중단원 스스로 정리하기 · 92
- 중단원 실전 문제 · 94

2 역학적 시스템

- 01. 중력이 작용하는 운동 · 100
- 02. 운동량과 충격량 · 104
- 중단원 스스로 정리하기 · 108
- 중단원 실전 문제 · 110

3 생명 시스템

- 01. 물질의 이동과 물질대사 · 116
- 02. 유전 정보와 세포 내 정보의 흐름 · 124
- 중단원 스스로 정리하기 · 128
- 중단원 실전 문제 · 130
- 대단원 스스로 정리하기 · 134
- 토의 · 토론과 논술 · 137
- 대단원 실전 문제 · 138

- 시험 대비 문제 · 143
- 정답과 해설 · 169



I

과학의 기초

1 자연 세계의 이해

우리가 살고 있는 세계를 어떻게 설명할 수 있을까?

이 단원에서는 자연을 시간과 공간에서 기술할 수 있음을 알고, 과학 탐구에서 기본량과 단위, 측정과 어림의 의미를 설명할 수 있다. 또한 자연 변화를 측정·분석하여 산출한 정보를 디지털로 변환하는 기술을 활용한 정보 통신이 현대 문명에 미친 영향을 알아본다.

1

자연 세계의 이해

이전에 학습한 내용

- 중학교 1학년**
- 기체의 압력
 - 기체의 압력과 부피 관계
 - 기체의 온도와 부피 관계
- 중학교 2학년**
- 밀도, 용해도, 녹는점, 끓는점
 - 전류

이 단원의 내용

- 01 자연의 기술**
- 자연의 기술
 - 길이와 시간 측정
- 02 기본량의 의미와 적용**
- 기본량
 - 여러 가지 단위
- 03 측정과 어림**
- 측정과 과학 탐구
 - 어림과 과학 탐구
- 04 신호와 정보**
- 여러 가지 신호와 정보
 - 신호, 정보의 변환

앞으로 학습할 내용

- 화학**
- 물 농도
- 전자기와 양자**
- 광전 효과
 - 레이저
 - 입자-파동 이중성
 - 확률 파동
 - 중첩
 - 터널 효과
 - 불확정성 원리
 - 핵융합

01 자연의 기술 · 8쪽

생각으로 단원 열기/내 생각 정리해 보기

탐구 활동 미시세계와 거시세계의 물체의 크기에 따른 차이점 분석하기

02 기본량의 의미와 적용 · 12쪽

생각으로 단원 열기/내 생각 정리해 보기

03 측정과 어림 · 14쪽

생각으로 단원 열기/내 생각 정리해 보기

탐구 활동 일상생활에서 측정 표준이 활용되는 사례 탐색하기

04 신호와 정보 · 18쪽

생각으로 단원 열기/내 생각 정리해 보기

탐구 활동 스마트 기기를 활용하여 여러 가지 기본량을 측정하고 분석하기

학습 계획 세우기

1. 이 단원에서 학습할 주요 내용을 미리 살펴보고 어떤 것을 알고 싶은지 궁금한 것을 써 보자.

길이와 시간의 측정

기본량과 단위

측정과 어림

신호와 정보

정보의 변환과 현대 문명



예시 답안 일상생활에서 사용하는 기본량은 어떤 것이 있는지 궁금하다.

2. 궁금한 것을 알아보기 위해 학습 계획을 세워 보자.



예시 답안 교과서에서 기본량이 무엇인지 찾아보기 → 누리망에서 일상생활에서 사용하는 기본량이 무엇인지 조사하기

☞ 너무 작아서 맨눈으로 볼 수 없는 것에는 어떤 것이 있는지 이야기해 보자.

예시 답안 책상 표면의 원자, 세균, 바이러스 등

☞ 관찰했을 때 모르포 나비처럼 실제 모습과 겉모습이 다르게 나타나는 예에는 어떤 것이 있는지 이야기해 보자.

예시 답안 비가 온 뒤 나타나는 무지개는 여러 가지 색을 띠지만, 물방울은 색을 띠지 않는다. 물 위에 떠 있는 기름은 무지개 색을 띠지만, 실제 기름은 색을 띠지 않는다 등



KEY POINT

1. 자연의 기술

• 자연의 다양한 현상을 관찰하고 분석하여 변화의 규칙성을 찾아 자연을 기술할 수 있다.

2. 시공간의 범위, 규모

• 자연 현상을 설명하기 위한 시공간의 범위를 미시세계와 거시세계로 구분할 수 있다.

3. 다양한 규모에서 길이와 시간 측정

• 미시세계, 거시세계에서 길이와 시간을 측정하는 현대적 방법을 알 수 있다.

시험 미리보기

미시세계, 거시세계를 구분하고, 비교하는 문제가 자주 출제된다.

구조색

모르포 나비의 날개는 표면 구조가 독특하여 특정 파장의 빛만 반사해 색소가 없어도 색을 볼 수 있게 한다. 이처럼 구조 때문에 색이 나타나는 것을 구조색이라고 한다.

양자 역학

원자나 전자처럼 눈에 보이지 않는 매우 작은 입자들의 행동을 설명하는 물리학 분야이다.

고전 물리학

일상생활에서 경험할 수 있는 크기와 속도의 물체들을 설명하는 과학 분야이다. 주로 뉴턴의 운동 법칙을 다룬다.

상대성 이론

아인슈타인이 발표한 이론으로, 주로 빛의 속도에 가까운 속도로 움직이는 물체나 블랙홀과 같이 중력이 매우 큰 물체에서 나타나는 현상을 설명한다.

1 자연의 기술

1. 자연의 기술

- 규칙성 발견:** 인간은 해와 달의 움직임, 밀물과 썰물 같은 주기적 현상을 탐구하여 변화의 규칙성을 발견했다.
- 자연의 기술:** 자연 현상을 탐구하여 변화의 규칙성을 찾고, 이 값을 수치화하여 분석하고 이들 사이의 관계를 설명하는 것을 의미한다.

2. 시공간 규모의 이해

- 규모:** 자연 현상을 설명하기 위해 필요한 시간과 공간, 즉 시공간의 범위
- 규모의 분류:** 자연은 미시세계부터 거시세계까지 다양한 규모로 존재한다.
 - 미시세계:** 인간의 감각으로 관찰할 수 없는 물질의 세계 **예** 원자, 분자, 세포 등
 - 거시세계:** 인간의 감각으로 관찰할 수 있는 물질의 세계 **예** 별, 은하 등
 - 미시세계와 거시세계의 차이**
 - 미시세계는 매우 작은 단위로, 현미경으로 관찰한다.
 - 거시세계는 눈에 보이는 크기에서부터 우주적인 규모까지 포함된다.

더 알아보기 미시세계와 거시세계

교과서 17쪽

미시세계	<ul style="list-style-type: none"> • 양자 역학이 적용되며, 매우 짧은 시간과 작은 거리에서 일어나는 현상 • 원자, 분자와 같은 매우 작은 단위에서 일어나는 현상 예 원자와 분자, 전자와 양자, 세포 내 소기관, 구조색 등
거시세계	<ul style="list-style-type: none"> • 고전 물리학과 상대성 이론이 적용되며, 매우 긴 시간과 큰 거리에서 일어나는 현상 • 별이나 은하와 같은 큰 단위에서 일어나는 현상 예 태양계, 은하, 바다의 조수 간만, 산과 강 등

해 보기

시간과 공간의 범위 알아보기

활동

- 1 자신이 경험한 가장 짧은 시간과 가장 긴 시간, 가장 짧은 거리와 가장 긴 거리를 써 보자.
- 2 스마트 기기와 참고 자료를 이용하여 가장 짧은 시간과 가장 긴 시간, 가장 짧은 거리와 가장 긴 거리를 조사해 보자. **예시 답안**

구분	가장 짧은 시간	가장 긴 시간	가장 짧은 거리	가장 긴 거리
나의 경험	눈을 깜빡이는 시간 0.1초	학창 시절의 기억 12년	필기할 때 펜과 종이 사이의 거리 0.1 cm	한국에서 파리까지 의 거리 9,000 km
조사한 내용	플랑크 시간 약 5.4×10^{-44} 초	우주의 나이 약 1.4×10^{10} 년	적혈구의 크기 약 7×10^{-6} m	태양계에서 1.3×10^{10} 광년 떨어져 있는 은하

정리

모둠별로 가장 짧은 시간, 가장 긴 시간, 가장 짧은 거리, 가장 긴 거리가 무엇인지 비교하여 토의해 보자.

예시 답안 스마트 기기와 참고 자료를 이용하여 조사한 가장 짧은 시간과 가장 긴 시간, 가장 짧은 거리와 가장 긴 거리의 규모 차이가 매우 컸다. 플랑크 시간처럼 짧은 시간과 우주의 나이처럼 긴 시간이 있고, 적혈구의 크기처럼 짧은 거리와 은하까지의 거리처럼 긴 거리가 있다.

확인하기 자연 현상은 (시간)과 (공간)에서 설명할 수 있다.

2 길이와 시간 측정

1. 측정의 필요성

- (1) 길이와 시간 측정을 통해 자연을 정확하게 이해하고 설명하기 위해서이다.
- (2) 미시세계와 거시세계의 다양한 자연 현상을 정밀하게 기술할 수 있다.

측정과 자연 현상의 기술

길이와 시간 측정은 자연 현상을 이해하고 정확히 설명하기 위한 기본 과정이다. 인간은 더 정밀한 측정을 통해 미시세계와 거시세계의 다양한 현상을 구체적으로 분석할 수 있다.

해 보기

길이와 시간 측정의 현대적 방법 조사하기

활동

- 1 모둠별로 스마트 기기나 참고 자료를 이용하여 다양한 규모에서의 길이와 시간의 측정 사례와 측정 방법을 조사해 보자.
 - 예 원자의 크기 측정, 태양의 크기 측정, 지구에서 태양계 끝까지 가는 데 걸리는 시간 등
- 2 현대 과학의 길이와 시간 측정 기술 분야에서 해결하지 못한 과제에는 어떤 것이 있는지 조사해 보자.
 - 예시 답안** 너무 작거나 큰 규모는 현대의 과학기술로도 측정하기 어렵다. 예 우주의 전체 크기 등

정리

- 1 모둠별로 조사한 다양한 규모의 측정 사례와 측정 방법을 온라인 공유 플랫폼에 올려 보자.
 - 예시 답안** 지구에서 태양을 볼 때 태양의 겉보기 지름과 태양까지의 거리를 이용하여 태양의 지름을 측정한다.
- 2 시간과 공간을 측정하려는 과학자들의 노력이 우리에게 어떤 의미가 있는지 토의해 보자.
 - 예시 답안** 시간과 공간을 측정하려는 과학자들의 노력은 기술 혁신을 촉진하고, 철학적 질문을 탐구하며, 실생활의 다양한 분야에 응용된다. 이러한 측정은 인류의 발전과 이해를 심화시키는 중요한 역할을 한다.

제임스웹 우주 망원경

NASA가 허블 우주 망원경의 후속으로 개발한 대형 우주 망원경이다. 적외선 관측을 통해 우주의 초기 별과 은하를 연구하고, 별과 행성의 형성 과정을 관찰할 수 있다.

절대 밝기

별을 관측자로부터 10pc에 놓았을 때의 밝기이다. pc(파섹)은 천문학에서 사용하는 거리의 단위로, 10pc은 32.6광년에 해당한다.

KVN(Korean VLBI Network)

우리나라의 전파 간섭 측정 네트워크로, 서울, 울산, 평창, 제주에 위치한 네 개의 전파 망원경을 묶어서 관측하는 방법을 이용하고 있다. KVN은 초장기선 전파 간섭계(VLBI)를 이용하여 하나의 거대한 망원경처럼 작동해 정밀한 천체 관측이 가능하다.

달까지의 거리 측정

지구에서 달에 설치한 반사판에 레이저를 발사한 후 되돌아오는 데 걸리는 시간을 측정하여 달까지의 거리를 구한다.



GPS

여러 위성에서 보내는 신호의 시간 차를 통해 정확한 위치를 계산하는 장비

전자 현미경

전자의 짧은 파장을 이용하여 나노미터(nm) 수준의 세밀한 관찰이 가능하므로 세포 내 구조, 나노 물질, 바이러스 등을 연구하는 데 유용하다. 투과 전자 현미경(TEM), 주사 전자 현미경(SEM) 등이 있다.

원자시계

세슘 원자에서 나오는 빛의 진동수가 9,192,631,770 Hz로 일정한 것을 이용하여 만든 시계로, 온도 등의 외부 영향을 거의 받지 않아 정확도가 매우 높다.

2. 길이 측정의 현대적 방법

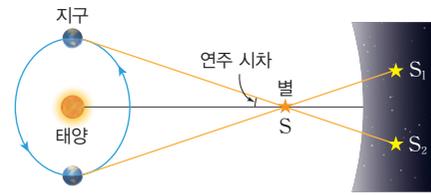
(1) 우주적 규모: 연주 시차와 별의 밝기를 이용하여 천체까지의 거리를 측정한다.

- ① 가까운 천체: 연주 시차를 알아내고 직각삼각형의 닮음을 이용하여 거리를 구한다.
- ② 먼 은하: 빛의 밝기는 거리의 제곱에 반비례하므로 별의 실제 밝기(절대 밝기)와 겉보기 밝기를 비교하여 거리를 구한다.
- ③ 정확한 관측 도구와 정보가 필요하며, 제임스웹 우주 망원경과 여러 대의 전파 망원경을 묶어서 관측하는 방법을 이용하는 KVN(Korean VLBI Network) 등을 사용한다.

더 알아보기 연주 시차

교과서 19쪽

- 연주 시차: 지구가 공전하면서 관찰자의 위치가 바뀌면 가까운 별의 위치가 멀리 있는 별에 비해 미세하게 이동하는 것처럼 보이는데, 이 각도 변화를 연주 시차라고 한다.
- 연주 시차의 이용: 지구가 태양 주위를 공전하면서 발생하는 별의 위치 변화 각도를 통해 별까지의 거리를 측정할 수 있다.
- 적용 범위: 연주 시차는 비교적 가까운 별까지의 거리 측정에 이용되며, 지구에서 수백 광년 이상 떨어진 별은 연주 시차가 너무 작아 측정이 어려우므로 별의 밝기 등을 이용하여 거리를 구한다.
- 별까지 거리의 단위: 별까지의 거리를 나타낼 때는 주로 pc(파섹)을 사용한다. 1pc은 연주 시차가 1초각($\frac{1}{3600}$ 도)일 때의 거리를 의미하며, 약 3.26광년에 해당한다.



(2) 일상적 규모: 자, 레이저 거리 측정기, GPS 등의 도구를 활용한다.

- ① 레이저 이용: 레이저가 물체에서 반사되어 되돌아오는 시간과 빛의 속도를 이용하여 길이를 구한다. @ 달과 지구 사이의 거리 측정, 지형 측량, 건축 설계에서 거리 측정 등
- ② GPS 위치 추적: 시간과 거리 측정을 통해 실시간 위치를 파악하고 내비게이션 등 다양한 분야에 활용한다.

(3) 작은 규모: 현미경을 사용하며, 전자 현미경은 나노미터(nm) 단위까지 정밀한 관찰이 가능하다.

- ① 광학 현미경: 렌즈의 배율을 이용하여 세포의 길이를 측정한다.
- ② 전자 현미경: 원자와 같은 규모의 길이를 측정하며, 세포보다 작은 규모의 길이를 측정하기 위해 X선이나 전자선을 이용하기도 한다.

3. 시간 측정의 현대적 방법

(1) 시간 측정 방법의 발전

- ① 초기에는 해의 움직임과 물의 흐름을 이용한 시계를 제작했다.
- ② 진자 시계의 개발로 더 정확한 시간 측정이 가능하게 되었다.
- ③ 현재에는 세슘 원자시계를 만들어 더 높은 정확도로 시간 측정이 가능하게 되었다.
- ④ 최근에는 입자가속기로 수소 분자를 통과하는 짧은 시간도 측정할 수 있게 되었다.

(2) 시간 측정의 현대적 방법

- ① 매우 짧은 시간: 펨토초 레이저 등을 이용하여 극도로 짧은 시간을 측정하며, 원자와 분자의 운동과 같은 초고속 현상을 분석한다.
- ② 일상적 시간: 원자시계를 이용하여 정확한 표준 시간을 측정한다.
- ③ 우주적 시간: 적색 편이 등을 통해 우주의 초기 사건부터 현재까지의 시간을 측정한다.

4. 시간, 공간의 측정과 과학자들의 노력

- (1) 작은 규모부터 큰 규모까지 자연 현상을 설명할 수 있게 되었다.
- (2) 시간과 공간을 배경으로 우주를 대상으로 한 관찰과 측정은 과학의 기초가 되며, 일상생활에도 활용된다.

확인하기 정확한 길이를 측정하기 위해 정확한 (관측)이 매우 중요하다.

용어 정리

- 규모: 자연 현상을 설명하기 위해 필요한 시간과 공간
- 미시세계: 인간의 감각으로 관찰할 수 없는 물질의 세계
- 거시세계: 인간의 감각으로 관찰할 수 있는 물질의 세계

탐구 활동

조사 토의

교과서 2쪽

창의적 사고 능력 의사소통과 협업 능력 과학 태도

미시세계와 거시세계의 물체의 크기에 따른 차이점 분석하기

탐구 열기

스테인드글라스는 색유리를 이어 붙여 만든 장식용 판유리로, 건물의 창이나 천장을 장식한다. 투명한 유리에 금속 물질을 섞어 녹이면 금속의 종류에 따라 다양한 색의 유리로 바뀐다. 이때 금속 물질이 녹아 있는 유리는 원래 금속의 색과는 다른 색을 띤다. 그 까닭은 무엇일까?



목표

미시세계와 거시세계의 물체의 크기에 따른 차이점을 분석할 수 있다.

! 학습 윤리

- 조사한 자료의 출처를 밝히고 자료를 왜곡하지 않는다.

▶ 플라즈몬 공명 현상

빛이 금속 나노 입자에 닿을 때 입자 표면에 있는 전자들이 빛과 함께 진동하면서 빛과 특별하게 상호작용하여 특정 색의 빛만 반사하거나 투과하여 특정한 색을 띠게 된다. 이러한 현상을 플라즈몬 공명 현상이라고 한다.

준비물

- 스마트 기기 참고 자료

조사하기

- 스마트 기기나 참고 자료를 이용하여 스테인드글라스를 만드는 유리에 섞은 금속의 종류, 유리에 섞기 전 금속의 색, 금속을 섞은 후 유리의 색을 각각 조사해 보자. **예시 답안**

유리에 섞인 금속	금속의 색	금속을 섞은 후 유리의 색
예 금	노란색	빨간색
구리	붉은색	청록색
은	은색	노란색

- 스테인드글라스를 만드는 유리에 금속을 섞은 후 금속의 색이 달라지는 까닭을 조사해 보자.

예시 답안 금속 이온의 상태, 유리 내에서의 화학적 결합, 금속 이온이 유리에 섞인 후 구조적 변화 등이 발생했기 때문이다. 이로 인해 금속 이온이 빛과 상호작용하는 방식을 변화시켜 색상에 영향을 미친다.

토의하기

- 스테인드글라스를 만드는 유리에 섞은 금속의 크기에 따라 어떤 점이 달라지는지 이야기해 보자. **예시 답안** 금속 입자의 크기가 클수록 더 많은 빛을 흡수하고 반사하기 때문에 스테인드글라스의 색상이 더욱 짙어진다.
- 미시세계와 거시세계의 물체의 크기에 따라 어떤 차이점이 나타나는지 이야기해 보자. **예시 답안** 거시세계에서는 중력이 지배적인 힘이지만, 미시세계에서는 전기적인 상호작용이 중요한 역할을 한다. 또한 거시세계에서는 관성과 운동량 보존 법칙이 중요하고, 미시세계에서는 양자 역학적 현상이 중요하다. 열역학적 특징도 물체의 크기에 따라 달라지는데, 미시세계에서는 열 운반과 에너지 이동의 물리적 메커니즘이 다를 수 있다.

스마트워치와 같은 측정 장치를 이용하여 시간, 거리 등의 수치를 얻으면 어떤 장점이 있는지 이야기해 보자.

예시 답안 시간, 거리, 온도 등을 의견이나 추측없이 정확히 알 수 있다. / 다른 사람과 같은 기준으로 비교할 수 있다.

우리는 대상을 직접 측정하는 것이 불가능하거나 정확한 측정이 필요하지 않으면 어렵다. 일상생활에서 경험한 어림의 예를 이야기해 보자.

예시 답안 계량컵이나 계량 스푼이 없을 때 요리에 필요한 재료의 양을 종이컵으로 어림한다. / 손가락을 한 뼉씩 뺏아서 대략적으로 길이를 측정한다.



KEY POINT

1. 측정

- 미지의 양을 미리 정의한 기준과 비교하여 그 값을 결정한다.

2. 어림

- 정확한 측정이 어려운 경우, 이미 알고 있는 정보를 바탕으로 물리적인 양을 대략 가능할 수 있다.

3. 측정 표준

- 정확하고 일관성 있게 측정하여 재현하기 위해 기준이 되는 척도, 기기, 방법 등이 필요하다.

시험 미리보기

물리적인 양을 정확하게 측정하기 위한 도구를 구분하는 것이 중요하고, 주어진 정보를 바탕으로 어림하여 값을 도출하는 문제가 자주 출제된다.

1 측정

1. 측정 미지의 양을 미리 정의한 기준과 비교하여 그 값을 결정하는 과정으로, 단위가 비교의 기준이 된다.
2. 측정 도구 감각을 이용한 관찰은 정확하지 않기 때문에, 도구나 기기를 이용하여 정확하게 측정한다.

교과서 자료 파헤치기 측정 장치와 측정의 정밀도

교과서 27쪽

- 주방에서 사용하는 저울은 소수점 아래 1자리까지만 측정 가능하지만, 실험실에서 사용하는 분석용 저울은 소수점 아래 3자리 이상까지 측정할 수 있다.
- 일반적인 피펫은 눈금 하나의 단위가 mL이기 때문에, 1 mL 이하를 정밀하게 측정하기 어렵다. 하지만 마이크로 피펫을 사용하면, $\frac{1}{1,000}$ mL, 즉 1 μ L까지 정확하게 측정할 수 있다.

측정과 단위

측정의 정밀도에 따라 사용하는 단위가 달라진다. 같은 물리량인 거리를 측정하더라도, 킬로미터(km), 미터(m), 센티미터(cm), 밀리미터(mm), 마이크로미터(μ m), 나노미터(nm) 순으로 측정의 정밀도가 높아진다.

유효 숫자

측정 기구는 여러 가지 이유로 오차를 가지고 있기 때문에, 신뢰할 수 있는 숫자의 범위를 유효 숫자로 나타낸다. 1.2×10^{-2} g보다는 1.23×10^{-2} g이 더 정밀하게 무게를 측정하였음을 의미한다.



부피

밀리리터(mL) 단위를 사용하는 눈금 피펫

마이크로리터(μ L) 단위를 사용하는 마이크로 피펫

질량

그램(g) 단위를 사용하는 가정용 요리 저울

밀리그램(mg) 단위를 사용하는 분석용 저울

3. 측정의 정확도 같은 물리량을 측정하더라도, 도구에 따라 정확성이 달라진다. 더 정교한 도구를 이용하면 더 정확한 측정이 가능하다.

4. 측정 도구

- (1) 무게: 디지털 저울, 용수철저울, 양팔저울, 정밀 저울
- (2) 부피: 메스실린더, 부피플라스크, 피펫, 마이크로 피펫, 뷰렛
- (3) 길이: 자, 줄자, 레이저 거리 측정기, 워킹메타
- (4) 시간: 시계, 초시계, 메트로놈, 시간기록계
- (5) 온도: 알코올 온도계, 디지털 온도계, 적외선 온도계

2 어림

1. 어림 정확한 측정이나 계산없이 이용할 수 있는 정보를 바탕으로 물리량을 예상하거나, 물리량의 크기를 대략 가늠하는 것을 뜻한다.
2. 어림의 필요성 측정에 앞서 대략적인 물리량을 어림하는 것은 그것을 정확하게 측정하기 위한 도구나 기기를 선택하는 데 도움을 주어 효율성을 높여 준다.

교과서 자료 파헤치기 에라토스테네스의 어림 교과서 28쪽

에라토스테네스는 시에네에서 정오에 그림자가 없지만, 같은 시각 925 km 떨어진 알렉산드리아에서는 그림자의 각도가 7.2° 라는 것을 알았다. 지구가 완전한 구형이라고 가정하고, 원에서 중심각과 호의 길이가 비례한다는 원리를 이용하여 아래의 식을 세워서 지구의 둘레를 구했다.

$$7.2^\circ : 925 \text{ km} = 360^\circ : \text{지구의 둘레}$$

이렇게 계산한 지구의 둘레는 약 46,000 km로, 현재의 측정값인 40,075 km보다 조금 크지만 어림만으로 거의 정확한 값을 알아냈다.



확인하기 과학 탐구에서 측정과 어림이 필요한 이유는 무엇인가?

답 측정은 정확한 의사소통을 가능하게 하고, 어림은 부족한 정보로도 효율적으로 실제에 가까운 값을 예측하는 데 도움을 준다.

3 측정 표준

1. 측정 표준 산업 및 기술 분야에서 물리적 양의 측정 단위 또는 특정량의 값을 정의하고, 그것을 재현하기 위한 기준으로 사용되는 척도, 기기, 물질, 방법, 체계이다.
2. 측정 표준의 필요성 물품을 생산하는 과정에서 측정 표준이 없거나 부정확하면, 생산품이 서로 호환되지 않는 문제가 발생한다. 간단한 전자 제품도 구성 부품은 각기 다른 공장에서 생산되므로 모든 규격이 같아야 조립이 가능하고 정상적인 기능을 가질 수 있다.

측정의 효율성

보다 정밀한 측정을 위해서는 더 정교하고 비싼 장비를 사용해야 하고, 측정에 긴 시간이 필요한 경우가 많다. 시간적, 경제적 비용을 고려하여 무시해도 되는 수준을 설정하여 측정하는 것이 효율적이다.

스마트 기기로 측정

스마트 기기에는 다양한 센서가 있어서 기본적으로 빛의 밝기, 방향, 고도, 기울기 등을 측정한다. 별도의 애플리케이션을 설치하면 메트로놈, 음정 튜너, 심박수, 걸음 수 측정 장치로 사용할 수 있다.

어림을 잘 하는 방법

- 일상 속의 숫자나 비율에 관심을 가지고 대략적으로 암기해 두어야 한다.
- 어떤 물리량이 가지는 단위를 파악하고, 단위에 맞게 숫자들을 곱하고 나누는 방식을 적용한다.
- 정확한 숫자나 계산에 집착하지 말고, 12,000은 10,000과 같이 과감하게 근사치로 계산한다.

용어 정리

- 측정: 미지의 양을 미리 정의한 기준과 비교하여 그 값을 결정하는 과정
- 어림: 정확한 측정이나 계산 없이 이용할 수 있는 정보를 바탕으로 물리량을 예측하는 방법

일상생활에서 측정 표준이 활용되는 사례 탐색하기

탐구 열기

우리 일상생활에서는 측정 표준을 어떻게 활용하고 있을까?

준비를

스마트 기기 참고 자료

조사하기

1 측정 표준이 활용되는 다음 사례에서 한 가지를 선택한다.

! 학습 윤리

- 조사한 자료의 출처를 밝히고, 자료를 왜곡하지 않는다.

활동 TIP

- 스마트 기기에 식품, 의료, 요금 과목, 자동차, 환경, 과학기술과 같은 단어와 측정 표준을 함께 검색한다.
- 한국표준과학연구원 홈페이지 (<https://www.kriss.re.kr>)를 활용하면 다양한 측정 표준 사례를 수집할 수 있다.



예시 답안 자동차를 선택

2 1에서 선택한 사례에서 평소에 측정 표준과 관련하여 궁금했던 내용을 쓴다.

예시 답안 자동차의 계기판과 네비게이션의 속도가 다른데, 어느 것이 더 정확한지 궁금하다. 과속 단속은 어느 것을 기준으로 하는지 알고 싶다.

3 선택한 사례에서 정확한 측정의 필요성에 대한 자신의 생각을 정리한다.

예시 답안 정확한 자동차 속도의 측정은 교통사고로 인한 피해 및 안전뿐만 아니라, 과속 위반 여부를 결정하는 기준이 되기 때문에 법 집행의 신뢰성과도 밀접한 관련이 있다.

4 스마트 기기를 이용해 선택한 사례의 측정 표준을 검색한다.

예시 답안 나라표준 인증이라는 사이트를 찾을 수 있었고, 차량의 속도를 측정하는 원리에 대한 자료를 검색할 수 있었다.

5 선택한 사례와 관련하여 측정이 표준화되지 않았을 때 발생할 수 있는 문제를 조사한다.

예시 답안 자동차의 안전성 검사를 위한 충돌 실험의 신뢰성이 없어지고, 억울하게 과속으로 단속되는 운전자가 생길 수 있다.

정리하기

1 조사를 바탕으로 자신이 선택한 사례에서 측정 표준의 유용성과 필요성을 논증하는 글을 쓰고, 온라인 공유 플랫폼에 올려 보자.

예시 답안 식품 속 중금속 측정 표준의 유용성과 필요성

측정 표준에는 측정 단위, 허용 기준치, 표준화된 측정 절차, 표준 물질 등이 있다. 중금속 농도의 측정 단위는 mg/kg이며, 허용 기준치는 식품과 중금속의 종류에 따라 다르다. 이러한 허용 기준으로 중금속 함량이 적정 수준인지 확인하고, 표준화된 측정 절차로 실험 결과의 일관성을 보장하고 신뢰도를 높일 수 있다. 표준 물질은 중금속 함량을 정확히 알고 있는 물질로, 측정의 정확성과 신뢰성을 보장하는 데 사용된다. 중금속은 극히 적은 양으로도 인체에 해를 끼칠 수 있기 때문에 정확한 측정과 관리가 필요하다. 식품 속 중금속 함량을 측정하는 측정 표준은 식품의 안전성을 평가하고 소비자를 보호하는 데 매우 중요한 역할을 한다.

2 다른 친구의 글을 읽고 느낀 점을 댓글로 써 보자.

☞ 당도

당도계로 측정한 당도는 설탕물의 퍼센트(%) 농도와 같다.

더 알아보기

사회와 환경이 변화하고 과학기술이 발달하면서 추가로 필요하다고 생각하는 측정 표준은 무엇인지 그 까닭과 함께 써 보자.

예시 답안 인공지능의 성능 측정 표준, 새롭게 발견되는 오염물질이나 바이러스 농도 측정을 위한 표준 물질 등이 추가로 필요하다. 인공지능의 성능을 측정하는 측정 표준이 개발되어야 하는 까닭은 AI 시스템의 신뢰성, 공정성, 안전성의 평가와 보장이 필요하기 때문이다. 새로운 오염물질이나 바이러스의 농도를 측정할 적합한 표준 물질이 없다면 측정 결과의 정확성과 신뢰성을 보장할 수 없다. 따라서 새로운 측정 대상이 발견되면 이를 위한 표준 물질도 함께 연구되고 개발되어야 한다.



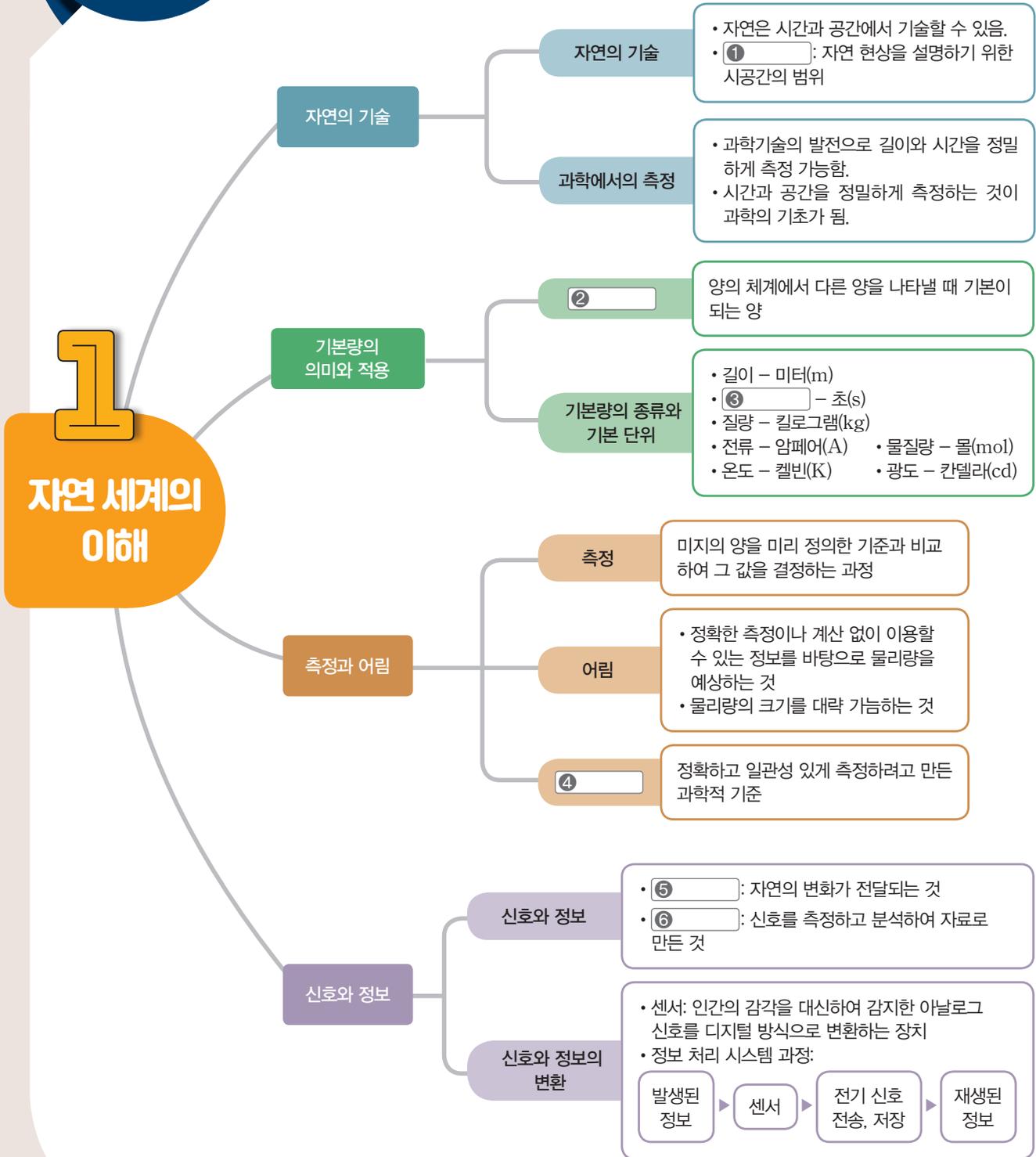
나의 탐구 돌아보기

자신이 활동한 과정과 결과를 스스로 평가해 보자.

항목	평가 기준	잘함	보통	부족
지식·이해	측정 표준의 유용성과 필요성을 논증할 수 있는가?			
과정·기능	측정 표준의 활용 사례를 조사할 수 있는가?			
가치·태도	조사할 때 신뢰성 있는 자료를 사용하고, 출처를 정확히 밝혔는가?			

중단원 스스로 정리하기

다음은 1. 자연 세계의 이해의 주요 개념과 다양한 개념 사이의 관계를 나타낸 것이다. 빈칸에 알맞은 말을 넣으면서 이 단원의 개념을 정리해 보자.



01 길이와 시간의 측정에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?

| 보기 |

ㄱ. 원자나 분자처럼 눈에 보이지 않는 규모의 물체는 측정할 수 없다.
 ㄴ. 멀리 있는 물체까지의 거리를 정확히 측정하려면 정확한 관측 정보가 필요하다.
 ㄷ. 원자에서 나오는 빛의 진동수를 이용하여 만든 원자시계로 시간을 정확하게 측정할 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

해설 ④ ㄱ. 원자나 분자처럼 작은 규모의 물체는 현미경과 같은

창의융합 도구를 이용하여 측정한다.

02 다음은 척도의 세 가지 요건이다.

- 접근성: 쉽게 구할 수 있어야 한다.
- 적합성: 목적에 적합한 규모여야 한다.
- 신뢰성: 튼튼하고 신뢰할 수 있어야 한다.

요리법을 설명할 때 종종 사용하는 ‘쫄’, ‘움큼’은 세 가지 요건을 모두 충족하는가? 만약 그렇지 않다면, 충족하지 못하는 요건을 선택하고, 그렇게 생각한 까닭을 설명해 보자. 이를 대신할 수 있는 기본 단위에는 어떤 것이 있는지 제시해 보자.

예시 답안 충족하지 못하는 요건은 ‘신뢰성’이다. 개인마다 손의 크기가 달라 움켜질 수 있는 양이 다르기 때문에 쫄이나 움큼은 신뢰성을 충족하지 못한다. 단위로는 kg이나 g가 적절하다.

03 측정과 어려움에 대한 설명으로 옳은 것만을 |보기|에서 있는 대로 고른 것은?

| 보기 |

ㄱ. 질량을 측정할 때 밀리그램(mg) 단위보다 그램(g) 단위를 사용하면 더 정밀한 측정을 할 수 있다.
 ㄴ. 어림은 효율적인 측정 도구와 측정 방법을 선택하는 데 도움이 된다.
 ㄷ. 측정 표준은 정확하고 일관성 있게 측정하려고 만들어졌다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

해설 ④ 작은 단위를 사용할수록 더 정밀하게 측정할 수 있다.

04 신호와 정보에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 신호는 자연에서만 발생한다.
- ② 디지털 신호는 연속적으로 변하는 값을 가진다.
- ③ 아날로그 신호는 0과 1의 두 가지 상태만 가진다.
- ④ 신호를 측정하고 분석해 쓸모 있는 자료로 만든 것을 정보라고 한다.
- ⑤ 센서를 이용하여 얻은 디지털 정보는 전송 과정에서 쉽게 손상된다.

해설 ④ ① 신호는 자연에서 발생하기도 하고 인위적으로 발생하기도 한다.

- ② 디지털 신호는 0과 1의 두 가지 상태를 가진다.
- ③ 아날로그 신호는 연속적으로 변하는 값을 가진다.
- ⑤ 디지털 정보는 전송 과정에서 거의 손상되지 않으며 오래 보존할 수 있다.

과학 글쓰기

05 다음은 센서에 대해 설명한 글이다.

감각은 신호를 받아들이는 중요한 역할을 한다. 감각의 범위를 넓힐 수 있으면 더 많은 정보를 만들 수 있다. 예를 들어 사람은 가시광선 영역만 볼 수 있지만, 뱀은 사람이 볼 수 없는 적외선 영역까지 인지할 수 있다.

최근에 활발하게 연구하고 있는 인공 망막이나 인공 달팽이관은 감각의 범위를 넓힐 수 있는 시각 센서와 청각 센서를 활용한 것이다. 이를 이용하면 인간의 시각으로 볼 수 없는 적외선, 자외선 등의 영역을 인지할 수도 있고, 인간의 청각으로 들을 수 없는 초음파를 감지할 수도 있다.

예시 답안 • 손에 시각 센서를 이식하여 침대 아래에 들어간 물건을 쉽게 찾을 수 있다.

- 귀에 청각 센서를 장착하여 돌고래와 대화를 할 수 있다.
- 헬스 매니지먼트 센서를 손목 내부 정맥에 넣어 혈당, 콜레스테롤, 전해질 수준, 호르몬 등 중요한 건강 지표를 실시간으로 측정한다.
- 중강 현실 시각 센서를 안구 주변에 넣어 길 찾기, 작업 지침 등의 유용한 정보를 실시간으로 사용자의 시야에 증강하여 제공할 수 있다.
- 신경 피드백 증강 센서를 두피 아래에 이식하여 뇌파 신호를 모니터링하여 집중력이 저하될 경우 알람을 보내줄 수 있다.



중단원 실전 문제

01 그림은 밀물과 썰물을 나타낸 것이다. 밀물과 썰물의 주기를 측정하여 해안 지역의 환경 변화를 연구하고, 해안선의 침식과 해수면 변화를 예측한다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 **보기**에서 있는 대로 고른 것은?



보기

- ㄱ. 지구 자전 속도에 따라 밀물과 썰물의 주기가 달라진다.
- ㄴ. 밀물과 썰물은 하루에 두 번 발생하는 현상으로, 달의 중력과 관련 있다.
- ㄷ. 밀물과 썰물의 주기를 이용하여 바다 생태계 변화와 환경 보호 대책을 세울 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 다음은 전자 현미경의 모습과 특징을 나타낸 것이다.

전자 현미경은 나노미터(nm) 수준의 미세 구조를 관찰할 수 있어 신소재 연구와 바이러스와 같은 생물의 연구에 중요한 도구가 되고 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 **보기**에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 전자 현미경은 주로 거시세계의 천체 관찰에 사용한다.
- ㄴ. 전자 현미경은 빛의 파장을 이용하여 나노 구조를 관찰하는 도구이다.
- ㄷ. 전자 현미경은 광학 현미경보다 배율이 높아 매우 작은 물체까지 관찰할 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 기본량과 기본 단위에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 넓이는 기본량이다.
- ② 온도의 기본 단위는 섭씨(℃)이다.
- ③ 질량의 기본 단위는 그램(g)이다.
- ④ 압력은 파스칼(pa)을 기본 단위로 하는 기본량이다.
- ⑤ 전류는 전하량에 시간을 곱한 값이므로 기본량이 아니다.

04 측정과 측정 표준에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 각도기로 각도를 재는 것은 측정이다.
- ② 측정은 인간의 감각 기관만을 이용한다.
- ③ 측정은 자연 현상을 정량적으로 수치화하는 방법이다.
- ④ kg보다 g 단위를 측정하는 것이 더 정확한 측정이다.
- ⑤ 측정 표준에 따라서 제품을 생산해야 다른 공장에서 만든 제품과 호환된다.

05 어림에 대한 설명으로 옳은 것만을 **보기**에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 어림을 통해 측정 표준을 정한다.
- ㄴ. 어림으로 제품을 생산하여 제품 간 호환성을 높인다.
- ㄷ. 어림을 통해 측정에 필요한 도구를 효율적으로 선택할 수 있다.
- ㄹ. 도구를 이용하여 정확한 물리량을 구하는 것을 어림이라고 한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄴ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄹ

06 그림은 제주도에서 전통적으로 집에 사람이 있는지, 외출 중인지를 알리는 장치인 정낭을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 **보기**에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 정낭은 물리적 신호를 통해 정보를 전달하는 장치이다.
- ㄴ. 정보는 신호와 다르게 의미가 없는 단순한 변화이다.
- ㄷ. 신호는 자연의 변화를 전달하는 것이며, 이를 측정하고 분석하여 자료로 만든 것이 정보이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

서술형 문제

07 미시세계와 거시세계는 그 크기와 관찰 방법에 차이가 있다. 미시세계와 거시세계의 개념을 정의하고, 각각을 관찰할 때 주로 사용되는 장비를 서술하십시오.

08 타이어 회사가 지름 17인치의 타이어를 생산해 달라는 주문을 받았다. 공장의 모든 기계의 수치들이 국제표준규격 단위로 표시되어 있다. 타이어를 생산하기 전에 꼭 필요한 정보가 무엇인지 서술하십시오.

대단원 스스로 정리하기

질문으로 정리하기

이번 단원에서 배운 학습 요소를 활용하여 창의적인 질문을 만들고, 각자 만든 질문을 친구와 바꾸어 답을 작성해 보자.

- | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 길이 | <input type="checkbox"/> 시간 | <input type="checkbox"/> 규모 | <input type="checkbox"/> 기본량 |
| <input type="checkbox"/> 단위 | <input type="checkbox"/> 측정 | <input type="checkbox"/> 어림 | <input type="checkbox"/> 측정 표준 |
| <input type="checkbox"/> 신호 | <input type="checkbox"/> 정보 | <input type="checkbox"/> 센서 | |

1

예시 초기 측정 도구는 인체였으며, 일상생활에서 흔히 접하는 사물도 측정 단위로 사용했다. 길이, 시간, 무게 등의 단위로 사용할 수 있는 인체나 일상생활의 사물은 무엇이 있을까?

- 예시**
- 길이 단위: 발, 손, 손가락, 곡식 등
 - 시간 단위: 맥박 수, 해의 위치, 그림자 길이 등
 - 무게 단위: 쌀, 옥수수, 보리 등

2

예시 답안
일상에서 흔히 사용하는 '가깝다'와 '멀다'의 개념을 보다 정확하게 표현하기 위해 사용할 수 있는 단위와 측정 도구에는 무엇이 있을까?

- 예시 답안**
- 길이 단위: m(미터), km(킬로미터)
 - 측정 도구: 자
 - 활용한 예: "집에서 학교까지의 거리는 2 km이다." 길이 단위인 'km'를 사용하여 집에서 학교까지의 거리를 정확하게 제공할 수 있다.

3

예시 답안
자연에서 발생하는 연속적인 신호를 아날로그 신호라고 하고, 아날로그 신호를 센서를 이용하여 불연속적인 신호로 만든 것을 디지털 신호라고 한다. 일상생활에서 볼 수 있는 아날로그 신호와 디지털 신호에는 무엇이 있을까?

- 예시 답안**
- 아날로그 신호: 라디오 방송, 아날로그 시계, 알코올 온도계 등
 - 디지털 신호: 디지털 음악(MP3), 디지털 시계, 컴퓨터 데이터 등

실생활
적용하기

01 일상생활에서 신체를 이용하여 물질의 양을 측정하는 사례를 찾고, 이를 국제단위계의 기본 단위로 바꾸어 표현하시오.

예시 답안

- 간식으로 해바라기씨 한 움큼을 먹었다. (한 움큼 → 15 g)
- 내 책상 너비는 다섯 뼘 정도다. (다섯 뼘 → 0.75 m)

실생활
실천하기

02 자는 일상생활에서 볼 수 있는 길이를 측정하는 도구이다.

(1) 30 cm 측정용 자, 15 cm 이하 측정용 자, 줄자 등 자를 3종류 이상 준비하고 1 cm의 크기를 비교하시오.

예시 답안

1 cm의 크기는 모두 같다.

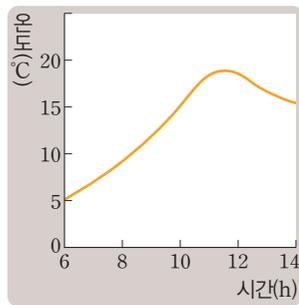
(2) (1)에서 비교한 값에 차이가 있을 때 어떤 문제가 발생할지 유추하고 해결 방법을 쓰시오.

예시 답안

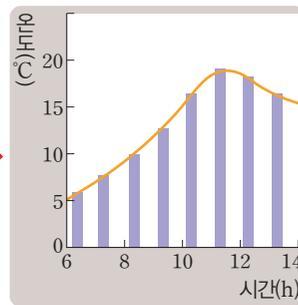
만약 단위의 크기가 측정 도구에 따라 달라진다면 옷, 나무, 종이 등을 재단할 때 도구에 따라 다른 길이로 재단된다. 이를 해결하려면 표준 길이를 나타내는 기준자를 만들고, 수시로 측정 도구를 표준 길이에 맞추어 조정한다.

교과
연계하기

03 그림 (가)는 아날로그 온도 정보를 기록한 것이고, 그림 (나)는 이 온도를 디지털 온도 정보로 바꾼 것이다.



(가)



(나)

(1) 아날로그 온도 정보를 디지털 정보로 바꾸는 과정에서 원래의 정보를 정확하게 기록하려면 어떻게 해야 하는지 쓰시오.

예시 답안

디지털 정보로 바꾸는 지점의 수를 늘린다.

(2) 현대 사회에서 디지털 방식을 사용하여 정보를 기록하는 까닭은 무엇인지 쓰시오.

예시 답안

디지털 정보로 바꾸면 정보를 복사하고 재생할 때 오차가 적다. 또한, 정보 전송이 편리하고 정보를 오래 보관할 수 있다.



04 다음은 어느 학생이 쓴 일기이다.

아침에 시계 알람 소리에 잠이 깼다. 커튼 사이로 번쩍거리는 번개 불빛이 보이더니 잠시 후 ‘쿵쿵’ 천둥소리가 났다. 밖에 비가 오나 보다.

아침을 먹는데 누나가 “번개 불빛이 비치자마자 바로 천둥소리가 나는 걸 보니 상당히 가까운 곳에서 벼락이 치는 것 같아. 학교 갈 때 조심해야겠다.”라고 말했다.

학교에 가려고 새로 산 교복 바지를 입다가 바짓단이 너무 짧게 줄여져 있는 것을 발견했다. 한 뼘만 줄여달라고 했는데 왜 이렇게 짧아졌는지 모르겠다.

(1) 이 글에서 신호 2가지를 찾아보고, 그 신호에 해당하는 정보를 각각 쓰시오.

예시 답안	신호	정보
	알람소리	일어날 시간
	번개 불빛, 천둥소리	비가 오고 있음.
	번개 불빛과 천둥소리 사이에 걸린 시간	가까운 곳에서 벼락이 치고 있음.

(2) 측정 표준을 사용해야 하는 까닭을 이 글의 바짓단을 줄이는 사례를 이용하여 서술하시오.

예시 답안

한 뼘이라는 단위는 사람 손의 크기에 따라 모두 길이가 다르다. 즉, 바지 길이를 한 뼘만 줄여달라고 하면, 줄이는 사람 손의 크기에 따라 전체 길이가 달라지게 된다. 그러므로 측정 표준을 사용하면 정확한 정보를 전달할 수 있다.

나의 학습 돌아보기

단원에서 학습한 내용을 스스로 확인해 보자.

학습 내용	확인
• 다양한 규모의 자연을 기본량과 단위를 이용하여 기술한 사례를 설명할 수 있는가?	<input type="checkbox"/>
• 자연의 변화를 측정할 때 측정 표준의 유용성과 필요성을 논증하고, 측정 결과를 분석하여 디지털 정보로 변환하는 기술이 현대 문명에 미치는 영향을 설명할 수 있는가?	<input type="checkbox"/>
• 다양한 방법으로 정보를 수집했는가?	<input type="checkbox"/>
• 다양한 방법으로 의사소통하고, 과학 지식을 활용하여 의사결정했는가?	<input type="checkbox"/>
• 학습한 내용을 실생활에 적용했는가?	<input type="checkbox"/>
• 조사한 자료의 출처를 밝히고, 자료를 왜곡하지 않았는가?	<input type="checkbox"/>

실제와 다르게 사용하고 있는 전류 방향의 표준



프랭클린(Franklin, B., 1706~1790)이 전하를 (+)와 (-)로 구분하고, 갈바니(Galvani, L., 1737~1798)와 볼타(Volta, V. A., 1745~1827)가 전류를 발견한 이래 지금까지 전류의 방향은 (+)극에서 (-)극으로 이동한다고 정의하고 있다. 전류의 방향은 관습적인 이유로 양(+전하를 기준으로 결정되었다. 1897년 톰슨(Thomson, J. J., 1856~1940)이 전자를 발견하고, 전류의 흐름이 전자와 관련있다는 것을 알게 된 후 전류의 방향을 수정해야 하는지 논란이 되었다. 하지만 여러 가지 이유로 전류의 방향과 전자의 이동 방향을 각각 다르게 사용하게 되었고, 현재 전류의 방향은 (+)극에서 (-)극으로, 전자의 이동 방향은 (-)극에서 (+)극으로 정의하고 있다.

조사하기

전자의 발견 이후에도 기존의 전류 방향을 수정하지 않고 그대로 사용하는 까닭을 조사해 보자.



예시 답안 1800년 볼타 전지가 발명되면서 전류의 방향은 (+)극에서 (-)극으로 흐른다고 정의하였다. 그러나 1897년 영국의 물리학자 톰슨이 전자의 존재를 발견하면서, 전류가 실제로는 (-)극에서 (+)극으로 이동하는 전자의 흐름이라는 사실이 밝혀졌다. 이 발견으로 전류의 방향을 전자의 이동 방향과 동일하게 수정해야 한다는 논의가 있었으나, 그렇게 할 경우 기존의 전기와 관련된 과학 법칙을 모두 수정해야 하는 문제가 생겼다. 과학자들은 이러한 혼란을 피하고자 전류의 방향을 예전 정의대로 (+)극에서 (-)극으로 유지해도 문제가 없다고 판단하였다. 그 결과 전류의 이동 방향은 전자의 이동 방향과 반대로 규정되었다. 오늘날에도 이 약속에 따라 전류와 전

토의하기 자의 방향은 서로 반대로 정의되고 있다.

'지금이라도 전류의 방향을 전자의 이동 방향으로 결정해야 한다.'는 주장이 있다면 자신의 입장을 정리하고, 합리적으로 어떻게 결정할지 친구들과 토론해 보자.



예시 답안 • 찬성: 과학적 주장의 타당성은 언제나 현상에 대한 관찰에 근거하고 과학 이론에 대한 신뢰는 현상들의 관계를 얼마나 잘 설명하는가에 달려 있다. 톰슨의 실험에 의해 전자가 발견되었고, 이것이 전류의 실체라면 객관적 근거에 따라 전류의 방향은 전자의 방향으로 수정되어야 한다.

• 반대: 과학은 불가피하게 사회적 가치와 관점을 반영하게 된다. 새로운 과학 이론이 현상을 잘 설명하고 있다고 하더라도 그것이 사회적 혼란을 일으킬 수 있다면, 객관적 사실을 해치지 않는 선에서 사회적 혼란을 줄일 수 있는 타협안을 찾아야 한다.

논술하기

전자의 발견 이후에도 전류의 방향을 수정하지 않은 사례로부터 사회와 과학의 관계를 논술해 보자.

예시 답안 사회는 과학을 통해 발전하고, 과학도 사회적 요인을 통해 발전한다. 이와 같은 상호작용으로 과학을 정의할 때는 과학자들이 수행하는 활동과 산물 뿐만 아니라 구성원의 합의와 같은 사회적 요인, 과학에 영향을 미치고 있는 사회 문화적 요인들도 고려해야 한다.

톰슨에 의한 전자의 발견은 과거의 연구 결과로 결정된 전류의 방향을 수정해야 하는 상황을 만들었다. 그러나 과학계에서는 이전과 동일하게 전류의 방향은 (+)극에서 (-)극으로 이동한다는 정의를 유지했으며, 이와 함께 전자의 이동은 (-)극에서 (+)극으로 이동한다는 양립할 수 없는 결정을 하였다. 이러한 결정은 전류의 방향을 수정했을 때 발생하는 사회적 처리 비용과 혼란 상황을 방지하기 위한 것이라고 생각된다. 과학 이론의 사회적 합의를 포함한 과학과 사회의 상호작용을 고려하였을 때 일련의 상황은 과학이 가지고 있는 본성에 맞게 진행되었다고 볼 수 있다. 이와 같은 사례를 통해서 과학 발전은 사회와 긴밀한 상호작용을 통해 이루어진다는 것을 확인할 수 있다.



대단원 실전 문제

01 미시세계에 대한 설명으로 옳은 것만을 **보기**에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 미시세계는 인간의 눈으로 직접 볼 수 있는 세계를 포함한다.
- ㄴ. 미시세계는 분자와 원자와 같은 매우 작은 물질로 구성된다.
- ㄷ. 미시세계를 관찰할 때 전자 현미경이나 X선 등을 주로 사용한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

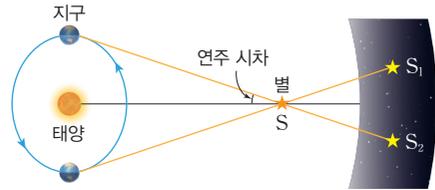
02 거시세계에 대한 설명으로 옳은 것만을 **보기**에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 거시세계는 인간의 눈으로 직접 관찰할 수 있는 물체들을 포함한다.
- ㄴ. 거시세계는 은하나 별과 같은 큰 단위의 규모를 말한다.
- ㄷ. 거시세계를 연구할 때에는 전자 현미경을 주로 사용한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림은 연주 시차를 나타낸 것으로, 연주 시차는 거시 세계에서 별과 같은 천체까지의 거리를 측정하는 데 사용한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 **보기**에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 연주 시차는 가까운 별의 거리 측정에 유용하다.
- ㄴ. 연주 시차는 지구의 자전으로 인해 발생하는 별의 위치 변화이다.
- ㄷ. 지구가 태양 주위를 공전하면서 발생하는 각도 차이를 이용한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 기본량, 측정 도구, 기본 단위의 연결이 옳은 것은?

기본량	측정 도구	기본 단위
① 길이	손가락	뿔
② 광도	조도계	cd
③ 전류	전류계	C
④ 질량	비중계	g
⑤ 부피	피펫	m ³

05 정확한 측정을 위한 방법에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 광센서는 빛을 감지하여 빛의 세기를 수치화할 수 있다.
- ② 전자 현미경으로 수백만 분의 1m의 크기도 정확하게 측정할 수 있다.
- ③ 시간을 정확하게 측정하기 위해서 세슘 원자로 만든 시계를 이용한다.
- ④ 현미경으로 얻은 사진 속 물체를자로 정확하게 측정하면 실제 물체의 길이와 같다.
- ⑤ g 단위를 측정할 수 있는 아날로그 저울은 kg 단위를 측정할 수 있는 디지털 저울보다 더 정확하다.

06 다음 중 100 kg에 가장 가깝게 어림한 물건은 무엇인가?

- ① 사과 10개 ② 자전거 2대
- ③ 비행기 1대 ④ 자동차 2대
- ⑤ 쌀 한 가마

07 기본 단위에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 부피를 나타내는 기본 단위는 몰(mol)이다.
- ② 압력을 나타내는 기본 단위는 기압(atm)이다.
- ③ 미국에서는 길이의 기본 단위로 마일(mile)을 사용한다.
- ④ 기본 단위의 조합으로 표현되는 단위는 기본 단위가 아니다.
- ⑤ 섭씨(°C)의 1도 간격이 켈빈(K)과 같기 때문에 온도의 기본 단위로 사용해도 된다.

08 다음은 어느 해안가의 날씨 자료이다.

풍향	북서	수온	22.0 °C
풍속	40.7 km/h	최대 파고	3.7 m
기압	1017.3 hPa	평균 파고	1.4 m
습도	70 %	파 주기	7.1 s
기온	14.1 °C	파향	서북서

기본 단위로 표현된 기상인자만을 바르게 고른 것은?

- ① 풍향, 파향
- ② 풍속, 기압
- ③ 습도, 기온, 수온
- ④ 최대 파고, 평균 파고, 파 주기
- ⑤ 기온, 수온, 최대 파고, 평균 파고, 파 주기

09 다음을 참고하여 2 mile을 국제단위계의 기본 단위로 정확하게 나타낸 것은?

- 미국에서는 거리를 mile을 사용하여 표현한다.
- 1 mile은 1,760 yard이다.
- 1 yard는 3 feet이다.
- 1 feet는 12 inch이다.
- 1 inch는 2.54 cm이다.

- ① 3,000 m
- ② 3,220 m
- ③ 10,560 feet
- ④ 322,000 cm
- ⑤ 126,720 inch

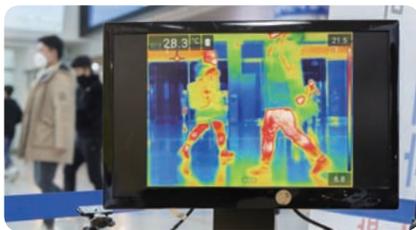
10 유리구슬의 밀도를 어렵하고자 할 때, 필요한 정보를 보기에서 모두 고른 것은?

보기

- ㄱ. 유리구슬의 대략적인 온도
- ㄴ. 유리구슬의 대략적인 무게
- ㄷ. 유리구슬의 대략적인 지름

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11 그림은 열화상 카메라를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 열화상 카메라는 빛을 직접 받아 물체의 온도를 측정한다.
- ㄴ. 열화상 카메라는 감지된 온도를 소리로 전환하여 표시한다.
- ㄷ. 열화상 카메라는 적외선을 감지하여 온도를 색상으로 표현한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12 아날로그 신호와 디지털 신호에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 아날로그 신호는 0과 1의 두 가지 상태만 가진다.
- ㄴ. 디지털 신호는 연속적인 신호를 나타내며, 손실이 많다.
- ㄷ. 아날로그 신호는 연속적인 변화를 나타내며, 디지털 신호는 0과 1로 표현된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13 그림은 정전 센서를 이용한 터치스크린을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 정전 센서는 온도 변화를 감지하여 전기 신호로 변환한다.
- ㄴ. 정전 센서는 소리의 크기에 따라 전기 신호를 생성한다.
- ㄷ. 정전 센서는 손가락이 닿을 때 전기 신호의 변화를 감지하여 작동한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14 시간과 공간의 측정 기술은 미시세계와 거시세계 연구에 필수적이다. 미시세계와 거시세계에서 시간과 공간을 측정하는 방식의 차이를 서술하시오.

15 토리첼리는 수은 760 mm가 가하는 압력이 대기압과 같음을 실험을 통해 증명하였다. 수은의 밀도는 13.6 g/mL이다. 다음의 정보를 이용하여 수은 760 mm가 가하는 압력을 국제단위계의 기본 단위의 조합으로 표시하시오.

- 압력은 힘을 면적으로 나눈 값이다.
- 힘은 질량과 가속도의 곱으로 나타낸다.
- 중력 가속도는 9.8 m/s^2 이다.

16 **보기**는 농구공의 크기에 대한 내용이다.

보기

- ㄱ. 농구공의 둘레를 손가락으로 재었더니, 4뼘이 조금 안되네.
- ㄴ. 계산기가 없으니, 원주율은 대략 3으로 계산하자.

16-1 **보기**의 정보 외에 농구공의 부피를 어렵하기 위해서 가장 필요한 정보를 쓰시오.

16-2 **보기**와 16-1의 정보를 바탕으로 농구공의 부피를 구하는 방법을 서술하시오.

17 아날로그 신호와 디지털 신호는 각각 다른 특성과 장단점을 가지고 있으며, 현대 정보 통신에 중요한 역할을 한다. 아날로그 신호와 디지털 신호의 차이 점을 설명하고, 정보 전달 과정에서 각각 어떻게 활용되는지 서술하시오.
