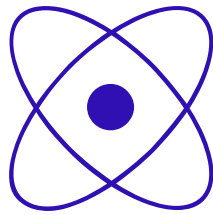
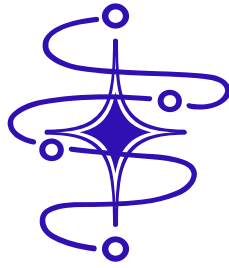
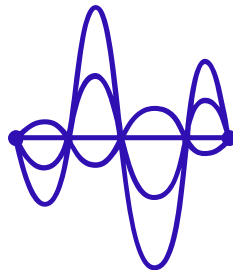
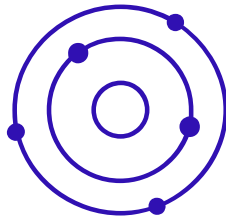


P



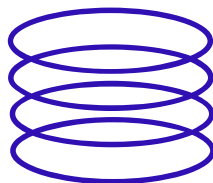
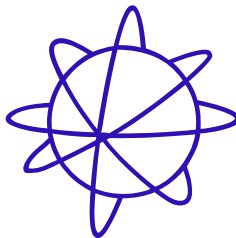
R

I



M

E



R

통합과학 I

Primer 통합과학 1

지은이 안 호 원
an-howon@naver.com

문제·해설 검토자 서 윤 영

문서 디자인 38
38espresso@gmail.com

제작 검토 Prime
www.contentsprime.com

표지 디자인 마고

목 차

Chapter 1. 과학의 기초 (1)

Theme 1

시간과 공간 08 p

Theme 2

기본량과 단위 19 p

Chapter 2. 과학의 기초 (2)

Theme 3

측정과 측정 표준 29 p

Theme 4

신호와 정보 38 p

목 차

Chapter 3. 물질과 규칙성 (1)

Theme 5

우주 초기에 생성된 원소 46 p

Theme 6

별의 진화와 원소의 생성 66 p

Chapter 4. 물질과 규칙성 (2)

Theme 7

원소의 주기성 82 p

Theme 8

화학 결합과 물질의 성질 96 p

목 차

Chapter 5. 물질과 규칙성 (3)

Theme 9

지각과 생명체를 구성하는 물질 112 p

Theme 10

물질의 전기적 성질 127 p

Chapter 6. 지구 시스템

Theme 11

지구 시스템의 구성요소 138 p

Theme 12

지구 시스템의 상호작용 153 p

Theme 13

지권의 변화와 판 구조론 164 p

목 차

Chapter 7. 역학 시스템

Theme 14

중력을 받는 물체의 운동 184 p

Theme 15

역학 시스템과 안전 199 p

Chapter 8. 생명 시스템

Theme 16

생명 시스템과 화학 반응 (1) 213 p

Theme 17

생명 시스템과 화학 반응 (2) 229 p

Theme 18

생명 시스템에서 정보의 흐름 240 p

목 차

- - - - -

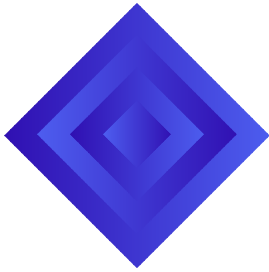
정답과 해설 254 p

- - - - -

Primer

통합과학 I

Chapter 1. 과학의 기초 (1)



Theme 01 : 시간과 공간

과학을 하기 위해서는 자연에서 일어나는 다양한 현상 및 물체들을 관찰할 필요가 있습니다. 그런데, 측정 대상이 되는 현상이나 물체들의 규모는 매우 큰 차이가 있을 수 있으므로 측정 방법 또한 달라져야 합니다.

과학의 기초 = 자연 세계의 규모를 고려한 관찰

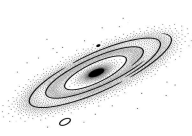
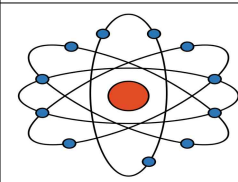
여기서 말하는 규모는 자연 현상을 설명하는 데 필요한 시간과 공간의 범위를 의미합니다. 크게 시간 규모와 공간 규모로 나눌 수 있습니다.

시간 규모

안드로메다은하의 수명처럼 100억 년에 달하는 긴 시간부터, 세슘 원자가 한 번 진동하는 $\frac{1}{9,192,631,770}$ 초의 찰나까지 광범위하다.

공간 규모

미시 세계의 물질인 원자나 분자에서부터 22만 광년(약 67kpc)에 달하는 안드로메다은하의 지름에 이르기까지 광범위하다.

시간 규모	나이 100억 년	평균 수명 80년	1회 진동 $\frac{1}{9,192,631,770}$ 초
자연 현상	안드로메다 은하	사람	세슘
			
공간 규모	지름 22만 광년 (약 67 kpc)	키 약 1~2m(미터)	원자 반지름 260 pm(피코미터)

미시 세계와 거시 세계

자연 세계는 크게 미시 세계와 거시 세계로 구분할 수 있습니다.

미시 세계는 사람의 눈으로 직접 볼 수 없는 아주 작은 세계이며, 세포, 분자, 원자 등이 그 예입니다. 이 세계를 관찰하려면 현미경과 같은 특수한 장비가 필요하며, 특히 원자나 분자 수준에서는 우리가 일상에서 경험하는 것과는 다른 방식으로 물질의 구조와 운동을 설명해야 합니다.

반면, 거시 세계는 우리가 일상적으로 경험하는 크기에서부터 행성, 별, 은하와 같은 우주적인 규모에 이르는 세계입니다. 이 세계에서 일어나는 물체의 운동은 뉴턴 역학으로 설명할 수 있으며, 멀리 떨어진 천체는 망원경을 통해 관측합니다.

과학은 이처럼 규모가 크게 다른 두 세계를 함께 탐구하며, 자연에 대한 이해를 깊이 있게 확장해 왔습니다.

2. 규모에 따른 측정 방법의 비교

시간과 길이를 측정할 때에는 대상의 규모에 따라 측정 방법을 달리해야 합니다. 예를 들어, 우주처럼 큰 규모의 거리를 측정하려면 연주시차나 별의 밝기와 같은 관측 정보를 정확하게 측정하여 거리를 계산해야 합니다.

반면, 세포, 분자, 원자처럼 매우 작은 미시 세계를 관찰하려면 현미경의 도움이 필수적입니다. 세포 수준에서는 광학 현미경을 사용하며, 분자나 원자처럼 더 작은 대상은 전자 현미경을 사용해야 관찰할 수 있습니다.

이처럼 과학자들은 시간과 공간의 다양한 규모를 정밀하게 측정하기 위해 끊임 없이 노력해 왔으며, 이러한 노력은 인간의 사고 범위를 더욱 넓히는 데 크게 이바지해 왔습니다.

연주시차란?

연주시차는 지구가 태양 주위를 공전함에 따라 나타나는 별의 겉보기 위치 변화를 이용한 값입니다. 지구가 태양을 사이에 두고 공전 궤도의 반대쪽에 놓이는 6개월 간격으로 같은 별을 관측하면, 아주 멀리 있는 배경 별은 위치가 거의 변하지 않는 데 비해 가까운 별은 위치가 조금 달라져 보입니다. 이때 나타나는 위치 변화 각도의 절반을 연주시차라고 합니다.

연주시차를 알면 삼각법을 이용하여 별까지의 거리를 계산할 수 있습니다. 연주시차가 1"(초)인 별까지의 거리를 1 pc(파섹)으로 정하며, 별까지의 거리(pc)는 연주시차(")에 반비례합니다. 즉, 연주시차가 작을수록 지구에서 별까지의 거리는 더 멉니다.

어떻게 별의 밝기를 통해 거리를 알 수 있을까?

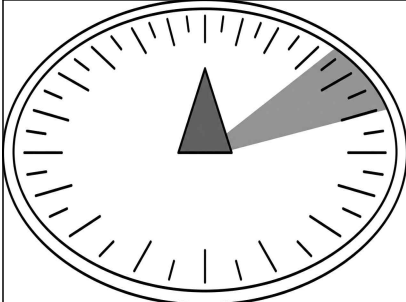
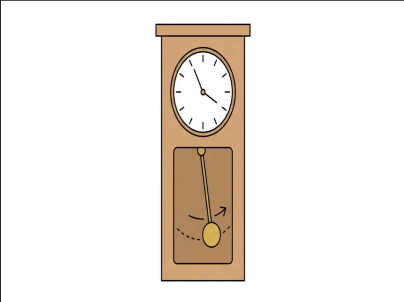
우리 눈에 보이는 별의 밝기, 즉 겉보기 밝기는 거리의 제곱에 반비례합니다. 이는 별에서 나오는 빛이 모든 방향으로 퍼져 나가기 때문입니다. 거리가 멀어질수록 같은 양의 빛이 더 넓은 면적에 퍼지게 되는데, 이 면적은 거리의 제곱에 비례합니다. 따라서 같은 별이라도 멀리 있을수록 어둡게 보입니다.

한편 별을 모두 같은 거리(10 pc)에 두었다고 가정했을 때의 밝기를 절대 밝기라고 하며, 절대 밝기는 별이 실제로 내는 빛의 양에 따라 정해지므로 거리에 관계없이 일정합니다. 따라서 어떤 별의 절대 밝기를 알아내고 겉보기 밝기를 측정하여 둘을 비교하면, 그 별이 기준 거리보다 얼마나 멀리 있는지를 계산할 수 있습니다.

3. 시간과 길이 측정, 그리고 과학의 발전

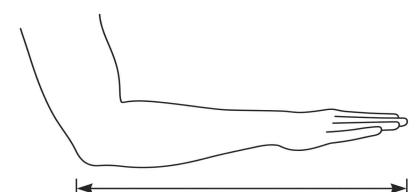
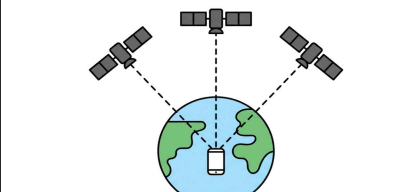
① 시간 측정의 발전

- 우리나라에서는 15세기에 해와 달 같은 천체 현상의 주기성을 앙부일구(해시계)로 측정하거나, 흐르는 물의 규칙성을 자격루(물시계)로 측정하여 시간을 측정하였습니다.
- 17세기에는 진자의 주기적인 운동을 통해 더욱 정확한 시간 측정이 가능해졌습니다.
- 현대에는 세슘 원자가 흡수하거나 방출하는 전자기파(빛)가 9,192,631,770번 진동하는 데 걸리는 시간을 1초로 정하여 시간을 측정합니다. 이 원리를 이용한 원자시계는 수천만 년에 1초 정도의 오차만 생길 만큼 정밀합니다.

천체 현상을 통한 시간 측정	진자의 움직임을 통한 시간 측정
	

② 길이 측정의 발전

- 고대부터 중세까지 사람들은 주로 몸의 일부를 기준으로 길이를 측정했습니다. 손가락의 폭을 기준으로 한 디지트(digit)와 인치(inch), 걸음의 폭을 기준으로 한 페이스(pace), 팔꿈치에서 가운데손가락 끝까지의 길이를 기준으로 한 큐빗(cubit) 등이 그 예입니다. 이러한 단위는 사람마다 기준이 달라 정확한 측정이 어려웠습니다.
- 18세기 말에 미터법이 도입되면서 누구나 같은 기준으로 길이를 측정할 수 있게 되었고, 정밀한 자와 같은 도구를 통해 이전보다 훨씬 엄밀한 측정이 가능해졌습니다.
- 현대에는 레이저 거리 측정기로 레이저 빛이 진행한 시간을 측정하여 거리를 계산하거나, 위성 위치 확인 시스템(GPS)을 이용하여 정밀한 위치를 측정할 수 있게 되었습니다. 또한 전자 현미경을 이용하면 원자나 분자 수준의 매우 작은 길이도 측정할 수 있습니다. 오늘날 1 m는 빛이 진공에서 1/299,792,458초 동안 진행한 거리로 정해져 있는데, 이처럼 정확한 거리 측정은 정확한 시간 측정을 바탕으로 이루어집니다.

큐빗(Cubit)	위성 위치 확인 시스템(GPS)
	

이처럼 과거부터 현대에 이르기까지 과학자들은 시간과 공간의 다양한 규모를 정확히 측정하기 위해 끊임없이 노력해 왔으며, 이러한 노력은 인류가 미시 세계부터 거시 세계에 이르기까지 다양한 자연 현상을 이해하는 기반이 되었습니다.

마지막으로 아래 체크리스트를 통해 단원 학습 내용을 확인해봅시다.

- ✓ 규모의 의미를 알고, 과학에서 시간과 공간의 규모를 고려하여 관찰하는 것의 중요성을 안다. (○ / △ / ×)
- ✓ 규모에 따른 측정 방법을 비교할 수 있다. (○ / △ / ×)
- ✓ 시간과 길이 측정의 발전 과정을 설명할 수 있다. (○ / △ / ×)
- ✓ 측정 규모의 확장과 과학의 발전이 어떻게 함께 이루어졌는지 이해할 수 있다. (○ / △ / ×)

Theme 01 : 빈칸 채우기 문제

1. 자연 현상을 설명하는 데 필요한 시간과 공간의 범위를 ()라고 한다.
2. 규모는 크게 () 규모와 () 규모로 나눌 수 있다.
3. 자연 세계는 크게 () 세계와 () 세계로 구분된다.
4. 세포는 () 현미경으로 관찰하며, 이보다 작은 분자나 원자는 () 현미경으로 관찰한다.
5. 과거에는 해, 달 등 천체의 ()인 현상을 이용하여 시간을 측정했다.
6. 현대에는 () 원자에서 흡수 또는 방출하는 빛의 진동수를 이용한 원자 시계를 사용한다.
7. 지구가 태양 주위를 공전함에 따라 나타나는 별의 겉보기 위치 변화 각도의 ()을 ()라고 한다.
8. 연주시차가 작을수록 지구에서 별까지의 거리는 더 ().
9. 별의 () 밝기는 거리의 제곱에 ()한다.
10. 레이저 빛을 이용한 길이 측정 장치는 물체에 빛을 쏘아 반사되어 돌아오는 데 걸리는 ()와/과 빛의 ()을/를 이용하여 길이를 알아낸다.

정답: 1. 규모 2. 시간, 공간 3. 미시, 거시 4. 광학, 전자 5. 주기적 6. 세습

7. 절반, 연주시차 8. 멀다 9. 겉보기, 반비례 10. 시간, 속력

Theme 01 : 실전 적용 문제

01

다음은 자연 세계를 설명하는 시간과 공간에 대해 학생 A, B, C가

대화한 내용이다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는대로 고른 것은?

- ① A
- ② C
- ③ A, B
- ④ B, C
- ⑤ A, B, C

Theme 01 : 실전 적용 문제

02

다음은 자연 세계의 공간 범위에 대한 설명이다.

- 세포, 분자, 원자와 같은 ㉠을 관찰하려면 현미경의 도움이 필수적이다.
- 우주와 같은 ㉡의 거리를 측정하기 위해서는 연주시차나 별의 밝기와 같은 관측 정보를 정확히 측정하여 계산할 수 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. ㉠은 미시 세계, ㉡은 거시 세계이다.
- ㄴ. 공간 범위의 규모는 ㉠이 ㉡보다 작다.
- ㄷ. 식물세포와 안드로메다 은하의 지름을 측정할 때는 다른 측정 방법을 이용해야 한다.

- ① ㄴ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Theme 01 : 실전 적용 문제

03

시간 측정의 발전 과정에 대한 설명으로 옳지 않은 것만을

<보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 17세기에는 진자의 주기적인 운동을 이용한 시계가 만들어졌다.
- ㄴ. 현대에는 세슘 원자에서 나오는 소리의 진동수를 이용한 원자시계를 사용한다.
- ㄷ. 앙부일구와 같은 해시계는 17세기에 처음 제작되어 천체 현상의 주기성을 이용해 시각을 측정하였다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Theme 01 : 실전 적용 문제

04

길이와 시간의 측정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

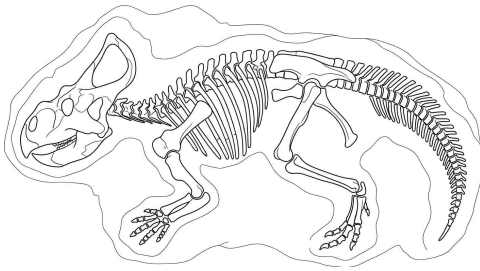
- ① 물시계는 일정하게 흘러내리는 물의 양을 이용하여 시간을 측정한다.
- ② 광학 현미경으로 관찰할 수 없는 미시 세계의 구조를 전자 현미경으로 관찰할 수 있다.
- ③ 위성 위치 확인 시스템(GPS)은 위성에서 보낸 전파의 세기를 측정하여 위성과 수신기 사이의 거리를 구한다.
- ④ 초음파가 물체에 반사되어 되돌아오는 데 걸린 시간을 이용하면 물체까지의 거리를 구할 수 있다.
- ⑤ 원자시계와 같이 시간을 정밀하게 측정하는 장치가 개발되면서 빛을 이용한 거리 측정의 정확도도 높아졌다.

Theme 01 : 실전 적용 문제

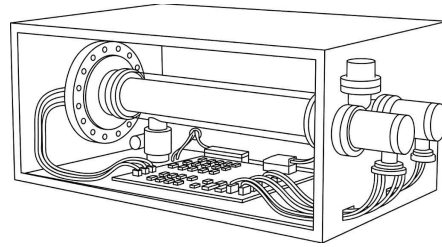
05

그림 (가)는 공룡의 화석 연대 측정을, 그림 (나)는 원자시계를

나타낸 것이다.



(가)

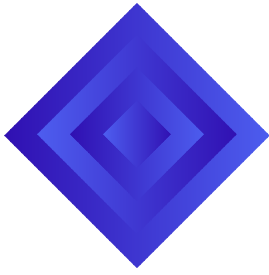


(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. (나)는 (가)보다 긴 시간 규모를 측정하는 데 이용된다.
- ㄴ. (가)의 연대를 측정하는 방법으로 매우 짧은 시간도 정확하게 잴 수 있다.
- ㄷ. (가)와 (나)는 모두 일정한 비율로 반복되거나 진행되는 현상을 기준으로 삼아 시간을 측정한다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



Theme 02 : 기본량과 단위

1. 기본량과 유도량

우리가 통합과학에서 학습할 물리량에는 기본량과 유도량이 있습니다. 기본량은 말 그대로 가장 기본이 되는 물리량으로, 다른 물리량을 활용하여 표현할 수 없는 고유한 물리량입니다.

기본량의 종류에는 시간, 길이, 질량, 온도, 광도, 전류, 물질량으로 총 7개가 있습니다. 이러한 기본량들을 조합하여 유도해 낸 물리량을 유도량이라고 합니다. 예를 들어, 속력은 이동한 거리(길이)를 걸린 시간으로 나눈 값이므로 두 기본량을 결합해 만든 유도량입니다. 물체에 작용하는 힘 또한 질량(kg)과 가속도(m/s^2)를 곱한 값으로 나타내는 유도량입니다.

2. 기본량의 단위

기본량을 구분하기 위해서는 각 기본량마다 고유한 단위를 사용하여 표현해야 합니다. 그 단위는 국제도량형총회에서 정한 국제단위(SI)를 사용하여 나타냅니다. 아래의 기본량과 단위를 암기해봅시다.

기본량	시간	길이	질량	온도	광도	전류	물질량
단위	s(초)	m(미터)	kg (킬로그램)	K(켈빈)	cd(칸델라)	A(암페어)	mol(몰)

매우 크거나 작은 값을 나타낼 때는 위의 기본량 단위에 의미를 더해 주는 접두어를 사용합니다. 예를 들어, m(미터) 외에도 cm(센티미터), km(킬로미터)처럼 단위 앞에 접두어를 붙여 사용합니다. 이를 통해 우리는 100,000 m를 100 km로 간단히 표기할 수 있습니다. 아래 단위의 접두어를 암기해 봅시다.

접두어	p (피코)	n (나노)	μ (마이크로)	m (밀리)	c (센티)	d (데시)	da (데카)	h (헥토)	k (킬로)	M (메가)	G (기가)	T (테라)
의미	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10	10^2	10^3	10^6	10^9	10^{12}

3. 기본량의 이용

그렇다면 우리는 이러한 기본량을 어떻게 이용할 수 있을까요? 일상생활에서 사용하는 부피, 속력, 농도, 배터리 용량, 미세 먼지 농도 등 수많은 단위는 기본량의 단위를 조합하여 만듭니다.

예를 들어, 부피(m^3)는 가로 길이(m)·세로 길이(m)·높이(m)를 곱하여 유도합니다. 이로써 부피는 물체가 공간에서 차지하는 크기임을 나타냅니다. 속력(m/s)은 이동한 거리(m)를 걸린 시간(s)으로 나누어 유도하며, 이는 단위 시간 동안 물체가 이동한 거리를 의미합니다.

농도 중에서는 질량 퍼센트 농도가 자주 사용됩니다. 질량 퍼센트 농도(%)는 전체 용액의 질량에 대한 용질의 질량 비율에 100을 곱해 나타냅니다. 100을 곱하는 이유는 퍼센트가 백분율을 의미하기 때문입니다. 추가로, 단위 부피에 들어 있는 용질의 질량을 나타내는 질량 농도는 kg/m^3 와 같은 단위로 표현합니다.

이러한 단위들은 과학 기술의 발전에 따라 의미가 더 명확해지고 타당하게 수정되기도 하며, 새로운 물리량이 발견되면 이를 표현하기 위한 단위가 추가되기도 합니다. 예를 들어, 19세기에 발전기와 전기 조명이 발명된 이후 전류를 정확히 나타낼 필요가 커졌고, 그 결과 20세기 중반에 전류가 기본량으로 추가되어 암페어(A)라는 단위를 사용하게 되었습니다.

단위가 없는 물리량이 존재할까?

질량 퍼센트 농도는 [용질의 질량 / 용액의 질량]의 과정을 통해 구합니다. 이때 나누는 두 값의 단위가 모두 질량의 단위이므로 서로 약분되어, 이 값에는 단위가 남지 않습니다. 질량 퍼센트 농도를 표시할 때는 이 값에 100을 곱한 다음, 다시 %를 붙여 나타냅니다. 여기서 %는 1/100을 의미하므로, 100을 곱하고 %를 붙이는 것은 원래의 값을 그대로 나타내는 것과 같습니다. 이처럼 같은 종류의 물리량끼리 나누어 얻은 값은 단위를 갖지 않습니다.

마지막으로 아래 체크리스트를 통해 단원 학습 내용을 확인해봅시다.

- ✓ 기본량과 유도량의 의미를 알고 구분하여 사용할 수 있다. (○ / △ / ×)
- ✓ 기본량의 단위와 단위의 접두어에 대해 설명할 수 있다. (○ / △ / ×)
- ✓ 기본량을 이용하여 유도량을 유도해낼 수 있다. (○ / △ / ×)

Theme 02 : 빈칸 채우기 문제

1. 과학에서는 기본량 중 ()의 단위로 s를 사용한다.
2. kg, g, mg은 ()의 단위이다.
3. 광도의 단위는 ()이다.
4. 국제도량형총회에서 정한 표준화된 단위 체계를 ()라고 한다.
5. 다른 물리량을 활용해 표현할 수 없는 가장 기본이 되는 고유한 물리량을 ()이라 하고, 이를 조합해 유도하는 물리량을 ()이라 한다.
6. 부피는 기본량 중 ()의 개념을 이용해 설명할 수 있다.
7. 속력은 기본량 중 ()와/과 ()을/를 조합하여 나타낸다.
8. 전기 조명 등의 발명으로 전류를 정확히 나타낼 필요가 커지면서 20세기 중반에 기본량으로 추가된 물리량의 단위는 ()이다.
9. 질량 농도의 단위는 ()이다.
3. 10^{-3} 을 의미하는 단위의 접두어는 (), 10^{-6} 을 의미하는 단위의 접두어는 ()이다.

정답: 1. 시간 2. 질량 3. 칸델라(cd) 4. 국제단위계(SI) 5. 기본량, 유도량 6. 길이
7. 길이, 시간 8. 암페어(A) 9. kg/m^3 10. 밀리(m), 마이크로(μ)

Theme 02 : 실전 적용 문제

06

다음은 기본량에 대해 학생 A, B, C가 대화한 내용이다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는대로 고른 것은?

- ① A
- ② C
- ③ A, B
- ④ B, C
- ⑤ A, B, C

Theme 02 : 실전 적용 문제

07

다음은 과학의 물리량 X에 대한 설명이다.

- 단위 시간동안 물체가 이동한 거리를 나타내는 물리량이다.
- m/s, km/h 등의 단위로 나타낸다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. X는 속력이다.
- ㄴ. X는 기본량에 해당한다.
- ㄷ. 같은 크기의 X를 km/h로 나타낸 값은 m/s로 나타낸 값의 3.6배이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Theme 02 : 실전 적용 문제

08

다음과 같은 자연의 기본량을 측정하려 한다. (가)와 (나)에서

측정하려는 기본량의 표준화된 단위를 옳게 짝지은 것은?

(가) 수산화나트륨 수용액의 온도 측정
(나) 산소 원자의 지름 측정

	(가)	(나)
①	%	ms
②	K	m
③	K	ms
④	m	s
⑤	%	m

Theme 02 : 실전 적용 문제

09

다음은 현대 사회에서 제공하는 대기 환경 정보에 대한 자료이다.

구분	정보
미세 먼지(PM-10)	$30\mu\text{g}/\text{m}^3$
초미세 먼지(PM-2.5)	$8\mu\text{g}/\text{m}^3$
오존(O_3)	0.025ppm

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 미세 먼지와 오존의 농도는 단위가 같다.
ㄴ. 자연에서 얻은 신호를 측정·분석하여 디지털 정보로 나타낸 것이다.
ㄷ. 이 대기 5 m^3 에 들어 있는 미세 먼지와 초미세 먼지의 질량의 합은 190 μg 이다.

- ① ㄱ
② ㄷ
③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Theme 02 : 실전 적용 문제

10

표는 자동차 실험 결과 보고서의 일부를 나타낸 것이다.

구분	(가)	(나)
자동차 연비(km/L)	24.3	27.6
차내 습도(%)	49	49
최대 속도(m/s)	60.3	55.2

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

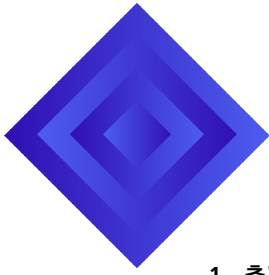
- ㄱ. 최대 속력은 유도량이다.
- ㄴ. (가)에 비해 (나)의 자동차 연비가 높은 것은 차내 습도와 관련이 있다.
- ㄷ. (나)의 자동차가 최대 속력으로 1분 동안 이동한 거리는 3.5 km보다 크다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Primer

통합과학 I

Chapter 2. 과학의 기초 (2)



Theme 03 : 측정과 측정 표준

1. 측정

만약 우리가 차가운 물에 손을 몇 분간 담고 있다가 미지근한 물에 손을 담그면, 그 물을 따뜻하다고 느낄 것입니다. 이처럼 우리의 감각 기관을 통해 물체와 현상을 관찰하는 것은 주위 환경과 관찰자의 상황 및 컨디션에 영향을 받습니다.

과학 탐구에서는 이처럼 부정확한 관찰이 결과의 신뢰성을 떨어뜨리므로, 감각 기관을 통한 관찰에는 한계가 있다고 봅니다. 과학에서의 측정이란 '미지의 양을 미리 정의한 기준과 비교하여 그 값을 결정하는 과정'입니다.

쉽게 말하면, 어떤 대상이 가진 물리량을 이전에 정해진 기준과 비교해 단위를 붙여 나타내는 과정입니다. 앞서 1장 시간과 공간에서도 설명했듯이, 측정 목적에 따라 측정 도구와 범위를 다르게 설정합니다. 그러면 당연히 측정에 사용하는 단위도 달라지게 됩니다. 예를 들어, 용액의 양이 조금만 달라져도 결과에 큰 차이가 생기는 실험에서는, mL 단위의 눈금 피펫 대신 마이크로리터(μL) 단위의 마이크로피펫을 사용합니다.

양을 측정할 때

=> 적절한 측정 단위와 측정 도구를 사용해야 한다.

측정하는 양이 측정 도구의 눈금과 정확하게 일치하지 않는 경우

=> 최소 눈금의 1/10까지 어렵하여 읽는다.

2. 어림

만약 측정 대상에 맞는 측정 도구가 없더라도, 정확한 측정이나 계산 없이 이용할 수 있는 정보만으로 물리량의 크기를 가늠할 수 있다면 어림을 사용할 수 있습니다.

이를 위해서는 해당 측정과 관련된 경험이 필요하며, 적절한 도구와 단위로 정확히 측정한 경험이 많을수록 어림값 또한 더욱 정확해집니다.

측정 도구가 있는 경우에도 어림을 사용합니다. 측정 도구에는 최소 눈금이 있어 측정하려는 값이 눈금과 정확히 일치하지 않는 경우가 많기 때문입니다. 예를 들어, 자나 눈금실린더로 측정할 때는 최소 눈금의 1/10까지 눈금 사이의 값을 어림하여 읽습니다. 이렇게 어림하여 읽은 마지막 자릿수는 관찰자에 따라 달라질 수 있으므로, 측정값에는 항상 어느 정도의 불확실성이 포함됩니다.

이처럼 어림은 측정에 필요한 측정 도구와 측정 방법을 결정하는 데 도움을 주어 효율적인 측정 계획과 수행을 돕습니다. 또한 미리 어림한 값과 실제 측정값을 견주어 보면, 측정이 제대로 이루어졌는지 판단할 수 있습니다.

3. 측정 표준

측정 표준이란, 물리량의 정확하고 일관된 측정을 위해 만든 과학적 기준입니다. 그 종류로는 측정 단위, 측정 방법, 측정 도구, 표준물질이 있습니다.

① 측정 단위에 대한 예시

국제단위계(SI)에서 시간의 기본 단위인 초는 세슘 원자가 흡수하거나 방출하는 빛의 진동수를 기준으로 정의합니다. 즉, 이 빛이 9,192,631,770번 진동하는 데 걸리는 시간을 1초로 정합니다. 길이의 기본 단위인 미터는 빛이 진공에서 1/299,792,458초 동안 이동한 거리를 기준으로 정의합니다.

이처럼 초와 미터는 자연 현상에 기반한 매우 정확하고 일관된 기준으로 정의되어 있어, 전 세계에서 동일하게 사용할 수 있는 측정 단위를 제공합니다.

② 표준물질에 대한 예시

표준물질은 성분과 특성이 정확히 알려진 물질입니다. 측정의 정확도를 높이기 위해 사용되며, 실험이나 분석에서 기준 역할을 합니다. 예를 들어, 혈액 검사에서는 성분의 농도가 명확히 알려진 표준 혈청이 검사 기기의 정확성을 검증하는 데 사용됩니다. 또한, 금속의 순도 검사에서는 고순도 금속 시료가 표준물질로 활용됩니다. 이처럼 표준물질 덕분에 다양한 실험과 측정에서 신뢰할 수 있는 결과를 얻을 수 있습니다.

③ 미터원기가 측정 표준이 되지 못한 까닭

측정 표준은 모든 측정의 기준이 되므로, 다른 조건에 따라 변하지 않는 값으로 정의되어야 합니다. 그 때문에 온도, 압력 등 주변 환경에 따라 달라지는 기준으로 측정 표준을 설정하면 여러 문제점이 발생합니다.

대표적으로, 미터원기는 과거 미터를 정의하기 위해 만든 국제 표준 실물 자로, 백금과 이리듐의 합금으로 만들어진 막대였습니다. 하지만 이 원기는 손상이나 변형, 온도 변화 등에 의해 길이가 조금씩 변할 수 있어 측정의 정확성과 일관성을 유지하기 어려웠습니다.

그래서 현재는 빛이 진공에서 $\frac{1}{299,792,458}$ 초 동안 이동한 거리를 1미터로 정의하는 방법을 사용합니다. 이 방식은 어디에서나 일정한 빛의 속력에 기반하고 있어 변하지 않으므로, 전 세계 어디서나 동일한 기준으로 사용할 수 있다는 점에서 미터원기보다 훨씬 우수합니다.

4. 측정 표준의 활용

측정 항목	활용 예시	사용된 측정 표준
시간	스마트폰 시계 동기화	세슘 원자의 진동수를 기준으로 한 초
길이	건축물, 가구 제작, 자동차 부품 생산	빛의 속력으로 정의된 미터
무게 (질량)	식품 포장 중량 표시	킬로그램 원기 또는 플랑크 상수 기반 정의
온도	실내 온도 조절, 폭염주의보 안내, 음식 조리 등	섭씨 온도 기준, 국제 온도 표준
전기	전자제품 전력 사용량 측정	국제 전기 단위 표준 (암페어, 볼트)
농도	혈액 검사, 음료 성분 분석	표준 물질을 이용한 정확한 농도 측정
소리	공사장의 소음 측정	사람의 귀에 들리는 가장 작은 소리를 0으로, 10배 커지면 10dB, 100배 커지면 20dB로 설정

마지막으로 아래 체크리스트를 통해 단원 학습 내용을 확인해봅시다.

- ✓ 측정과 어림의 의미와 그 필요성을 이해한다. (○ / △ / ×)
- ✓ 측정 표준을 측정 단위, 측정 방법, 측정 도구, 표준물질로 구분하여 설명할 수 있다.
(○ / △ / ×)
- ✓ 측정 표준이 활용되는 분야에 대해 설명할 수 있다. (○ / △ / ×)

Theme 03 : 빈칸 채우기 문제

1. 감각 기관을 이용해 측정하면 ()과 ()에 영향을 받는다.
2. 어떤 대상이 가진 물리량을 미리 정해진 기준과 비교해 단위를 붙여 나타내는 과정을 ()이라고 한다.
3. 측정 도구 없이 현재 알고 있는 정보를 활용해 그 양을 대략 가늠하는 것을 ()이라고 한다.
4. 측정하는 양이 측정 도구의 눈금과 정확히 일치하지 않을 때는 ()의 1/10까지 어림하여 읽는다.
5. 전자저울 없이 물의 질량을 어림하여 담으려면 물의 ()와/과 컵의 ()를 어림해야 한다.
6. 물리량의 정확하고 일관된 측정을 위해 만든 과학적 기준을 ()이라고 하며, 그 종류에는 측정 단위, 측정 방법, 측정 도구, ()이 있다.
7. s(초)는 () 원자가 흡수하거나 방출하는 빛이 특정 횟수만큼 진동하는 데 걸리는 시간을 기준으로 정한 단위이다.
8. 1 m는 ()이/가 진공에서 1/299,792,458초 동안 이동한 거리로 정의된다.
9. 과거 미터의 기준이었던 ()는 손상이나 () 변화에 의해 길이가 조금씩 변할 수 있어 측정 표준으로 사용하기 어려웠다.
10. 성분과 특성이 정확히 알려져 있어 실험이나 분석에서 기준 역할을 하는 물질을 ()이라고 한다.

정답: 1. 주위 환경, 관찰자의 상황(컨디션) 2. 측정 3. 어림 4. 최소 눈금 5. 밀도, 부피
6. 측정 표준, 표준물질 7. 세슘 8. 빛 9. 미터원기, 온도 10. 표준물질

Theme 03 : 실전 적용 문제

11

다음은 측정 표준에 대해 학생 A, B, C가 대화한 내용이다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A
- ② C
- ③ A, B
- ④ B, C
- ⑤ A, B, C

Theme 03 : 실전 적용 문제

12

어림에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 반올림은 어림에 해당하지 않는다.
- ㄴ. 어림은 측정값의 의미를 비교할 수 있게 하여 새로운 지식의 생산을 돕는다.
- ㄷ. 물 100g을 어림하기 위해서는 물의 밀도를 알지 않아도 된다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

Theme 03 : 실전 적용 문제

13

측정 표준에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 측정 표준을 통해 나타낸 물리량은 신뢰성을 가진다.
- ② 미터원기는 측정 표준으로 적합하지 않다.
- ③ 사람들 간 원활한 의사소통을 가능하게 한다.
- ④ 자동차 도로의 과속 단속 장비는 자동차의 속력을 km/s 단위로 측정한다.
- ⑤ 산업, 의료, 우주 항공 분야 등에 활용되고 있다.

Theme 03 : 실전 적용 문제

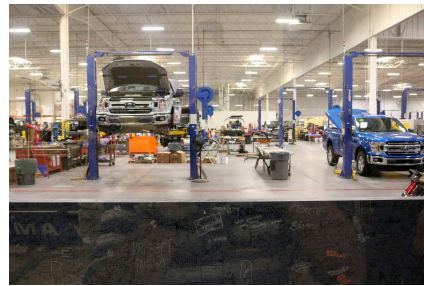
14

그림 (가), (나)는 일상 생활에서 측정 표준이 활용되는 사례를

나타낸 것이다.



(가)

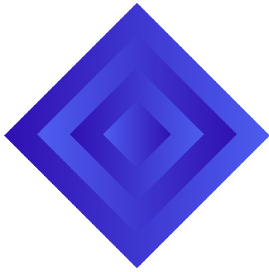


(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. (가)에서 사용하는 속도의 단위는 m/s이다.
- ㄴ. (나)에서는 길이, 질량, 부피 등의 측정 표준을 활용한다.
- ㄷ. (가)와 (나)에서 모두 측정 표준을 통해 원활한 의사소통을 가능하게 하고 있다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ



Theme 04 : 신호와 정보

1. 신호

신호란, 관찰자를 둘러싼 자연의 변화가 전달되는 것을 의미합니다.

파동 형태로 전달되는 신호	지진파, 빛, 소리
전기 형태로 전달되는 신호	전압이나 전류의 변화 (컴퓨터 회로, 통신 케이블, 신경의 전기신호)
그 외의 신호	힘, 압력, 온도 등

신호 측정/분석 예시

- 체온을 측정해 건강 상태를 알 수 있다.
- 우주배경복사를 통해 우주의 생성 과정을 연구할 수 있다.
- 지진파를 측정하고 분석해 지구 내부의 상태를 알 수 있다.

2. 정보

이러한 신호들은 그 자체로는 의미 있는 형태가 되지 않습니다. 이를 측정하고 분석하여 의미를 찾을 수 있게 만든 것이 정보입니다. 정리하자면, 우리는 감각 기관과 여러 측정 도구를 통해 자연의 신호를 수집하며, 이를 측정하고 분석하여 정보로 변환합니다. 이렇게 얻어진 정보는 일상생활에서 유용하게 이용됩니다.

3. 신호와 정보의 변환

신호는 크게 아날로그 신호와 디지털 신호로 구분할 수 있습니다.

아날로그 신호는 값이 연속적으로 변하는 신호로, 빛, 소리, 온도 등 자연에서 발생하는 대부분의 신호가 여기에 속합니다. 예를 들어, 온도는 시간이 지남에 따라 연속적이고 부드럽게 변하는 값을 가집니다. 온도는 띄엄띄엄한 몇 개의 값만 가지는 것이 아니라, 무한히 많은 중간값을 가질 수 있습니다.

디지털 신호는 0과 1의 이진수 형태로 나타낸 불연속적인 신호로, 컴퓨터가 인식할 수 있는 신호입니다. 자연계에서 발생한 아날로그 신호를 컴퓨터에서 이용하려면 디지털 신호로 변환하는 과정이 필요합니다.

이 과정의 첫 단계를 담당하는 것이 센서입니다. 센서는 인간의 감각 기관과 같은 역할을 하며, 자연에서 감지한 신호를 전기 신호로 변환합니다. 대부분의 전자 기기는 센서에서 수집한 아날로그 전기 신호를 일정한 시간 간격으로 나누어 측정한 뒤, 각각의 값을 이진수로 표시하여 디지털 신호로 저장합니다.

이렇게 만들어진 디지털 신호는 잡음의 영향을 덜 받으므로, 원래의 정보를 그대로 유지한 채 저장하고 복사·편집·전송하기에 유리합니다.

센서의 이름은 감지하는 신호의 종류에 따라 광센서(빛 감지), 압력 센서(압력 감지), 초음파 센서(초음파 감지), 가속도 센서(가속도 감지), 화학 센서(특정 화학 물질 감지) 등으로 나뉩니다.

광센서	사람의 체온 정도의 물체는 적외선을 방출하므로 이를 감지하는 체온계의 적외선 센서
가속도 센서	스마트폰의 화면 회전을 조정하는 가속도 센서는 관성을 통해 작동
초음파 센서	자동차의 범퍼에는 초음파를 발생시키고 이가 되돌아오는 신호를 감지해 장애물을 감지
정전 센서	화면에 손이 닿았을 때 변환되는 전기신호를 감지

4. 디지털 기술과 현대 문명

오늘날 사람들은 인터넷과 스마트폰을 이용해 공간적, 시간적 한계를 뛰어넘고 있습니다. 시간과 장소의 제약 없이 전 세계 사람들과 의사소통하고 정보를 교환할 수 있습니다. 또한 센서로 수집하여 디지털 신호로 바꾼 정보를 컴퓨터가 빠르게 처리할 수 있게 되면서, 이전에는 오랜 시간이 걸리던 복잡한 작업도 신속히 처리할 수 있게 되었습니다.

활용	은행 및 금융	의료	교육	교통
설명	인터넷 뱅킹과 같은 디지털 금융이나 상품 구매 서비스를 이용할 수 있다	원격 진료로 환자에게 실시간으로 맞춤형 처방을 할 수 있다	전자책, 교육 앱 등으로 시공간에 구애받지 않고 교육받을 수 있다	무인 드론, 자율주행 기술 등으로 운전자 없이 상품 배송이 가능하다

5. 최신 디지털 기술의 종류

빅데이터	대규모의 복잡한 데이터를 고속으로 수집·저장·처리하여 통계 분석, 패턴 인식, 예측 모델링을 수행하는 기술
사물 인터넷 (IoT)	센서와 네트워크를 통해 물리적 사물을 인터넷에 연결해 실시간 데이터 교환 및 자동 제어를 가능하게 하는 분산 시스템
인공지능 (AI)	기계학습, 신경망, 딥러닝 등을 활용해 데이터를 기반으로 지능적 의사결정과 문제 해결을 수행하는 컴퓨팅 기술

마지막으로 아래 체크리스트를 통해 단원 학습 내용을 확인해봅시다.

- ✓ 신호와 정보의 의미와 그 차이를 설명할 수 있다. (○ / △ / ×)
- ✓ 아날로그 신호와 디지털 신호의 차이를 알고, 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 센서의 기능을 설명할 수 있다. (○ / △ / ×)
- ✓ 디지털 기술이 현대 문명에 가져온 변화를 설명할 수 있다.
(○ / △ / ×)

Theme 04 : 빈칸 채우기 문제

1. ()는 자연계의 변화가 전달되는 것이며, 이를 측정하고 분석하여 의미를 찾을 수 있게 만든 것을 ()라고 한다.
2. 연속적으로 변하는 값을 가지는 신호로, 자연에서 발생하는 빛, 소리 등은 ()이다.
3. 컴퓨터에서 인식할 수 있는 신호로, 0과 1의 () 형태로 표시되는 ()인 신호를 디지털 신호라고 한다.
4. 센서는 자연에서 감지한 신호를 () 신호로 변환하며, 이는 인간의 ()과 같은 역할이다.
5. 대부분의 전자 기기는 센서에서 수집한 아날로그 전기 신호를 일정한 () 간격으로 나누어 측정하고, 각각의 값을 ()로 표시해 디지털 신호로 저장한다.
6. 디지털 신호는 아날로그 신호에 비해 ()의 영향을 덜 받으므로, 저장과 복사·편집·전송에 유리하다.
7. 화면에 손이 닿았을 때 달라지는 전기적 성질을 감지하는 센서를 ()라고 한다.
8. 비접촉식 체온계는 물체가 온도에 따라 방출하는 ()을 감지하여 체온을 측정한다.
9. 여러 사물에 센서와 통신 기능을 넣어 인터넷으로 연결함으로써, 사물끼리 실시간으로 정보를 주고받으며 스스로 제어할 수 있게 하는 기술을 ()이라고 한다.
10. 매우 많은 양의 데이터를 빠르게 수집·저장·분석하여 규칙을 찾고 앞으로의 일을 예측하는 기술을 ()라고 한다.

정답 1. 신호 정보 2. 아날로그 신호 3. 이진수 불연속적 4. 전기 감각 기관 5. 시간 이진수
6. 집음 7. 정전 센서 8. 적외선 9. 사물인터넷(IoT) 10. 빅데이터

Theme 04 : 실전 적용 문제

15

다음은 센서에 대해 학생 A, B, C가 대화한 내용이다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A
- ② C
- ③ A, B
- ④ B, C
- ⑤ A, B, C

Theme 04 : 실전 적용 문제

16

디지털 정보와 현대 문명에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로

고른 것은?

- ㄱ. 빅데이터, IoT는 현대의 디지털 정보 기술에 해당하지 않는다.
- ㄴ. 많은 양의 디지털 자료를 빠르게 처리하는 기술은 기후 변화 감시에 도움이 된다.
- ㄷ. 스마트 기기의 카메라가 받아들이는 빛은 디지털 신호이다.

- ① ㄴ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

Theme 04 : 실전 적용 문제

17

그림 (가)는 열화상 카메라를 통해 찍은 사진으로, 파동 형태로

방출된 열을 이용한 것이다. 그림 (나)는 일반 카메라를 통해 찍은 사진으로, 다른 물체에 반사되어 들어온 빛을 이용한 것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?

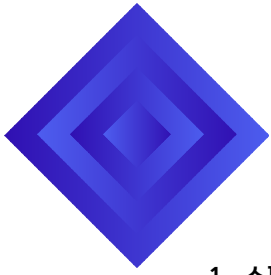
- ㄱ. (가)를 통해 사람의 건강 상태를 확인할 수 있다.
- ㄴ. (가)와 (나)의 카메라에 입력되는 신호는 모두 아날로그 신호이다.
- ㄷ. 빛이 들어오지 않는 어두운 곳에서는 (가)와 (나) 중 (가)의 촬영만 가능하다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Primer

통합과학 I

Chapter 3. 물질과 규칙성 (1)



Theme 05 : 우주 초기에 생성된 원소

1. 스펙트럼과 우주의 원소 분포

초기 우주부터 현재의 우주까지, 우주에 어떤 원소들이 생성되었고 분포하고 있는지를 알기 위해서는 스펙트럼이 무엇인지부터 알아야 합니다.

스펙트럼 = 분광기로 빛을 나눴을 때 관찰되는 빛의 띠

우리가 평소 생각하는 '빛'은 사실 여러 파장의 혼합입니다. 이러한 파장은 각기 굴절되는 정도가 다르기 때문에 분광기를 통해 분리될 수 있습니다.

분광기란?

분광기는 빛을 파장별로 나누어 보여 주는 도구입니다. 빛이 분광기의 작은 틈(슬릿)을 지나면, 프리즘이나 회절 격자에 의해 파장에 따라 다른 각도로 꺾입니다. 꺾인 빛은 서로 분리되어 빨강, 주황, 노랑, 초록, 파랑, 보라 등 여러 색깔로 나타납니다. 이 과정을 통해 분광기를 사용하면 햇빛이 여러 파장의 빛이 혼합된 것임을 확인할 수 있습니다.



▲ 분광기를 통해 햇빛을 파장별로 나누면 무지개색이 관찰된다.

이러한 스펙트럼은 크게 연속 스펙트럼과 선 스펙트럼의 두 가지로 구분되며, 선 스펙트럼은 다시 흡수 스펙트럼과 방출 스펙트럼으로 구분됩니다. 아래의 표는 필수적으로 암기해야 합니다.

구분		특징
연속 스펙트럼		· 백열전구의 필라멘트나 별의 표면과 같이 온도가 높고 밀도가 큰 광원에서 나오는 빛을 관측할 때 나타난다. · 특정 파장이 끊기지 않고 가시광선 영역 전체에 걸쳐 무지개와 같은 연속적인 색 띠가 나타난다. ▲ 연속 스펙트럼
선 스펙트럼	흡수 스펙트럼	· 연속 스펙트럼을 내는 빛이 온도가 낮은 기체를 통과할 때, 그 기체를 이루는 원소가 특정한 파장의 빛을 흡수하여 나타난다. · 연속적인 색 띠에서 흡수된 특정 파장의 부분이 검은 선으로 나타나는 선 스펙트럼이다. ▲ 흡수 스펙트럼
	방출 스펙트럼	· 온도가 높고 밀도가 낮은 기체를 관측할 때, 그 기체를 이루는 원소가 특정한 파장의 빛을 방출하여 나타난다. · 검은 바탕에 방출된 특정 파장의 부분만 밝은 선으로 나타나는 선 스펙트럼이다.  ▲ 방출 스펙트럼

Primer

통합과학 I

< 정답과 해설 >

01

정답 : ①

해설 :

세 학생의 진술은 각각 층위가 다르다. A는 공간 규모의 분류를, B는 측정 방법의 시대적 변천을, C는 규모에 따른 측정 방법의 선택을 다루고 있으므로 각각을 별개의 기준으로 판정해야 한다.

학생 A - 원자의 지름은 약 10^{-10} m로, 사람이 직접 관찰할 수 없는 매우 작은 공간 규모이다. 이는 미시 세계에 해당한다. (○)

학생 B - 레이저 빛의 왕복 시간을 이용해 길이를 측정하는 것은 현대에 이르러 가능해진 방법이다. 과거에는 신체의 일부나 자를 이용해 대상과 기준을 직접 견주는 방법을 사용했다. (×)

학생 C - 시간의 규모가 다르면 그에 적합한 측정 방법을 달리 선택해야 한다. 원자의 진동처럼 극히 짧은 시간은 원자시계로, 지질 시대처럼 매우 긴 시간은 방사성 동위 원소의 반감기를 이용해 측정한다. (×)

02

정답 : ㉔

해설 :

첫 번째 설명의 대상은 세포, 분자, 원자이고 관찰 수단은 현미경이므로 ㉔은 미시 세계이다. 두 번째 설명의 대상은 우주이고 측정 수단은 연주시차와 별의 밝기이므로 ㉓은 거시 세계이다. 즉 자료 자체가 서로 다른 공간 규모에 서로 다른 측정 방법이 대응함을 보여 주고 있다.

- ㉒. 세포, 분자, 원자는 육안으로 관찰할 수 없는 작은 영역이므로 ㉔은 미시 세계이고, 우주는 매우 큰 영역이므로 ㉓은 거시 세계이다. (○)
- ㉒. 원자의 지름은 약 10^{-10} m, 세포의 크기는 대체로 10^{-5} m 수준인 반면 우주는 이와 비교할 수 없이 큰 규모이다. 따라서 공간 범위의 규모는 ㉔이 ㉓보다 작다. (○)
- ㉒. 식물세포는 ㉔에, 안드로메다 은하는 ㉓에 속한다. 자료에서 ㉔은 현미경으로 관찰하고 ㉓은 연주시차나 별의 밝기를 이용해 거리를 계산한다고 하였으므로, 두 대상의 지름을 측정할 때는 서로 다른 측정 방법을 이용해야 한다. (○)

03

정답 : ④

해설 : ㄱ. 진자의 주기는 진폭에 관계없이 일정하므로 시간의 기준으로 삼을 수 있다. 17세기에 이 성질을 이용한 진자시계가 제작되었고, 이는 그 이전의 해시계·물시계보다 훨씬 정밀한 측정을 가능하게 하였다. (○)

ㄴ. 원자시계는 세슘 원자가 방출·흡수하는 전자기파(마이크로파)의 진동수를 이용한다. 소리의 진동수를 이용하는 것이 아니다. (×)

ㄷ. 해시계가 천체 현상의 주기성을 이용해 시각을 측정한다는 서술 자체는 옳다. 그러나 양부일구는 15세기 조선에서 제작된 도구이며, 해시계는 그보다 훨씬 이전인 고대부터 사용되어 왔다. 17세기는 ㄱ에서 확인한 대로 진자시계가 등장한 시기이지 해시계가 처음 제작된 시기가 아니다. (×)

04

정답 : ③

해설 :

- ①: 물시계는 물이 일정한 속도로 흘러내린다는 성질을 이용한다. 흘러나온 물의 양이나 남은 물의 높이가 흐른 시간에 대응하므로, 이를 눈금으로 읽어 시각을 측정한다. (○)
- ②: 광학 현미경은 가시광선을 이용하므로 빛의 파장보다 작은 구조는 구분할 수 없다. 전자 현미경은 파장이 훨씬 짧은 전자선을 이용하므로 바이러스나 세포 내부의 미세 구조와 같은 미시 세계를 관찰할 수 있다. (○)
- ③: GPS는 인공위성에서 보낸 전파가 수신기에 도달하는 데 걸린 시간을 측정하고, 여기에 전파의 속력을 곱하여 위성과 수신기 사이의 거리를 구한다. 전파의 세기는 장애물이나 기상 조건에 따라 달라지므로 거리 측정의 기준이 될 수 없다. (×)
- ④: 초음파의 속력은 매질 안에서 일정하므로, 발사한 초음파가 물체에 반사되어 되돌아오기까지 걸린 시간을 재면 물체까지의 거리를 구할 수 있다. 이때 초음파는 물체까지의 거리를 왕복하므로, 구한 값의 절반이 실제 거리가 된다. (○)
- ⑤: 빛을 이용한 거리 측정은 빛이 이동한 시간에 속력을 곱하는 방식이므로, 측정된 거리의 정확도는 시간 측정의 정밀도에 그대로 좌우된다. 따라서 원자시계처럼 시간을 정밀하게 재는 장치가 개발되면서 거리 측정의 정확도도 함께 높아졌다. (○)

05

정답 : ②

해설 :

(가)의 화석은 그 연대를 방사성 동위 원소의 반감기로 측정하므로 시간 규모가 수천만 년 이상이고, (나)의 원자시계는 전자기파의 진동수를 이용하므로 시간 규모가 극히 짧다. 즉 두 자료는 시간 규모의 양 극단에 놓인 서로 다른 측정 방법을 보여 준다. 한편 반감기와 진동수는 모두 변하지 않고 일정하다는 점에서 측정의 기준이 될 수 있다.

ㄱ. (가)의 연대는 수천만 년 이상의 매우 긴 시간 규모에 해당하는 반면, (나)의 원자시계는 수십억 분의 1초 수준의 매우 짧은 시간을 다룬다. 따라서 긴 시간 규모를 측정하는 데 이용되는 것은 (나)가 아니라 (가)의 방법이다. (×)

ㄴ. (가)의 연대는 방사성 동위 원소의 반감기를 이용해 측정하는데, 반감기는 짧은 것도 수천 년 규모이다. 따라서 이 방법은 지질 시대와 같이 매우 긴 시간에만 적용할 수 있으며, 짧은 시간은 (나)와 같은 장치로 측정해야 한다. (×)

ㄷ. (가)의 연대 측정은 방사성 동위 원소가 일정한 비율로 붕괴하여 반감기가 일정하다는 점을, (나)의 원자시계는 세슘 원자가 흡수·방출하는 전자기파의 진동수가 일정하다는 점을 기준으로 삼는다. 두 방법 모두 변하지 않고 일정하게 반복되거나 진행되는 현상을 시간의 기준으로 삼는다는 점에서 원리가 같다. (○)

06

정답 : ④

해설 :

학생 A - 다른 물리량을 이용해 표현되는 것은 유도량이다. 기본량은 그러한 방식으로 표현할 수 없는 가장 기본이 되는 물리량이므로, 진술의 관계가 뒤바뀌어 있다. (×)

학생 B - 같은 기본량을 나타내는 단위들은 크기만 다를 뿐 재는 대상이 같으므로 서로 환산할 수 있다. 예를 들어 길이를 나타내는 m와 km는 $1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$ 의 관계로 바꾸어 쓸 수 있다. (○)

학생 C - 세 물리량을 각각 따져 보면, 넓이는 길이×길이이므로 길이 한 종류의 기본량만으로 유도되고 단위는 m^2 이다. 속력은 길이÷시간이므로 길이와 시간 두 종류가 관여하며 단위는 m/s 이다. 밀도는 질량÷부피이고 부피는 길이로부터 유도되므로 질량과 길이 두 종류가 관여하며 단위는 kg/m^3 이다. 따라서 두 종류 이상의 기본량으로부터 유도된 것은 속력과 밀도이다. (○)

07

정답 : ③

해설 :

첫 번째 설명에서 X는 이동 거리를 걸린 시간으로 나눈 물리량이므로, 길이와 시간이라는 두 기본량으로부터 유도된 유도량이다. 두 번째 설명의 단위 m/s와 km/h는 모두 길이의 단위를 시간의 단위로 나눈 형태이며, 두 단위 사이의 관계는 다음과 같이 환산된다.

$$1 \text{ m/s} = (0.001 \text{ km}) \div (1/3600 \text{ h}) = 3.6 \text{ km/h}$$

- ㄱ. 단위 시간 동안 이동한 거리를 나타내는 물리량은 속력이다. 제시된 단위 m/s, km/h 역시 거리를 시간으로 나눈 형태이므로 X는 속력이다. (○)
- ㄴ. X는 길이와 시간이라는 두 기본량을 나누어 정의되므로 유도량이다. 기본량은 다른 물리량을 이용해 표현할 수 없는 물리량이므로 X는 기본량에 해당하지 않는다. (×)
- ㄷ. 1 m/s를 km/h로 환산하면 3.6 km/h이므로, 같은 크기의 속력을 km/h로 나타낸 값은 m/s로 나타낸 값의 3.6배이다. 예를 들어 10 m/s는 36 km/h이다. (○)

08

정답 : ②

해설 :

(가)에서 측정하려는 것은 수용액의 온도이므로 기본량은 온도이다. 용액이라는 소재 때문에 농도를 떠올리기 쉬우나, 측정 대상으로 제시된 것은 온도이며 농도는 애초에 기본량이 아니다. (나)에서 측정하려는 것은 원자의 지름이므로 기본량은 길이이다. 원자의 지름이 약 10^{-10} m 규모여서 실제로는 nm 단위를 함께 쓰지만, 문항이 요구하는 것은 국제단위계의 기본 단위이다.

- ①: °C는 온도를 나타내는 단위이지만 국제단위계의 기본 단위가 아니며, nm 역시 길이의 기본 단위가 아니다. (×)
- ②: (나)의 m은 옳으나, (가)의 °C는 기본 단위가 아니다. $K = ^\circ C + 273$ 으로 환산되는 관계에 있을 뿐이다. (×)
- ③: 온도의 기본 단위는 K이고, 길이의 기본 단위는 m이다. (○)
- ④: (가)의 K는 옳으나, nm은 10^{-9} m에 해당하는 단위로 기본 단위 m에 접두어가 붙은 형태이다. (×)
- ⑤: %는 농도와 같이 두 양의 비를 나타낼 때 쓰는 표시이고, 농도는 질량으로부터 유도되는 유도량이므로 기본량의 단위가 될 수 없다. (×)

09

정답 : ④

해설 :

표의 세 항목은 모두 대기 중 물질의 양을 수치로 나타낸 것이다. 미세 먼지와 초미세 먼지는 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로, 오존은 ppm으로 제시되어 있으므로, 같은 대기 환경 정보라도 물질에 따라 사용하는 단위가 다를 수 있음을 알 수 있다. 또한 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 은 단위 부피당 질량을 뜻하므로, 미세 먼지 $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 은 대기 1 m^3 마다 미세 먼지가 $30 \mu\text{g}$ 들어 있음을 의미한다.

ㄱ. 표에서 미세 먼지의 농도는 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로, 오존의 농도는 ppm으로 제시되어 있다. 전자는 단위 부피당 질량을, 후자는 전체에 대한 비율을 나타내므로 두 농도의 단위는 서로 다르다. 단위가 같은 것은 미세 먼지와 초미세 먼지이다. (×)

ㄴ. 대기 중의 먼지 농도나 오존 농도는 본래 연속적으로 변하는 자연의 신호이다. 이를 측정하고 분석하여 표와 같이 수치로 나타낸 것이 디지털 정보이며, 이러한 기술이 활용되어 대기 환경 정보가 제공된다. (○)

ㄷ. 대기 5 m^3 에 들어 있는 미세 먼지의 질량은 $30 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times 5 \text{ m}^3 = 150 \mu\text{g}$ 이고, 초미세 먼지의 질량은 $8 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times 5 \text{ m}^3 = 40 \mu\text{g}$ 이다. 따라서 두 질량의 합은 $190 \mu\text{g}$ 이다. (○)

10

정답 : ①

해설 : ㄱ. 최대 속력의 단위 m/s 는 길이의 단위를 시간의 단위로 나눈 형태이다. 즉 속력은 길이와 시간이라는 두 기본량으로부터 유도되므로 유도량이다. (○)

ㄴ. 표에서 차내 습도는 (가)와 (나) 모두 49%로 같다. 두 자동차에서 값이 동일한 요인은 연비의 차이를 만들어 낸 원인이 될 수 없으므로, 연비의 차이를 차내 습도와 관련지을 수 없다. (×)

ㄷ. (나)의 최대 속력은 55.2 m/s 이고 1분은 60초이므로, 1분 동안 이동한 거리는 $55.2 \text{ m/s} \times 60 \text{ s} = 3312 \text{ m}$ 이다. 이를 환산하면 3.312 km이므로 3.5 km보다 작다. (×)

11

정답 : ⑤

해설 :

학생 A - 측정 표준은 연구실의 정밀 측정에만 쓰이는 것이 아니다. 시장에서 물건의 무게를 kg으로 재거나 기온을 °C로 나타내는 것처럼 일상생활에서도 널리 활용된다. (○)

학생 B - 미터원기는 1 m의 길이를 나타내기 위해 제작한 실물 기준으로, 과거에 국제적으로 통용된 길이의 측정 표준이었다. 다만 변형 가능성 때문에 오늘날에는 빛이 진행한 거리로 1 m를 정의한다. (○)

학생 C - 소리의 세기가 기준의 10배이면 10 dB, 100배이면 20 dB, 1000배이면 30 dB이다. 즉 세기가 10배씩 커질 때마다 dB 값은 10씩 더해지므로, 1000배인 소리는 30 dB로 나타낸다. (○)

미터원기는 과거 미터를 정의하기 위해 만든 국제 표준 실물 자입니다. 백금과 이리듐 합금으로 만들어진 막대기였습니다. 하지만 이 원기는 손상이나 변형, 온도 변화 등에 의해 길이가 조금씩 변할 수 있어 측정의 정확성과 일관성을 유지하기 어려웠습니다.

12

정답 : ②

해설 :

- ㄱ. 측정 도구로 읽어 낸 값이나 계산 결과를 필요한 자릿수까지만 남겨 나타내는 반올림은 값을 대략적으로 표현하는 방법이므로 어림에 해당한다. 올림과 버림도 마찬가지이다. (×)
- ㄴ. 어림값을 기준으로 삼으면 서로 다른 측정값이 어느 정도 크기인지 견주어 볼 수 있고, 실제 값과 어림값의 차이를 살펴 그 원인을 탐구하는 과정에서 새로운 지식을 얻을 수 있다. (○)
- ㄷ. 밀도는 단위 부피당 질량이므로, 물 100 g이 어느 정도의 양인지 어림하려면 물의 밀도를 알아야 한다. 물의 밀도가 약 1 g/cm^3 임을 알고 있어야 100g이 약 100 cm^3 의 부피에 해당한다고 짐작할 수 있다. (×)

13

정답 : ④

해설 : 단순한 실수 유도 문제이다. 자동차 도로의 과속 단속 장비는 자동차의 속력을 km/h 단위로 측정한다.

14

정답 : ⑤

해설 : ㄱ. 자동차의 속도는 km/h의 단위로 측정한다. (×)

ㄴ. 길이, 질량, 부피 등의 측정 표준을 활용해 자동차의 부품을 정교히 제작할 수 있다. (○)

ㄷ. 측정 표준을 통해 제공되는 정보는 신뢰할 수 있으며 원활한 의사소통을 가능하게 하고 우리 생활을 안전하고 편리하게 만든다. (○)

15

정답 : ①

해설 :

학생 A - 센서는 무엇을 감지하는지에 따라 광센서, 화학 센서, 온도 센서, 압력 센서 등으로 나뉜다. (○)

학생 B - 자연계에서 발생하는 신호는 연속적으로 변하는 아날로그 신호이다. 센서는 이 아날로그 신호를 감지한 뒤 디지털 신호로 변환하는 장치이므로, 디지털 신호를 감지한다는 설명은 옳지 않다. (×)

학생 C - 센서가 인간의 감각을 대신하여 신호를 감지한다는 점은 옳으나, 감지한 신호는 전기 신호를 거쳐 디지털 신호로 전환된다. 화학 신호로 전환되는 것이 아니다. (×)

16

정답 : ①

해설 :

- ㄱ. 빅데이터는 방대한 양의 디지털 자료를 수집하고 분석하는 기술이고, 사물 인터넷은 여러 기기가 센서로 얻은 디지털 정보를 주고받는 기술이다. 둘 모두 현대의 대표적인 디지털 정보 기술이다. (×)
- ㄴ. 기후 변화는 전 지구에서 얻은 기온, 강수량, 해수면 높이 등 방대한 관측 자료를 분석해야 파악할 수 있다. 슈퍼컴퓨터와 인공 지능처럼 많은 양의 디지털 자료를 빠르게 처리하는 기술은 이러한 감시와 예측에 활용된다. (○)
- ㄷ. 카메라가 받아들이는 빛은 밝기가 연속적으로 변하는 아날로그 신호이다. 이 빛을 이미지 센서가 감지하여 디지털 신호로 변환한 결과가 사진 파일로 저장되는 것이므로, 입력되는 빛 자체는 디지털 신호가 아니다. (×)

17

정답 : ⑤

해설 :

(가)의 열화상 카메라는 물체 자신이 방출한 적외선을 감지하므로, 신호의 근원이 촬영 대상 자체에 있다. 반면 (나)의 일반 카메라는 다른 광원에서 나온 가시광선이 물체에 반사되어 들어온 것을 감지하므로, 신호의 근원이 촬영 대상 바깥에 있다. 두 경우 모두 카메라에 입력되는 것은 빛이며, 그 세기는 연속적으로 변한다.

ㄱ. 열화상 카메라는 몸에서 방출되는 적외선을 감지하여 체온 분포를 색으로 나타낸다. 체온이 비정상적으로 높거나 특정 부위의 온도가 주변과 다른 것을 확인할 수 있으므로 건강 상태를 살피는 데 이용된다. (○)

ㄴ. (가)의 적외선과 (나)의 가시광선은 모두 세기가 연속적으로 변하는 자연의 신호이다. 카메라의 센서가 이를 감지하여 디지털 신호로 변환하는 것이므로, 입력되는 신호 자체는 둘 다 아날로그 신호이다. (○)

ㄷ. (나)는 다른 곳에서 온 빛이 물체에 반사되어야 촬영이 가능하므로, 빛이 없는 어두운 곳에서는 신호를 얻을 수 없다. 반면 (가)는 물체가 스스로 방출하는 적외선을 감지하므로 어두운 곳에서도 촬영할 수 있다. (×)

18

정답 : ④

해설 :

- ㄱ. 백열전구는 고온으로 가열된 필라멘트에서 빛을 내며, 이때 나오는 빛은 모든 파장을 포함한다. 따라서 관측하면 연속 스펙트럼이 나타난다. (○)
- ㄴ. 흡수 스펙트럼은 저온의 기체를 이루는 원소가 특정 파장의 빛을 흡수하여, 그 자리가 검은 선으로 비어 보이기 때문에 나타난다. 특정한 파장을 방출하여 밝은 선이 나타나는 것은 고온의 저밀도 기체에서 관측되는 방출 스펙트럼이다. (×)
- ㄷ. 원소가 흡수하거나 방출하는 파장은 그 원소의 에너지 준위에 따라 정해지므로, 같은 원소라면 흡수선과 방출선이 같은 위치에 나타난다. 이 성질을 이용하면 별빛의 스펙트럼에 나타난 선의 위치를 실험실에서 얻은 자료와 비교하여 별을 이루는 원소의 종류를 알아낼 수 있다. (○)

19

정답 : ㉓

해설 :

첫 번째 항목은 우주가 대폭발 이후 지금까지 이어 온 변화를 설명하고 있으므로 ㉑에는 '팽창'이 들어간다. 두 번째 항목은 쿼크 3개가 결합해 생성된 두 입자를 제시하면서 그중 하나를 중성자로 밝히고 있으므로, ㉒은 나머지 하나인 양성자이다.

- ㄱ. 빅뱅 이후 우주는 계속 팽창해 왔으며 현재도 팽창하고 있다. 따라서 ㉑은 팽창이다. (○)
- ㄴ. ㉒은 양성자이며, 양성자는 위 쿼크 2개와 아래 쿼크 1개가 결합하여 이루어진다. (○)
- ㄷ. 우주는 빅뱅 이후 지금까지 팽창하고 있으나, 그 팽창 속도는 느려지는 것이 아니라 점점 빨라지고 있다. (×)

20

정답 : ⑤

해설 :

자료는 양성자와 중성자가 결합하여 헬륨 원자핵이 만들어지고 남은 양성자가 수소 원자핵이 되는 과정을 설명하고 있으므로, 원자핵이 생성된 시기의 사건이다. 헬륨 원자핵 하나는 양성자 2개와 중성자 2개로 이루어지므로, 중성자는 모두 헬륨 원자핵을 만드는 데 사용된다.

- ㄱ. 자료는 원자핵이 만들어진 시기의 사건이다. 온도가 더 낮아져 원자핵이 전자와 결합해 수소 원자가 생성된 것은 빅뱅 후 약 38만 년이 지난 뒤의 일이므로, 이 시기의 사건이 아니다. (×)
- ㄴ. 양성자와 중성자가 결합하여 헬륨 원자핵이 만들어진 것은 빅뱅 후 약 3분이 지났을 때이다. (○)
- ㄷ. 양성자와 중성자의 개수비가 7 : 1이므로, 양성자 14개와 중성자 2개가 있다고 하자. 중성자 2개는 양성자 2개와 결합하여 헬륨 원자핵 1개를 이루므로, 남은 양성자 12개가 각각 수소 원자핵이 된다. 양성자와 중성자의 질량은 거의 같으므로 수소 원자핵의 총질량은 12에 해당하고, 헬륨 원자핵의 총질량은 양성자 2개와 중성자 2개의 합인 4에 해당한다. 따라서 그 비는 12 : 4로 약 3이다. (○)

21

정답 : ⑤

해설 :

- ①: 빅뱅 직후 우주는 급격히 팽창하였고, 현재도 팽창하고 있다. 먼 은하를 관측한 결과 그 팽창 속도는 느려지지 않고 오히려 빨라지고 있다. (○)
- ②: 우주가 팽창하면 물질과 에너지가 더 넓은 공간에 퍼지므로 밀도와 온도가 모두 낮아진다. 이러한 온도 하강이 원자핵과 원자가 생성되는 조건을 만들었다. (○)
- ③: 빅뱅 후 약 3분에 만들어진 수소와 헬륨의 원자핵은 이후 원자를 이루었고, 이 물질들이 모여 은하와 별을 형성하였다. 현재도 우주 물질의 대부분은 수소와 헬륨이다. (○)
- ④: 쿼크와 전자는 다른 입자로 이루어져 있지 않은 가장 근본적인 입자이므로 기본 입자라 한다. 쿼크 3개가 결합하여 양성자와 중성자가 만들어졌다. (○)
- ⑤: 원자는 원자핵과 전자로 이루어져 있고, 원자핵은 다시 양성자와 중성자로, 양성자와 중성자는 쿼크로 이루어져 있다. 따라서 원자는 더 이상 나눌 수 없는 입자가 아니다. (×)

22

정답 : ④

해설 :

두 시기를 비교하면 ㉠의 상대량은 1로 변화가 없는 반면 ㉡은 1에서 7로 증가하였다. 개수가 증가한 쪽이 양성자이므로 ㉡이 양성자수, ㉠이 중성자수이다. 또한 두 입자의 개수비가 7 : 1이 된 ㉢은 헬륨 원자핵이 생성 되는 시기, 즉 빅뱅 후 약 3분이 지났을 때이다.

- ㄱ. 생성 직후 양성자와 중성자의 개수는 같았으나, 중성자가 양성자로 전환 되면서 양성자의 개수가 늘어났다. 표에서 상대량이 1에서 7로 증가한 ㉡이 양성자수이고, 1로 유지된 ㉠이 중성자수이다. (○)
- ㄴ. 전환은 양성자에서 중성자로 일어난 것이 아니라 중성자에서 양성자로 일어났다. 양성자가 중성자로 전환되었다면 ㉡이 아니라 ㉠의 상대량이 증가했어야 하므로, 표의 변화와 맞지 않는다. (×)
- ㄷ. ㉢ 시기에 중성자와 양성자의 상대량이 1 : 7이므로, 중성자 2개와 양성자 14개가 있다고 하자. 헬륨 원자핵 1개는 양성자 2개와 중성자 2개로 이루어지므로 중성자 2개는 양성자 2개와 결합하여 헬륨 원자핵 1개를 만든다. 남은 양성자 12개는 각각 수소 원자핵이 되므로, 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 개수비는 12 : 1이다. (○)

23

정답 : ②

해설 :

두 스펙트럼 모두 연속적인 색의 띠에 검은 선이 나타나므로 흡수 스펙트럼이다. (가)에는 흡수선이 6개, (나)에는 2개 나타나며, (나)의 두 흡수선은 (가)에 나타난 흡수선의 위치와 일치한다. 여러 원소의 흡수선을 함께 갖는 쪽이 별의 스펙트럼이므로 (가)가 별 B, (나)가 원소 A의 스펙트럼이다.

- ㄱ. (가)는 흡수선이 6개로, 흡수선이 2개인 (나)의 선을 모두 포함하고 있다. 여러 원소의 흡수선이 함께 나타나는 것은 별의 스펙트럼이므로 (가)는 별 B의 스펙트럼이고, (나)가 원소 A의 스펙트럼이다. (×)
- ㄴ. 흡수 스펙트럼은 별에서 방출된 빛이 저온의 기체를 통과할 때 나타난다. 고온의 저밀도 기체에서는 특정 파장의 빛이 방출되어 밝은 선만 보이는 방출 스펙트럼이 나타난다. (×)
- ㄷ. 원소 A의 스펙트럼인 (나)의 흡수선 2개가 별 B의 스펙트럼인 (가)에도 같은 위치에 나타난다. 원소가 흡수하는 파장은 원소마다 정해져 있으므로, 별 B는 원소 A를 포함하고 있다. (○)

24

정답 : ③

해설 :

제시된 네 입자를 생성 순서에 따라 정리하면, 기본 입자인 B(쿼크)와 D(전자)가 가장 먼저 생성되었고, 쿼크가 결합하여 만들어진 양성자가 C(수소 원자핵)가 되었으며, 이후 양성자와 중성자가 결합하여 A(헬륨 원자핵)가 되었다. 또한 A는 양성자 2개와 중성자 2개로, C는 양성자 1개로 이루어진다.

- ㄱ. B는 기본 입자인 쿼크로, 빅뱅 직후 가장 먼저 생성되었다. C는 쿼크 3개가 결합하여 만들어진 양성자이므로, B가 C보다 먼저 생성되었다. (○)
- ㄴ. A는 양전하를 띠는 양성자 2개와 전하를 띠지 않는 중성자 2개로 이루어지므로 전체적으로 양전하를 띤다. D는 음전하를 띠는 전자이다. 따라서 둘 다 전기적으로 중성이 아니다. (×)
- ㄷ. A는 양성자 2개와 중성자 2개로, C는 양성자 1개로 이루어진다. 양성자와 중성자의 질량은 거의 같으므로 A의 질량은 C의 질량의 약 4배이다. (○)

25

정답 : ④ (2024학년도 6월 고1 전국연합학력평가 7번 기출)

해설 :

그림에서 A 시기는 빅뱅부터 빅뱅 이후 약 38만 년까지, 즉 원자가 형성되기 이전이고, B 시기는 원자가 형성된 이후부터 현재까지이다. 원뿔 모양의 단면이 시간이 흐름에 따라 넓어지는 것은 우주가 계속 팽창하고 있음을 나타내므로, 시기가 뒤일수록 우주의 평균 밀도는 작다.

- ㄱ. A 시기에는 원자핵과 전자가 결합하지 못한 상태였고, 자유 전자가 빛을 계속 산란시켜 우주가 불투명하였다. 빛이 자유롭게 이동할 수 있게 된 것은 원자가 형성된 B 시기부터이다. (×)
- ㄴ. 우주 배경 복사는 원자가 형성될 당시 약 3000 K에 해당하는 빛으로 퍼져 나갔다. B 시기 동안 우주가 계속 팽창하면서 그 온도는 꾸준히 낮아졌고, 현재는 약 2.7 K로 관측된다. (○)
- ㄷ. 그림에서 우주는 시간이 지남에 따라 계속 팽창하고 있다. 물질의 양은 그대로인 채 공간만 넓어지므로 평균 밀도는 계속 작아지며, 따라서 나중 시기인 B 시기가 A 시기보다 평균 밀도가 낮다. (○)

26

정답 : ② (2024학년도 6월 고1 전국연합학력평가 11번 기출)

해설 :

그림에서 A 원자핵은 ⑦ 2개와 ④ 2개가 결합하여 만들어졌으므로 헬륨 원자핵이다. 결합에 참여하지 않고 남은 입자는 모두 ④이며, 이 입자들이 수소 원자핵이 되어야 하므로 ④이 양성자, ⑦이 중성자이다. 결합 전에는 ⑦이 2개, ④이 14개 있었고, 결합 후에는 A 원자핵 1개와 남은 ④ 12개가 존재한다.

ㄱ. 헬륨 원자핵은 양성자 2개와 중성자 2개로 구성되므로 ⑦과 ④은 각각 양성자와 중성자 중 하나이다. 헬륨 원자핵이 형성된 후 남은 입자는 ④이므로, ④은 수소 원자핵인 양성자이고, ⑦은 중성자이다. (×)

ㄴ. ④은 양성자이므로 전하량은 +1이다. 전하량이 0인 것은 중성자인 ⑦이다. (×)

ㄷ. A 원자핵은 양성자 2개와 중성자 2개로 이루어지므로 총질량에 해당하는 값은 4이고, 남은 수소 원자핵은 양성자 12개이므로 총질량에 해당하는 값은 12이다. 따라서 수소 원자핵의 총질량은 A 원자핵 총질량의 약 3배이다. (○)

27

정답 : ⑤

해설 : (가) : 중력 수축이 '계속' 일어나서 성운 중심부의 온도와 밀도가 '더욱' 높아지는 것은 원시별의 탄생 단계이다. 표현에 주의하면 쉽게 찾을 수 있다.

(나) : 수소 핵융합 반응으로 빛을 방출하는 것은 주계열성의 특징이므로, 별의 탄생 단계이다.

28

정답 : ⑤

해설 : 수소 핵융합 반응이란, 수소 원자핵 4개가 융합하여 헬륨 원자핵이 생성되는 반응이다. 수소 원자핵 4개의 질량을 합한 것보다 헬륨 원자핵 1개의 질량이 약간 작다. 수소 핵융합 반응 후 약 0.07%의 질량 결손이 일어나고, 줄어든 질량만큼의 에너지가 빛의 형태로 방출된다.

29

정답 : ③

해설 : (라) 단계에서 별이 최종적으로 중성자별이 된다는 데에서, 해당 자료는 질량이 태양의 약 10배 이상인 별의 진화 단계임을 알 수 있다.

해당 별의 진화 과정은 (나):주계열성(수소 핵융합 반응) -> (다):주계열성(헬륨 핵융합 반응) -> (가): 초신성 폭발 -> (라): 중성자별 이다.

30

정답 : ①

해설 : 태양계 성운은 우리은하 내에서의 초신성 폭발의 영향으로 형성되었다.

31

정답 : ③

해설 :

그림의 B는 별의 최후 단계로 나타난 초신성 폭발이다. 초신성 폭발은 질량이 큰 별에서만 일어나는 마지막 단계이므로, 별 A는 질량이 태양의 약 10배 이상인 별이었음을 알 수 있다.

- ㄱ. 초신성 폭발은 중심부에서 철까지 만들어 낸 무거운 별에서만 일어난다.
따라서 별 A의 질량은 태양의 약 10배 이상이다. (○)
- ㄴ. 초신성 폭발이 일어나면 별 내부에 층층이 쌓여 있던 여러 원소가 우주 공간으로 흩어진다. 이 물질은 이후 새로운 별과 행성을 이루는 재료가 된다. (○)
- ㄷ. 초신성 폭발 후 중심부가 수축하여 만들어진 중성자별이나 블랙홀에서는 핵융합 반응이 일어나지 않는다. 철을 생성하는 핵융합은 폭발 이전 별의 중심부에서 일어난 반응이다. (×)