개념풀

중학 과학 3-1

정답책

Ⅰ. 화학 반응의 규칙성

01 물리 변화와 화학 변화

내신 실력 올리기 개념책 12~13 쪽

step1

㉠ 성질, ㉡ 상태, ㉢ 다른, ㉣ 연소, ㉤ 기체

step2

01 물리 02 변하지 않는다 03 화학
04 원자, 분자 05 (1) 물리, (2) 화학

step3

01 ⑤ 02 ③ 03 ② 04 (가) 물리 변화, (나) 화학 변화
05 ⑤ 06 ③

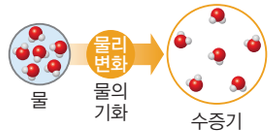
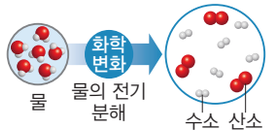
01 김치의 맛이 시어지는 것은 김치에 포함된 물질의 종류가 변하여 냄새나 맛 등의 성질이 변하는 현상으로 화학 변화이다.

02 (가)와 (나)의 크기와 모양의 변화는 물리 변화이고, (다)의 기체 발생 및 색 변화는 화학 변화이다.

03 (가)는 물리 변화, (나)는 화학 변화이다. 물리 변화는 분자의 종류가 변하지 않으므로 물질의 고유한 성질이 유지된다. 화학 변화는 원자의 배열이 변하여 분자의 종류가 변하므로 새로운 물질이 생성된다.

04

자료 분석 물의 기화와 전기 분해 비교

물의 기화	물의 전기 분해
	
• 물리 변화이며 물질의 성질이 변하지 않는다. • 원자 배열이 변하지 않아 분자의 종류가 변하지 않는다.	• 화학 변화이며 물질의 성질이 변한다. • 원자 배열이 변하여 분자의 종류가 변한다.

(가)는 물 분자의 배열만 변했으므로 물리 변화이고, (나)는 물 분자가 다른 분자로 변했으므로 화학 변화이다.

05 (나)에서 물 분자가 사라지고 수소 분자와 산소 분자가 생성되었으므로 반응 후에 물의 성질은 유지되지 않는다.

06 고기를 가열하면 고기의 단백질 구조가 변하여 새로운 구조의 단백질이 생성되면서 색, 냄새, 맛 등이 달라진다.

02 화학 반응식

내신 실력 올리기 개념책 16~17 쪽

step1

㉠ 화학 변화, ㉡ 반응물, ㉢ 생성물, ㉣ 배열, ㉤ 왼, ㉥ 오른, ㉦ 화학식, ㉧ 계수

step2

01 반응물 02 생성물 03 원자
04 왼, 오른 05 (1) 1, (2) +, (3) 원자

step3

01 반응물: 수소, 산소, 생성물: 물 02 ③ 03 ②
04 (다) – (가) – (나) 05 ⑤ 06 ④

01 화학 반응식에서 화살표를 기준으로 왼쪽에는 반응물을, 오른쪽에는 생성물을 나타낸다.

02 반응 전후에 원자의 종류와 수는 변하지 않는다. 화학 반응식의 계수의 비는 분자 수의 비와 같다.
바로알기 | ㄴ. 반응 전 총 분자의 개수는 3 개, 반응 후 총 분자의 개수는 2 개이다.

03 철과 산소가 반응하여 산화 철이 생성되는 화학 반응식이다.

04 반응물은 화살표의 왼쪽에, 생성물은 화살표의 오른쪽에 쓰고, 물질 이름을 화학식으로 바꾼 다음 계수를 맞추어 화학 반응식을 완성한다.

05 화학 반응식의 화살표 양쪽에 있는 물질의 원자의 종류와 개수가 같아지도록 화학식 앞의 계수를 맞춘다.

06 반응물인 나트륨(Na)과 염소(Cl_2)는 화살표 왼쪽에, 생성물인 염화 나트륨(NaCl)은 화살표 오른쪽에 쓴 뒤 염소와 나트륨 순서로 계수를 맞춘다.

자료 해석력 UP 개념책 18 쪽

01 ⑤ 02 ③ 03 ②

01 물질의 고유한 성질은 변하지 않으면서 모양이나 상태가 변하는 현상은 물리 변화를 설명한 것이다. 깎아 놓은 사과의 표면이 갈색으로 변하는 것은 화학 변화이다.

더 알아보기 물리 변화와 화학 변화

물리 변화	화학 변화
물질의 고유한 성질은 변하지 않으면서 모양이나 상태가 변하는 현상	어떤 물질이 처음 물질과 성질이 다른 새로운 물질로 변하는 현상

02 화학 변화가 일어나는 동안 원자의 종류와 개수는 변하지 않지만, 원자 배열이 변하여 새로운 분자가 생성된다. 분자의 종류가 변하므로 물질의 특성도 달라진다.

03 설탕이 물에 녹아 설탕물이 되는 과정은 물리 변화이다.

문제 해결력 UP

개념책 19 쪽

01 ④ 02 ④

01 질소 분자 1 개와 수소 분자 3 개가 반응하여 암모니아 분자 2 개가 생성된다.

더 알아보기 암모니아 생성 화학 반응식

① 반응물과 생성물의 이름으로 화학 반응 나타내기

질소 + 수소 ⟶ 암모니아

② 반응물과 생성물을 화학식으로 나타내기

$N_2 + H_2 \longrightarrow NH_3$

③ 화학 반응 전후 계수 맞추기

- 반응 전 질소 원자가 2 개이므로 반응 후 암모니아 분자의 계수를 2로 만든다.

$N_2 + H_2 \longrightarrow 2NH_3$

- 반응 후 수소 원자가 6 개이므로 반응 전 수소 분자의 계수를 3으로 만든다.

$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$

02 반응 전후 산소 원자의 수가 각각 2 개와 3 개이므로 최소공배수인 6으로 맞추어 반응 전 산소의 계수를 3, 반응 후 산화 철의 계수를 2로 만든다. 반응 후 철 원자의 수가 4 개이므로 반응 전 철의 계수를 4로 만든다.

중단원 ✦ 실력 굳히기

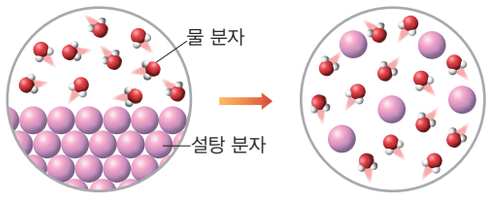
개념책 20~21 쪽

01 ③	02 ③	03 ④	04 ①	05 ⑤
06 ④	07 ③	08 ③	09 ③	10 ③
11 ⑤	12 ④			

01 화학 변화가 일어나면 새로운 물질이 생성되므로 분자의 종류와 수가 달라지고, 물질의 성질이 변한다.

02

자료 분석 설탕이 물에 녹아 설탕물이 되는 과정



설탕이 물에 용해될 때 설탕은 분자 단위로 쪼개지며 배열이 달라진다. 쪼개진 설탕 분자는 물속에서 확산하며 물과 고르게 섞인다.

설탕이 물에 녹아 설탕물이 되는 과정은 물리 변화이므로 물과 설탕의 성질은 변하지 않는다.

03 물질의 고유한 성질은 변하지 않으면서 모양이나 상태가 변하는 현상은 물리 변화를 설명한 것이다. 물이 수증기로 변하는 것은 물질의 상태 변화로 물리 변화이다.

더 알아보기 물리 변화의 예

- 종이를 자른다.
- 잉크가 물에 퍼진다.
- 아이스크림이 녹는다.
- 설탕이 커피에 녹는다.
- 방향제의 향이 퍼진다.

04 (가)에서 고체인 설탕이 액체로 변하는 상태 변화는 물리 변화이고, (나)의 색 변화와 (다)의 기체 발생은 화학 변화이다.

05 방향제가 확산하는 것은 물리 변화의 예이다.

06 (가)는 모양이 변한 것으로 물리 변화이다. 금속의 연소, 산의 반응은 화학 변화이다.

더 알아보기 마그네슘의 변화

- 마그네슘을 연소하면 마그네슘이 산소와 결합하여 산화 마그네슘이 생성된다.
- 마그네슘과 묽은 염산을 반응시키면 수소 기체가 발생한다.

07 반응물은 화살표 왼쪽, 생성물은 화살표 오른쪽에 쓴다.

08 반응 전에는 수소 분자 2 개, 산소 분자 1 개가 있었고, 반응 후에는 물 분자 2 개가 있다.

바로알기 | ③ 반응 전과 후에 원자의 종류와 수가 일정하다.

09 반응물은 화살표의 왼쪽에, 생성물은 화살표의 오른쪽에 이름을 써서 화학 반응을 나타낸다. 그리고 반응물과 생성물을 화학식으로 바꾼 다음 화살표 양쪽에 있는 원자의 종류와 수가 같아지도록 화학식 앞의 계수를 맞춰 화학 반응식을 완성한다.

10 메테인은 산소와 반응하여 빛과 열을 내며 연소한다. 이때 이산화 탄소와 물이 생성된다.

11

자료 분석 에탄올의 연소 화학 반응식 계수 맞추기

- 반응 전 탄소 원자가 2 개, 수소 원자가 6 개이므로 반응 후 이산화 탄소 분자의 계수를 2, 물 분자의 계수를 3으로 만든다.

$C_2H_5OH + O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

- 반응 후 산소 원자가 7 개이므로 반응 전 산소 분자의 계수를 3으로 만든다.

$C_2H_5OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

화학 반응 전후에 원자의 종류와 수가 같아지도록 화학식 앞의 계수를 맞춘다.

12 반응에 참여한 원자는 물질 X와 Y 두 종류이다.

03 질량 보존 법칙

내신 실력 올리기 개념책 24~25 쪽

step1

㉠ 질량, ㉡ 열린, ㉢ 닫힌, ㉣ 같다, ㉤ 배열, ㉥ 종류

step2

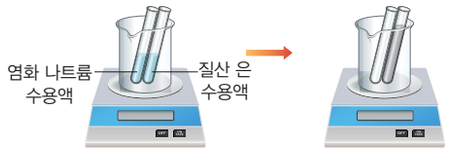
01 탄산 칼슘　02 된다　03 이산화 탄소
04 된다　05 감소, 증가, 일정　06 된다
07 질량 보존 법칙　08 원자

step3

01 ①　02 (가)=(나)>(다)　03 산소, 증가　04 ⑤
05 ③　06 ⑤

01

자료 분석 염화 나트륨 수용액과 질산 은 수용액의 반응



- 염화 나트륨 수용액과 질산 은 수용액이 반응하면 흰색의 염화 은 앙금이 생성된다.

$$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + AgCl$$

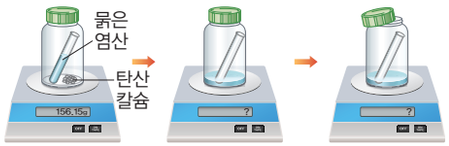
- 반응 전후에 원자의 종류와 수가 변하지 않으므로 물질의 전체 질량은 변하지 않는다.

염화 나트륨 수용액과 질산 은 수용액이 반응하면 흰색의 염화 은 앙금이 생성된다.

바로알기 | ㄴ, ㄷ. 염화 나트륨 수용액과 질산 은 수용액의 반응 전후 원자의 종류와 수가 변하지 않으므로 전체 질량은 변하지 않는다.

02

자료 분석 탄산 칼슘과 묽은 염산의 반응



(가) 반응 전　(나) 반응 후　(다) 뚜껑을 열었을 때

- 탄산 칼슘과 묽은 염산이 반응하면 이산화 탄소 기체가 생성된다.

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

- 닫힌 용기에서는 이산화 탄소가 공기 중으로 이동하지 못하므로 질량의 변화가 없지만 용기의 뚜껑을 열면 이산화 탄소가 공기 중으로 이동하여 질량이 감소한다.

탄산수소 나트륨과 묽은 염산이 반응한 후 질량은 변하지 않고, 용기의 뚜껑을 열면 기체가 빠져나가므로 질량이 감소한다.

03 강철솜을 연소하면 공기 중의 산소가 강철솜과 결합하므로 결합한 산소의 질량만큼 산화 철의 질량이 증가한다.

04 발포 바이타민과 물이 반응하면 이산화 탄소 기체가 생성된다. 생성된 이산화 탄소는 밀폐된 플라스틱병 안에 있으므로 반응 전과 후의 전체 질량은 보존된다.

05 기체가 발생하는 반응에서도 기체의 질량을 함께 측정하면 질량 보존 법칙이 성립함을 증명할 수 있다.

06 앙금 생성 반응(ㄷ), 기체 발생 반응(ㄴ), 연소 반응(ㄱ) 등 모든 화학 반응에서 질량 보존 법칙이 성립한다.

탐구 POOL 개념책 26 쪽

㉠ 앙금 ㉡ 변하지 않는다 ㉢ 기체 ㉣ 변하지 않는다 ㉤ 배열 ㉥ 수

탐구 유형 문제 개념책 27 쪽

대표유형 ③

01 ⑤　02 ④

대표유형 반응 전 분자는 탄산 나트륨(Na_2CO_3)과 묽은 염산(HCl)이고, 반응 후 분자는 염화 나트륨(NaCl), 이산화 탄소(CO_2), 물(H_2O)로, 반응 전과 후 분자의 종류와 수는 변하였다.

바로알기 | ㄷ. 화학 반응에서 반응 전과 후에 원자의 종류와 수가 변하지 않으므로 질량이 보존된다.

01 플라스틱병의 뚜껑을 열면 화학 반응으로 생성된 이산화 탄소가 공기 중으로 이동하므로 질량이 감소한 것으로 보이지만 이동한 이산화 탄소 기체의 질량까지 모두 고려하면 질량 보존 법칙은 성립한다.

더 알아보기 탄산수소 나트륨과 식초의 반응

- 탄산수소 나트륨과 식초가 반응하면 아세트산 나트륨, 이산화 탄소, 물이 생성된다.

$$NaHCO_3 + CH_3COOH \longrightarrow CH_3COONa + CO_2 + H_2O$$

- 닫힌 공간에서 반응을 시키면 질량 보존 법칙에 따라 반응 전과 후에 측정된 질량은 변하지 않는다.
- 닫힌 공간의 뚜껑을 열면 이산화 탄소 기체가 공기 중으로 이동하여 측정된 질량이 감소한다.

02 기체가 발생하는 반응이지만 닫힌 공간이므로 반응 후 측정된 질량은 변하지 않는다.

더 알아보기 **달걀 껍데기와 묽은 염산의 반응 생성물 확인**

- 달걀 껍데기의 주성분인 탄산 칼슘과 묽은 염산이 반응하면 염화 칼슘, 이산화 탄소, 물이 생성된다.

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

- 염화 칼슘 확인: 물을 증발 시키면 고체 상태의 염화 칼슘이 나타난다.
- 물 확인: 푸른색 염화 코발트 종이를 대면 붉은색으로 변한다.
- 이산화 탄소 확인: 생성된 기체를 석회수에 통과시키면 석회수가 뿌옇게 흐려진다.

04 일정 성분비 법칙

내신 실력 올리기 개념책 30~31 쪽

step1

㉠ 검은, ㉡ 4, ㉢ 산화 마그네슘, ㉣ 2, ㉤ 1, ㉥ 질량비, ㉦ 개수비

step2

01 붉은　02 질량비　03 흰
04 하다　05 1 : 8 : 9　06 일정 성분비 법칙

step3

01 $2Cu + O_2 \longrightarrow 2CuO$　02 0.5 g　03 ④　04 ②
05 ⑤　06 ③

01 구리를 가열하면 공기 중의 산소와 반응하여 산화 구리(Ⅱ)가 생성된다. 반응물과 생성물을 화학식으로 나타내면 $Cu + O_2 \rightarrow CuO$이다. 반응 전 산소가 2 개이므로 반응 후 산화 구리(Ⅱ)의 계수를 2로 만들고, 반응 전 구리의 계수를 2로 만든다.

02 구리와 산소가 반응하여 산화 구리(Ⅱ)가 생성될 때의 질량비는 구리 : 산소 : 산화 구리(Ⅱ)=4 : 1 : 5이다.

03 구리와 산소는 4 : 1의 질량비로 반응한다.

04 물의 성분 원소 질량비가 수소 : 산소=1 : 8이므로 수소 2 g과 산소 8 g을 반응시키면 수소 2 g 중 1 g이 반응하고 산소는 8 g 모두 반응하여 물 9 g이 생성된다. 따라서 수소 1 g이 남는다.

05 물의 성분 원소 질량비가 수소 : 산소=1 : 8이므로 수소 2 g은 산소 16 g과 반응한다. 반응 후 산소가 2 g 남았으므로 반응 전 산소의 질량은 18 g이다.

06 물의 성분 원소 질량비가 수소 : 산소=1 : 8이므로 물 18 g에는 수소 2 g과 산소 16 g이 있다.

05 기체 반응 법칙과 화학 반응에서 열에너지 출입

내신 실력 올리기 개념책 34~35 쪽

step1

㉠ 부피비, ㉡ 정수비, ㉢ 계수, ㉣ 분자, ㉤ 방출, ㉥ 흡수

step2

01 부피　02 기체 반응　03 하지 않는다
04 분자　05 (1) 흡열 (2) 발열

step3

01 ⑤　02 ③　03 $2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$　04 ①
05 ⑤　06 ①

01 수소 : 산소 : 수증기 사이의 부피비는 2 : 1 : 2로 일정하므로 수소 4 L가 완전히 반응하면 수증기 4 L가 생성된다.

02 일산화 탄소, 산소, 이산화 탄소 모두 기체이므로 기체 반응 법칙이 성립한다. 일산화 탄소 : 산소 : 이산화 탄소 사이의 부피비는 2 : 1 : 2로 일정하므로 일산화 탄소 두 분자가 완전히 반응하면 이산화 탄소 두 분자가 생성된다.
바로알기 | ㄴ. 일산화 탄소 4 L가 완전히 반응하기 위해서 산소 2 L가 필요하다.

03 기체 반응에서 기체 사이의 부피비는 화학 반응식에서 계수의 비와 같다.

04 발열 반응은 화학 반응이 일어날 때 열에너지를 방출하여 주위의 온도가 높아지는 반응이다.

05 수산화 바륨과 염화 암모늄이 반응할 때 주위로부터 열에너지를 흡수하여 주위의 온도가 낮아진다.

06 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액이 반응하면 열에너지가 방출되어 주위의 온도가 높아진다.

탐구 POOL 개념책 36 쪽

㉠ 온도 ㉡ 낮아 ㉢ 흡수 ㉣ 흡열 ㉤ 탄산수소 나트륨

탐구 유형 문제 개념책 37 쪽

대표유형 ④
01 ④　02 ③

대표유형 철가루가 산소와 결합하여 산화 철을 만드는 반응은 발열 반응이다.
바로알기 | ㄱ. 철은 공기 중의 산소와 반응한다.

01 삼각 플라스크 안에서 흡열 반응이 일어났으므로 열에너지는 물에서 화학 반응이 일어나는 삼각 플라스크로 이동하였다.

02 묽은 염산과 아연의 반응은 금속과 산의 반응으로 발열 반응이고, 질산 암모늄을 물에 용해하는 것은 흡열 반응이다.

자료 해석력 UP

개념책 38 쪽

01 ① 02 ⑤

01 마그네슘과 산화 마그네슘은 고체이므로 기체 반응 법칙이 성립하지 않는다.
바로알기 | ① 기체 반응 법칙은 일정한 온도와 압력에서 반응물과 생성물이 모두 기체일 경우에만 성립한다.

02 수소와 산소가 반응하여 물이 생성될 때 질량비는 수소 : 산소 : 물=1 : 8 : 9이다. 따라서 물 45 g을 생성하려면 산소는 40 g이 필요하다.

문제 해결력 UP

개념책 39 쪽

01 ③ 02 ④

01 수소 : 염소 : 염화 수소의 부피비는 1 : 1 : 2이다. 부피비와 계수의 비가 같으므로 계수의 합은 4(1+1+2)이다.
바로알기 | 화학 반응식에서 계수가 없는 것은 0이 아니라 1이 생략된 것이다.

02 암모니아 분자 1개는 질소 원자 1개와 수소 원자 3개로 이루어진다.
바로알기 | 화학 반응은 반응물의 원자가 재배열되므로 부피비와 성분 원소의 비가 같지 않다.

중단원 ✦ 실력 굳히기

개념책 40~41 쪽

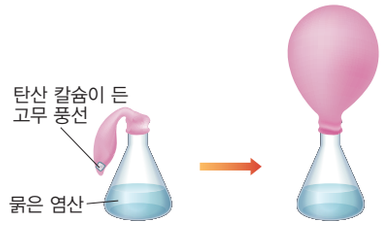
01 ②	02 ②	03 ④	04 ④	05 ②
06 ②	07 ③	08 ②	09 ④	10 ②
11 ⑤	12 ④			

01 화학 반응이 일어날 때 반응 전과 후에 물질의 전체 질량은 변하지 않는 것이 질량 보존 법칙이다.
바로알기 | ①, ③, ④ 질량 보존 법칙은 앙금 생성 반응, 기체 발생 반응, 연소 반응 등 모든 화학 반응에서 성립한다.
⑤ 화학 반응 후에 새로운 물질이 생성되지만, 화학 반응 전과 후에 원자의 종류와 수가 일정하다.

02 반응 후 수소 1 g이 남았으므로 반응에 참여한 물질의 양은 수소 1 g, 산소 8 g이다. 질량 보존 법칙에 따라 생성된 물의 질량은 9(1+8) g이다.

03

자료 분석 묽은 염산과 탄산 칼슘의 반응



- 묽은 염산과 탄산 칼슘이 반응하면 이산화 탄소 기체가 발생한다.
$CaCO_3+2HCl \longrightarrow CaCl_2+CO_2+H_2O$
- 질량 보존 법칙은 기체 발생 반응에서도 성립하며, 풍선을 빼면 이산화 탄소가 공기 중으로 이동하므로 전체 질량은 감소한다.

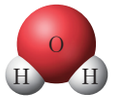
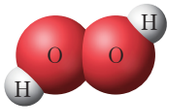
질량 보존 법칙에 따라 반응 후 전체 질량은 일정하게 유지된다. 또한 고무 풍선을 빼면 이산화 탄소가 공기 중으로 이동하므로 전체 질량이 감소한다.

04 구리 : 산소는 4 : 1의 질량비로 반응한다.
바로알기 | 구리 4 g과 산소 1 g이 반응하여 산화 구리(Ⅱ) 5 g이 생성된다.

05 각 보기에서 생성되는 산화 구리(Ⅱ)의 질량은 ① 5 g, ② 10 g, ③ 7.5 g, ④ 5 g ⑤ 2.5 g이다.

06

자료 분석 물과 과산화 수소의 질량비

물	과산화 수소
	
수소 : 산소=1 : 8	수소 : 산소=1 : 16

물과 과산화 수소 모두 성분 원소가 수소(H)와 산소(O)로 같지만 구성 원자 수가 다르기 때문에 서로 다른 물질이다.

수소 16 g과 산소 16 g을 완전히 반응시켜 (가)를 생성하면 질량비가 수소 : 산소=1 : 8이므로 수소 2 g, 산소 16 g이 반응한다. 따라서 수소 14 g이 남는다.
바로알기 | ㄴ. 산소 8 g이 완전히 반응하여 과산화 수소를 생성할 때 반응하는 수소의 질량은 0.5 g이므로 생성된 과산화 수소의 질량은 8.5 g이다.

07

자료 분석 수소와 염소의 반응

- 화학 반응식
$H_2+Cl_2 \longrightarrow 2HCl$
- 화학 반응식에서 계수의 비=부피비
수소 : 염소 : 염화 수소=1 : 1 : 2

실험 Ⅰ에서 염소 1 L가 남았으므로 수소와 염소는 1 : 1의 부피비로 반응함을 알 수 있다.

08 기체 반응에서 부피비는 화학 반응식에서 계수의 비와 같으므로 수소와 염소의 화학 반응식은 $H_2+Cl_2 \longrightarrow 2HCl$이다.

09 기체 반응 법칙은 반응물과 생성물이 모두 기체인 경우에만 성립한다. 고체인 탄소가 포함된 화학 반응식에서는 성립하지 않는다.

10 메테인을 연소할 때 열에너지가 방출되어 주변의 온도가 높아진다.

11 탄산수소 나트륨($NaHCO_3$)은 열에너지를 흡수하여 탄산 나트륨(Na_2CO_3), 이산화 탄소(CO_2), 물(H_2O)로 분해된다.

12 물이 얼어 나무판과 삼각 플라스크가 붙었으므로 삼각 플라스크 안에서 흡열 반응이 일어났음을 알 수 있다.
바로알기 | ①, ③, ⑤ 산화 칼슘과 물의 반응, 마그네슘과 묽은 염산의 반응, 수산화 나트륨 수용액과 묽은 염산의 반응은 모두 발열 반응이다.
② 탄산수소 나트륨은 열을 가했을 때 열에너지를 흡수하며 분해 반응을 일으킨다.

대단원 마무리 ✦ 단원 평가하기 개념책 43~47 쪽

01 ③	02 ②	03 ③	04 ③	05 ④
06 ⑤	07 ③	08 ③	09 ④	10 ②
11 ④	12 ⑤	13 ①	14 ④	15 ③
16 ①	17 ②	18 ③	19 ②	20 ⑤
21 ③	22 ④	23 ④	24 ②, ③	

25~31 해설 참조

01 분자를 이루는 원자의 배열이 변하는 (가)는 화학 변화, 변하지 않는 (나)는 물리 변화이다.
바로알기 | 철의 녹슮, 철판의 부식, 고기를 익힘, 김치의 시어짐, 종이를 태움, 단풍잎이 붉게 물드는 것은 화학 변화이고, 과일을 갊, 우유를 컵에 담음, 향수 냄새의 퍼짐, 채소를 자르는 것은 물리 변화이다.

02 (가)는 물의 상태 변화이므로 물리 변화, (나)는 달걀 껍데기와 식초의 반응이므로 화학 변화이다.
바로알기 | ㄱ. 물리 변화에서는 원자 배열이 변하지 않고 분자 배열만 변한다.
ㄷ. (가)에서 기체 발생은 상태 변화이므로 물리 변화이다.

03 (가)는 물이 기화하는 물리 변화, (나)는 물 분자가 분해되어 산소와 수소가 생성되는 화학 변화이다. 물리 변화와 화학 변화 모두 원자의 종류와 수가 변하지 않는다.

04 (가)는 물리 변화, (나)와 (다)는 화학 변화이다. 화학 변화에서 새로운 분자가 생성되므로 분자의 종류는 변하지만 원자의 종류와 수는 변하지 않는다.

05 마그네슘을 연소하면 공기 중의 산소와 반응하여 산화 마그네슘이 생성되며 화학 반응 전후 원자의 종류와 수는 변하지 않는다.
바로알기 | ㄷ. 마그네슘은 염산과 반응하여 수소 기체가 발생하지만 산화 마그네슘은 묽은 염산에 넣어도 수소 기체가 발생하지 않는다.

06 화학 변화를 설명하고 있다. 에탄올과 물을 섞으면 서로 고르게 확산하므로 물리 변화이다.

07 화학 반응식에서 분자 앞의 계수가 1일 때에만 생략할 수 있다.

08 화학 반응식에서 계수의 비가 과산화 수소 : 물 : 수소=2 : 2 : 1이므로 과산화 수소 분자 4 개가 분해되면 물 분자 4 개와 산소 분자 2 개가 생성된다.

09 연소 반응 전 탄소가 3 개, 수소가 8 개이므로 CO_2의 계수는 3, H_2O의 계수는 4이다. 연소 반응 후 산소 원자가 $10(3\times2+4)$ 개이므로 O_2의 계수는 5이다.

10 화학 반응 전과 후에 원자의 종류와 수가 같아야 한다.
바로알기 | ① $C+O_2 \longrightarrow CO_2$
③ $4Fe+3O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3$
④ $CH_4+2O_2 \longrightarrow CO_2+2H_2O$
⑤ $CaCO_3+2HCl \longrightarrow CaCl_2+CO_2+H_2O$

11 화학 반응이 일어날 때 원자는 새로 만들어지거나 없어지지 않고 배열만 달라지므로 질량이 보존된다.
바로알기 | ㄴ. 열린 용기에서 실험하면 생성된 산소가 공기 중으로 이동하기 때문에 측정한 질량은 감소한다.

12 닫힌 공간에서 강철솜과 나무를 연소하면 연소에 필요한 기체와 새롭게 생성되는 기체가 함께 측정이 되기 때문에 질량은 변하지 않는다.

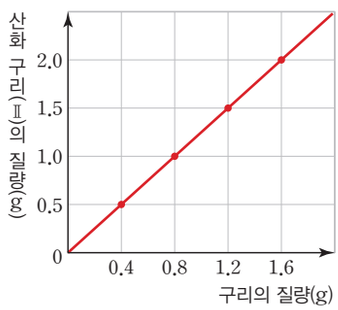
13 강철솜을 가열하면 공기 중의 산소와 결합하여 산화 철이 된다. 반응 전 산소와 강철솜의 총 질량과 반응 후 산화 철의 질량은 같다.
바로알기 | ㄴ, ㄷ. 밀폐 여부와 관계없이 강철솜이 산소와 결합하였으므로 막대 저울은 오른쪽으로 기울어진다.

14 질량 보존 법칙에 따라 강철솜과 반응한 산소의 질량은 0.8 g이다.

15 질량 보존 법칙에 따라 반응물의 전체 질량 40(8+32) g은 생성물의 전체 질량(22+물의 질량)과 같다. 따라서 생성된 물의 질량은 40−22=18 g이다.

16

자료 분석 구리와 산화 구리(Ⅱ)의 질량 관계 그래프



구리가 0.4 g 일 때 생성된 산화 구리(Ⅱ)의 질량이 0.5 g이므로 구리와 결합한 산소의 질량은 0.1 g이다. 따라서 질량비는 구리 : 산소 : 산화 구리(Ⅱ)=4 : 1 : 5이다.

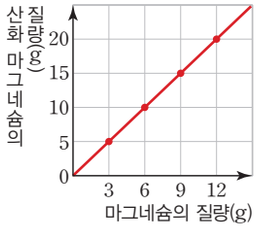
구리와 산소가 반응하여 산화 구리(Ⅱ)를 만들 때 질량비가 구리 : 산소 : 산화 구리(Ⅱ)=4 : 1 : 5로 일정하다.

17 일정 성분비 법칙에 따라 화합물을 구성하는 성분 원소의 질량비는 항상 일정하다.
바로알기 | ㄱ, ㄴ, ㄹ. 구리의 양이 달라지면 구리와 결합하는 산소의 양도 달라지므로 완전히 반응하는 데 걸리는 시간도 달라지고, 생성되는 산화 구리(Ⅱ)의 질량도 달라진다.

18 질소 28 g은 수소 6 g과 반응하여 암모니아 34 g을 생성한다. 따라서 반응하지 못한 수소 3 g이 남는다.

19

자료 분석 마그네슘과 산화 마그네슘의 질량 관계 그래프



마그네슘이 3 g 일 때 생성된 산화 마그네슘의 질량이 5 g이므로 마그네슘과 결합한 산소의 질량은 2 g이다. 따라서 질량비는 마그네슘 : 산소 : 산화 마그네슘=3 : 2 : 5이다.

마그네슘 : 산소의 질량비가 3 : 2이므로 마그네슘 9 g과 산소 4 g이 반응하였을 때 산화 마그네슘이 10 g 생성되고, 마그네슘 3 g이 남는다.

20 (가)는 일산화 탄소, (나)는 이산화 탄소이다. 성분 원소가 같으나 성분 원소의 질량비가 다르므로 서로 다른 물질이다.

21 온도와 압력이 같으면 기체의 종류에 관계없이 같은 부피 속에 같은 수의 분자가 들어 있다. 부피가 3 배이므로 분자 수도 3 배인 3N 개이다.

22 부피비=계수의 비=분자 수의 비로 A : B : C=2 : 1 : 2이다. 따라서 A 분자 10 개가 모두 반응하려면 B 분자 5 개가 필요하다.
바로알기 | ㄴ. A 4 L는 B 2 L와 반응하여 C 4 L를 생성하며, 반응 후 B 1 L가 남는다.

23 기체 반응 법칙에 따라 화학 반응식의 계수의 비는 부피비와 같다. 따라서 질소 1 부피와 수소 3 부피가 반응하여 암모니아 2 부피가 생성된다.

24 질산 암모늄을 물에 녹이는 흡열 반응을 이용하여 냉찜질 주머니를 사용하고, 빵 반죽에 포함된 제빵 소다의 주성분인 탄산수소 나트륨은 열에너지를 흡수하여 분해된다.

25 [모범 답안] (나), 분자의 종류가 변하여 처음 물질과 성질이 다른 새로운 물질이 생성되기 때문이다.

채점 기준	배점
화학 변화에 해당하는 것과 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	상
화학 변화에 해당하는 것과 그 까닭 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
화학 변화에 해당하는 것과 그 까닭을 모두 옳게 서술하지 못한 경우	하

26 [모범 답안] Mg → 2Mg, 화학 반응 전과 후에 원자의 종류와 수가 같아야 하기 때문이다.

채점 기준	배점
잘못된 부분과 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	상
잘못된 부분과 그 까닭 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
잘못된 부분과 그 까닭을 모두 옳게 서술하지 못한 경우	하

27 [모범 답안] 반응한 산소의 질량과 공기 중으로 이동한 기체의 질량까지 모두 고려하면 반응 전과 후에 전체 질량은 같기 때문이다.

채점 기준	배점
공기 중으로 이동한 기체의 질량을 언급하여 질량 보존 법칙이 성립하는 까닭을 옳게 서술한 경우	상
반응 전과 후에 질량이 같다는 내용으로만 질량 보존 법칙이 성립하는 까닭을 서술한 경우	하

28 답 | 질소 : 수소=14 : 3
해설 | 암모니아의 원자 수의 비는 N : H=1 : 3이므로 성분 원소의 질량비는 N : H=(1×14) : (3×1)=14 : 3이다.

29 [모범 답안] 금속 A : 산소=4 : 1, 금속 B : 산소=3 : 2, 금속 A와 B가 각각 산소와 결합하는 질량비가 서로 다르므로 다른 물질이다.

채점 기준	배점
금속 A와 B의 산소와의 질량비와 같은 물질인지의 여부를 모두 옳게 서술한 경우	상
금속 A와 B의 산소와의 질량비와 같은 물질인지의 여부 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
금속 A와 B의 산소와의 질량비와 같은 물질인지의 여부를 모두 옳게 서술하지 못한 경우	하

30 [모범 답안] 8 L, 기체 사이의 부피비는 화학 반응식의 계수의 비와 같으므로 메테인 4 L를 완전 연소시키는 데 8 L의 산소가 필요하다.

채점 기준	배점
산소의 부피와 그 근거를 모두 옳게 서술한 경우	상
산소의 부피와 그 근거 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
산소의 부피와 그 근거를 모두 옳게 서술하지 못한 경우	하

31 [모범 답안] (가) 나무가 탄다, (나) 수산화 바륨과 염화 암모늄이 반응한다.

채점 기준	배점
(가)와 (나)의 사례를 모두 옳게 서술한 경우	상
(가)와 (나)의 사례 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
(가)와 (나)의 사례를 모두 옳게 서술하지 못한 경우	하

Ⅱ. 날씨와 기후 변화

06 대기권의 구조

내신 실력 올리기 개념책 54~55 쪽

step1

㉠ 대기, ㉡ 1000, ㉢ 기상, ㉣ 오존층, ㉤ 중간권, ㉥ 열권

step2

01 기온　02 대류권　03 오존층
04 수증기　05 (1) ○ (2) × (3) ×

step3

01 ③　02 ③　03 ⑤　04 ①　05 ④　06 ②
07 ①

01 대기는 지표면에서부터 존재한다.

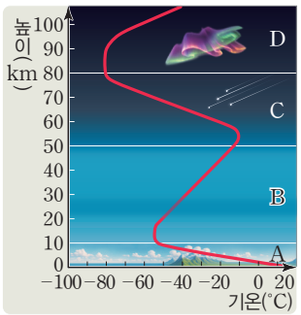
02 대기권은 지구의 열이 우주 공간으로 빠져나가는 것을 막아 지구의 기온이 일정하게 유지되도록 한다.

03 산 정상은 대류권에 해당하며, 대류권에서는 높이 올라갈수록 기온이 낮아진다. 대류권에는 공기 대부분이 모여 있으며, 수증기가 있어서 눈이나 비 등의 기상 현상이 나타난다.

04 대기권은 높이에 따른 기온 분포를 기준으로 대류권, 성층권, 중간권, 열권의 4 개 권역으로 구분된다.

05

자료 분석 대기권의 4 개 권역



- A 권역: 지표면에서 높이 약 11 km까지의 구간 ⇨ 대류권
- B 권역: 높이 약 11 km~50 km까지의 구간 ⇨ 성층권
- C 권역: 높이 약 50 km~80 km까지의 구간 ⇨ 중간권
- D 권역: 높이 약 80 km~1000 km까지의 구간 ⇨ 열권

A 권역은 대류권, C 권역은 중간권이다. 대류권과 중간권은 높이 올라갈수록 기온이 낮아지므로 대류 현상이 나타난다. 오로라는 대부분 열권(D)에서 나타나고, 오존층은 성층권(B)에 존재한다. 기상 현상은 수증기가 있는 대류권에서 나타난다.

06 B 권역은 성층권으로, 높이 올라갈수록 기온이 높아진다. 성층권에는 태양에서 오는 자외선을 흡수하는 오존층이 존재한다.

07 D 권역은 열권이다. 열권은 공기가 매우 희박하고 주로 태양 에너지의 직접적인 영향을 받으므로 높이 올라갈수록 기온이 높아진다.

07 지구 온난화와 기후 변화

내신 실력 올리기 개념책 58~59 쪽

step1

㉠ 복사 에너지, ㉡ 같은, ㉢ 높게, ㉣ 온실 효과, ㉤ 지구 온난화

step2

01 복사 평형　02 태양, 지구　03 높은
04 (1) ○ (2) ×

step3

01 ②　02 ⑤　03 ⑤　04 ④　05 ③
06 지구 온난화

01 복사 평형에 도달하면 물체가 흡수하고 방출하는 복사 에너지양이 같아져 물체의 온도가 일정해진다.

02 적외선 전등으로 가열하면 알루미늄 컵 안의 온도는 높아지다가 시간이 지나면 더 높아지지 않고 일정해진다. 이때 알루미늄 컵이 방출하는 에너지양과 흡수하는 에너지양이 같아져 복사 평형을 이룬다.

03 지구는 대기가 있으므로 온실 효과에 의해 평균 온도가 약 15 °C로 유지된다. 대기가 없다면 흡수한 태양 복사 에너지를 모두 우주로 방출해 상대적으로 낮은 평균 온도가 유지될 것이다.

04 (가)는 대기가 없는 천체(달)이고, (나)는 대기가 있는 천체(지구)이다. 대기가 있을 때는 표면이 방출한 복사 에너지의 대부분을 대기가 흡수하였다가 일부를 표면으로 되돌려 보내므로 대기가 없을 때보다 표면의 평균 온도가 더 높다.

05 온실 기체의 양이 증가하면 온실 효과가 강화되어 더 높은 온도에서 복사 평형이 이루어지므로 지구의 평균 기온이 높아진다.

06 온실 효과가 강화되면 더 높은 온도에서 복사 평형이 이루어지므로 지구의 평균 기온이 점점 높아진다. 이러한 현상을 지구 온난화라고 한다.

탐구 POOL 개념책 60 쪽

㉠ 증가 ㉡ 높아 ㉢ 증가

탐구 유형 문제 개념책 61 쪽

대표유형 ③

01 ④　02 ③

대표유형 같은 기간 동안, 시간이 지날수록 대기 중 이산화 탄소의 농도가 증가하고 지구의 평균 기온이 높아지는 것을 확인할 수 있다.

01 온실 기체인 메테인의 농도가 증가할수록 온실 효과가 강해져서 지구 온난화가 심해진다. 그 결과 빙하가 녹아 빙하 면적이 감소할 가능성이 높다.

02 인간은 급격한 산업화 과정에서 많은 화석 연료를 사용하여 이산화 탄소와 같은 온실 기체를 대기 중으로 많이 배출하였다.

더 알아보기 **인간 활동에 따른 온실 기체의 배출**

- 폐기물 처리: 유기물 분해 과정에서 메테인이 발생한다.
- 축산업: 가축의 배설물 분해 과정에서 메테인이 발생한다.
- 화석 연료 연소: 발전소 등에서 화석 연료를 연소시킬 때 이산화 탄소가 배출된다.
- 냉장·냉방: 에어컨 등 냉매를 사용하는 기기에서 플루오린계 온실 기체가 배출될 수 있다.

08 대기 대순환

내신 실력 올리기 개념책 64~65 쪽

step1

㉠ 적어진다, ㉡ 과잉, ㉢ 부족, ㉣ 북동 무역풍, ㉤ 편서풍, ㉥ 극동풍, ㉦ 불균형

step2

01 낮아 02 높을 03 적다
04 자전 05 (1) ○ (2) ○ (3) ×

step3

01 ④ 02 ① 03 ㉠: 저위도, ㉡: 고위도 04 ②
05 ③

01 손전등과 모눈종이가 이루는 각이 작을수록 빛을 받는 면적이 넓고, 손전등과 모눈종이가 이루는 각이 클수록 같은 면적에 도달하는 빛의 양이 많다.

02 A는 태양 고도가 가장 높으므로 일정한 면적의 지표면에 도달하는 태양 복사 에너지양이 가장 많다. 일정한 면적의 지표면에 도달하는 태양 복사 에너지양은 저위도 지역으로 갈수록 많다.

03 저위도 지역은 태양 복사 에너지 흡수량이 지구 복사 에너지 방출량보다 많아 에너지 과잉 상태이고, 고위도 지역은 태양 복사 에너지 흡수량이 지구 복사 에너지 방출량보다 적어 에너지가 부족한 상태이다.

04 A는 지구 복사 에너지 방출량이 태양 복사 에너지 흡수량보다 많아 에너지가 부족한 상태이고, B는 태양 복사 에너지 흡수량이 지구 복사 에너지 방출량보다 많아 에너지 과잉 상태이다.

05 바로알기 | ㄹ. 대기 대순환은 저위도 지역의 남는 에너지를 고위도 지역으로 운반해 위도에 따른 에너지 불균형을 해소하는 역할을 한다.

핵심 암기력 UP 개념책 66 쪽

01 ①, ④ 02 ③ 03 ③

01 A는 대류권, B는 성층권, C는 중간권, D는 열권이다. 대기권은 높이에 따른 기온 분포를 기준으로 4 개의 권역으로 구분된다.

02 바로알기 | ㄷ. 대기권에 존재하는 공기의 대부분이 모여 있는 권역은 대류권(A)이다.

03 A 권역은 수증기가 있어서 기상 현상이 나타나지만, C 권역은 수증기가 거의 없어서 기상 현상이 나타나지 않는다. C 권역에서는 유성이 나타난다. 오존층이 있어 지표면에 도달하는 유해 자외선을 줄여 주는 권역은 B 권역(성층권)이다.

자료 해석력 UP 개념책 67 쪽

01 ② 02 ③ 03 ⑤

01 저위도 지역에서는 태양 고도가 높고, 고위도 지역에서는 태양 고도가 낮기 때문에 위도에 따라 지표면에 도달하는 태양 복사 에너지양이 다르다.

02 저위도 지역은 흡수하는 태양 복사 에너지양이 방출하는 지구 복사 에너지양보다 많고, 고위도 지역은 방출하는 지구 복사 에너지양이 흡수하는 태양 복사 에너지양보다 많다. 두 에너지양이 같아지는 곳은 중위도 지역에 해당한다.

03 대기 대순환은 저위도 지역의 남는 에너지를 고위도 지역으로 운반하면서 지구 전체의 에너지를 고르게 분배한다.

중단원 ✦ 실력 굳히기 개념책 68~69 쪽

01 ② 02 ① 03 ② 04 ⑤ 05 ③
06 ④ 07 ③ 08 ④ 09 ② 10 ⑤

01 대기권은 높이에 따른 기온 분포를 기준으로 4 개의 권역으로 구분되며, 지표면으로부터 약 1000 km 높이까지의 구간을 대기권으로 본다.

02 A 권역(대류권)은 대류가 활발하게 일어나고 수증기가 존재하므로 기상 현상이 나타난다. 또한 대부분의 공기가 모여 있다.
바로알기 | ②, ③ B 권역(성층권)은 높이 올라갈수록 기온이 높아지며, 오존층이 있다. ④ D 권역(열권)은 공기가 매우 희박하다. ⑤ B 권역(성층권)과 C 권역(중간권) 사이에는 성층권 계면이 있다.

03 (가)는 대류권에서 나타나는 기상 현상(구름)이고, (나)는 열권에서 주로 나타나는 오로라이다.

04 알루미늄 컵을 가열하면 알루미늄 컵 안의 온도는 높아지다가, 일정 시간이 지나 복사 평형 상태가 되면 더 이상 높아지지 않고 일정해진다.

05 지표면이 방출하는 지구 복사 에너지의 일부가 대기에 흡수되었다가 다시 지표면으로 방출되며 온실 효과가 일어난다. 이로 인해 지구의 평균 온도는 대기가 없을 때보다 더 높게 유지된다.

06 대기 중 온실 기체의 양이 증가하면 온실 효과가 강화되어 더 높은 온도에서 복사 평형이 이루어진다. 이로 인해 지구의 평균 기온이 점점 높아지는 현상을 지구 온난화라고 한다.

07 대기 중 온실 기체의 양이 증가하면 온실 효과가 강화되고, 그 결과 지구 온난화가 심해진다. 이는 기후 변화의 원인이 되어 폭염이나 가뭄 같은 이상 기후 현상의 발생 빈도를 증가시킬 수 있다.

08 태양 고도는 고위도 지역(B)보다 저위도 지역(A)에서 더 높다.

09 A는 위도 60°~90°에서 부는 극동풍, B는 위도 30°~60°에서 부는 편서풍, C는 위도 0°~30°에서 부는 무역풍이다. ㉠은 60이고, ㉡은 30이다.

10 대기 대순환은 지구 자전의 영향으로 3 개의 순환 고리를 형성하며, 에너지를 운반하여 지구 전체의 에너지를 고르게 분배하는 역할을 한다. 우리나라는 대체로 편서풍(B)의 영향을 받는다.

09 대기 중의 수증기

내신 실력 올리기 개념책 72~73 쪽

step1

㉠ 포화, ㉡ 불포화, ㉢ 증가, ㉣ 감소, ㉤ 응결, ㉥ 많을수록, ㉦ 높을수록

step2

01 7.6 02 높을 03 이슬점
04 (1) ○ (2) × (3) ×

step3

01 ③ 02 ④ 03 ① 04 ② 05 ① 06 ④

01 수증기의 응결은 공기 중의 수증기가 물로 변하는 현상이다. ①, ②, ④, ⑤는 모두 증발이 일어나는 경우이다.

02 일정한 양의 공기가 포함할 수 있는 수증기량에는 한계가 있다. 컵을 뚜껑으로 덮어 두면 처음에는 컵 속의 물이 증발하지만 컵 속 공기가 수증기로 가득 차 포화 상태가 되면 물의 양이 더 이상 줄어들지 않는다.

03 A 공기와 B 공기는 포화 상태이므로 각 공기에서 수증기의 응결이 일어나기 시작한다. 따라서 A 공기의 이슬점은 20 °C, B 공기의 이슬점은 30 °C이다.

04 이슬점은 공기가 포화 상태에 도달하여 공기 중의 수증기가 응결하기 시작할 때의 온도이다. 공기 중의 수증기량이 많아지면 이슬점이 높아지고, 기온이 낮아지면 이슬점이 낮아진다.

05 수증기량이 일정하면 기온이 높을수록 포화 수증기량이 증가하므로 상대 습도가 낮아진다.

더 알아보기 상대 습도의 변화

① 기온이 일정할 때
- 기온이 일정하면 포화 수증기량도 일정하다.
- 실제 수증기량이 많아지면 상대 습도가 증가하고, 실제 수증기량이 적어지면 상대 습도가 감소한다.

② 수증기량이 일정할 때
- 기온에 따라 포화 수증기량이 변한다.
- 기온이 낮아지면 포화 수증기량이 감소하여 상대 습도가 증가하고, 기온이 높아지면 포화 수증기량이 증가하여 상대 습도가 감소한다.

06 맑은 날 하루 동안 기온은 낮에 가장 높고, 상대 습도는 기온이 가장 낮은 새벽과 아침에 가장 높다. 맑은 날에는 대기 중의 수증기량이 거의 변하지 않으므로 이슬점은 거의 일정하다.

10 구름과 강수

내신 실력 올리기 개념책 76~77 쪽

step1

㉠ 열, ㉡ 하강, ㉢ 응결, ㉣ 층운형, ㉤ 적운형, ㉥ 빙정설, ㉦ 병합설

step2

01 단열 팽창 02 이슬점 03 상승
04 빙정설 05 (1) × (2) ○ (3) ○

step3

01 ④ 02 ③ 03 ④ 04 적운형 구름, 위로 솟아오르는 모양 05 ④ 06 ①

01 고도가 높아질수록 기압은 낮아진다. 공기 덩어리가 상승하면 주변 기압이 낮아져 공기 덩어리의 부피가 늘어나고, 이 과정에서 기온이 낮아진다.

02 공기 덩어리가 상승하면 단열 팽창이 일어나 기온이 낮아지고, 기온이 이슬점에 도달하면 수증기가 응결하면서 구름이 생성된다.

03 지표면이 강하게 가열될 때나 공기가 한군데로 모여들 때 등 공기 덩어리의 상승이 잘 일어나는 경우에 구름이 생성된다.

04 그림은 위로 솟아오르는 모양인 적운형 구름이다. 공기 덩어리가 강하게 상승하는 경우에 생성된다.

05 그림은 빙정설을 나타낸 것이다. 빙정설은 상층부의 온도가 0 °C 이하인 구름에서의 강수 과정을 설명하며, 물방울에서 증발한 수증기가 얼음 알갱이에 달라붙으면서 얼음 알갱이가 성장한다. 무거워진 얼음 알갱이는 떨어지면서 눈이 되고, 따뜻한 공기층과 만나 녹으면 비가 된다. 병합설은 구름 전체가 0 °C 이상인 구름에서의 강수 과정을 설명한다.

06 전체 온도가 0 °C 이상인 구름에서는 구름 속의 크고 작은 물방울들이 서로 충돌하여 합쳐지면서 성장한 후, 무거워지면 빗방울이 되어 떨어진다.

탐구 POOL 개념책 78 쪽

㉠ 높아 ㉡ 낮아 ㉢ 맑아 ㉣ 흐려 ㉤ 넣었을 ㉥ 구름

탐구 유형 문제 개념책 79 쪽

대표유형 ③

01 ⑤ 02 ① 03 ②

대표유형 **바로알기 |** ㄷ. 페트병 내부는 공기가 압축되어 온도가 높아지는 (가)에서 맑아지고, 공기가 팽창하여 온도가 낮아지는 (나)에서 뿌옇게 흐려진다.

01 공기를 압축하였다가 뚜껑을 열면 페트병 내부의 공기가 팽창하여 페트병 내부의 온도가 낮아지므로, 수증기가 응결하여 페트병 내부가 뿌옇게 흐려진다.

02 펌프를 누르면 내부 공기가 압축되어 온도가 높아지고 맑아진다. 이후 뚜껑을 열면 내부 공기가 팽창하여 온도가 낮아지므로 수증기가 응결하여 페트병 내부가 뿌옇게 흐려진다.

03 향 연기는 공기가 팽창하면서 수증기가 응결할 때 응결핵의 역할을 하여 응결이 잘 일어나도록 도와준다.

11 기압과 바람

내신 실력 올리기 개념책 82~83 쪽

step1

㉠ 낮아진다, ㉡ 기압, ㉢ 높은, ㉣ 낮은, ㉤ 하루, ㉥ 해풍, ㉦ 1 년

step2

01 76 02 1013 03 감소

04 바람 05 (1) × (2) ○

step3

01 ③ 02 ② 03 ④ 04 ② 05 ①

06 낮: 해풍, 밤: 육풍

01 비행기가 이륙할 때 귀가 먹먹해지는 것을 통해 기압의 변화를 느낄 수 있다.
바로알기 | ㄴ. 기압은 높이에 따라 달라지며, 같은 높이에서도 시간과 장소에 따라 달라진다.

02 수은을 가득 채운 유리관을 수은이 담긴 그릇에 거꾸로 세우면 A는 진공 상태가 된다. 유리관을 기울이거나 굵기가 다른 유리관을 사용해도 수은 기둥의 높이는 변하지 않는다.

03 1 기압은 약 76 cmHg이며, 약 1013 hPa에 해당한다. 이는 약 10 m 높이의 물기둥이 누르는 압력과 같다.

04 같은 시간 동안 가열하면 모래의 온도가 물의 온도보다 더 높아진다. 이에 따라 모래 위 공기가 상승하여 모래가 있는 쪽의 기압이 상대적으로 더 낮아지므로, 향 연기는 물에서 모래 방향으로 이동한다.

05 온도가 낮은 A(차가운 지표면)는 주변보다 기압이 높고 하강 기류가 생기므로 고기압이다. 온도가 높은 B(따뜻한 지표면)는 주변보다 기압이 낮고 상승 기류가 생기므로 저기압이다. 바람은 기압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 분다.

06 낮에는 육지가 바다보다 상대적으로 기압이 낮으므로 바다에서 육지로 해풍이 불고, 밤에는 육지가 바다보다 상대적으로 기압이 높으므로 육지에서 바다로 육풍이 분다.

더 알아보기 해륙풍이 부는 원리

- 육지가 바다보다 빨리 가열되거나 냉각되므로 육지와 바다 사이에 온도 차이가 생기고, 이에 따라 기압 차이가 생겨 바람이 분다.
- 낮에는 육지가 바다보다 빨리 가열되어 육지의 기압이 상대적으로 낮아지므로 해풍이 분다.
- 밤에는 육지가 바다보다 빨리 냉각되어 육지의 기압이 상대적으로 높아지므로 육풍이 분다.

12 기단과 날씨

내신 실력 올리기 개념책 86~87 쪽

step1

㉠ 기단, ㉡ 북태평양, ㉢ 전선면, ㉣ 적운형, ㉤ 층운형, ㉥ 하강, ㉦ 상승

step2

01 건조 02 한랭 03 온난

04 날씨 05 (1) ○ (2) ○

step3

01 ③ 02 ① 03 ⑤ 04 ① 05 ⑤

06 적운형 구름

01 기단은 만들어지는 장소에 따라 성질이 다르다. 저위도 지역에서 만들어진 기단은 대체로 따뜻하고, 고위도 지역에서 만들어진 기단은 대체로 차갑다.

02 A는 시베리아 기단, B는 오호츠크해 기단, C는 양쯔강 기단, D는 적도 기단, E는 북태평양 기단이다.
바로알기 | ②, ④ A, C 기단은 대륙에서 만들어지고 B, D, E 기단은 해양에서 만들어진다. ③, ⑤ C 기단은 우리나라의 봄과 가을철 날씨에, E 기단은 여름철 날씨에 영향을 준다.

03 전선을 경계로 기온, 습도, 바람 등이 크게 달라진다. 온난 전선 앞쪽에서는 층운형 구름이 형성되며 넓은 지역에 오랫동안 약한 비가 내리고, 한랭 전선 뒤쪽에서는 적운형 구름이 형성되며 좁은 지역에 강한 비가 내린다.

04 그림은 따뜻한 기단이 찬 기단 쪽으로 이동하여 찬 기단을 타고 올라갈 때 형성되는 온난 전선이다. 온난 전선은 전선면의 기울기가 완만하며, 온난 전선 앞쪽에서는 층운형 구름이 형성되고 넓은 지역에 오랫동안 약한 비가 내린다.

05 A는 고기압, B는 저기압이다. 고기압에서는 바람이 시계 방향으로 불어 나가며 하강 기류가 생기고, 저기압에서는 바람이 시계 반대 방향으로 불어 들어가며 상승 기류가 생긴다.

06 중위도 저기압의 한랭 전선 뒤쪽에서는 적운형 구름이 형성되며 좁은 지역에 강한 비가 내린다.

탐구 POOL 개념책 88 쪽

㉠ 바람 ㉡ 강수량 ㉢ 구름 ㉣ 날씨

탐구 유형 문제 개념책 89 쪽

대표유형 ⑤

01 ② 02 ⑤

대표유형 일기도에는 고기압과 저기압의 위치, 전선 등을 표시한다. 기압의 위치를 통해 바람이 부는 방향을 알 수 있고, 전선의 이동에 따라 날씨가 달라지므로 일기도를 분석하면 날씨를 해석할 수 있다.

01 레이더 영상으로는 비가 내리고 있는 지역과 강수량 등을 알 수 있다.
바로알기 | ㄱ. 바람이 부는 방향은 일기도를 통해 알 수 있다.
ㄷ. 제시된 그림에서는 우리나라 남부 지역에 비가 내리지 않고 있다.

02 강수량은 레이더 영상을 통해 알 수 있다. 위성 영상을 통해 우리나라 전역에 구름이 분포하고 있다는 것을 알 수 있다. 일기도를 통해 고기압과 저기압이 발달한 곳을 알 수 있으며, 현재 우리나라 남서쪽에 중위도 저기압이 형성되어 있는 것을 알 수 있다. 이는 편서풍의 영향을 받아 이동하므로, 앞으로 우리나라 남부 지역에서 넓은 범위에 걸쳐 약한 비가 계속될 것이다.

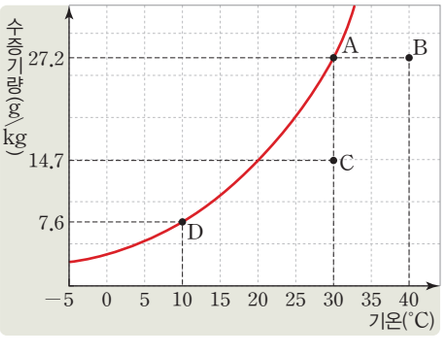
자료 해석력 UP 개념책 90 쪽

01 ① 02 ③ 03 ①

01 A 공기는 포화 상태이므로 상대 습도가 100 %이다.
바로알기 | ② B 공기는 A 공기보다 기온이 높으므로 포화 수증기량이 더 많다. ③ B 공기는 C 공기보다 수증기량이 많으므로 이슬점이 더 높다. ④, ⑤ A 공기와 D 공기만 포화 상태이며, D 공기의 이슬점은 10 °C이다.

02

자료 분석 기온에 따른 포화 수증기량 곡선 분석하기



- A 공기: 포화 상태, 상대 습도 100 %, 이슬점 30 °C
- B 공기: 불포화 상태, 이슬점 30 °C
- C 공기: 불포화 상태, 이슬점 20 °C
- D 공기: 포화 상태, 상대 습도 100 %, 이슬점 10 °C

B 공기는 기온이 가장 높으므로 포화 수증기량이 가장 많고, D 공기는 수증기량이 가장 적으므로 이슬점이 가장 낮다.

03 이 공기의 이슬점이 10 °C이므로, 실제 수증기량은 10 °C에서의 포화 수증기량과 같은 7.6 g/kg이다. 현재 기온은 20 °C이고, 이때의 포화 수증기량은 14.7 g/kg이므로 실제 수증기량이 포화 수증기량보다 적다. 따라서 이 공기는 불포화 상태이다.
상대 습도는 $\frac{7.6\ \text{g/kg}}{14.7\ \text{g/kg}} \times 100 =$ 약 52(%)이다.

핵심 암기력 UP 개념책 91 쪽

01 ③ 02 ⑤ 03 ③

01 바로알기 | ③ 전선 부근에서는 구름이 형성되고 비가 내리기도 한다.

02 그림은 한랭 전선의 기호이다. 한랭 전선은 전선면의 기울기가 급하여 적운형 구름이 형성되고, 좁은 지역에 강한 비가 내린다.

03 그림은 온난 전선으로, 따뜻한 기단(A)이 찬 기단(B) 쪽으로 이동하여 찬 기단을 타고 올라갈 때 형성된다. 이때 전선면을 따라 따뜻한 공기가 느리게 상승하여 층운형 구름이 형성된다.

중단원 실력 굳히기 개념책 92~93 쪽

01 ④ 02 ② 03 ③ 04 ④ 05 ①
06 ② 07 ⑤ 08 ④ 09 ② 10 ③
11 ③ 12 ⑤

01 실내에서 가습기를 사용하면 실내 공기 중의 수증기량이 증가한다. 제습기는 공기 중의 수증기를 제거하며, 음료수병의 표면에 맺힌 물방울은 공기 중의 수증기가 응결하여 생긴 것이다.

02 방 안을 따뜻하게 하면 기온이 높아지므로 포화 수증기량이 증가한다. 이때 방 안의 수증기량이 변하지 않으므로 이슬점은 변하지 않고, 상대 습도는 낮아진다.

03 바로알기 | ㄴ. 상대 습도가 낮을수록 건조하고, 높을수록 습하다.

04 간이 가압 장치의 펌프를 여러 번 누르면 페트병 내부의 공기가 압축되어 온도가 높아진다. 그 결과 포화 수증기량도 증가한다.

05 간이 가압 장치의 펌프를 여러 번 눌러 내부 공기를 압축한 후 뚜껑을 빠르게 열면, 내부 공기가 팽창하여 온도가 낮아지고, 수증기가 응결하여 페트병 내부가 뿌옇게 흐려진다. 이를 통해 구름의 생성 과정을 알아볼 수 있다.

06 병합설은 구름 전체의 온도가 0 °C 이상인 구름에서의 강수 과정을 설명한다. 이때 구름은 대부분 물방울로 이루어진다.

07 기압은 공기를 이루는 입자가 충돌하면서 단위 면적에 작용하는 힘으로, 모든 방향으로 작용한다. 공기의 양이 증가하여 공기의 밀도가 커지면 기압이 높아진다.

08 공기는 대부분 대류권에 모여 있으므로 지표면에서 높이 올라갈수록 공기의 양이 감소하여 기압이 낮아진다.

09 낮에는 육지가 바다보다 빨리 가열되어 육지의 기압이 상대적으로 낮아지므로 바다에서 육지로 해풍이 분다. 반면, 밤에는 육지가 바다보다 빨리 냉각되어 바다의 기압이 상대적으로 낮아지므로 육지에서 바다로 육풍이 분다.

10 바로알기 | ③ 기단은 만들어진 곳으로부터 다른 곳으로 이동하면 성질이 변하기도 한다.

11 북반구의 고기압에서는 바람이 중심에서 바깥쪽을 향해 시계 방향으로 불어 나간다.
바로알기 | ㄴ. 저기압에서는 상승 기류가, 고기압에서는 하강 기류가 생긴다.

12 A는 한랭 전선, B는 온난 전선이다. A의 뒤쪽에서는 강한 비가, B의 앞쪽에서는 약한 비가 내린다. A와 B 사이에서는 대체로 맑은 날씨가 나타난다.

01 A는 대류권, B는 성층권, C는 중간권, D는 열권이다.

02 오로라는 주로 열권에서 나타난다. 열권은 공기가 매우 희박하고 낮과 밤의 기온 차이가 매우 크다.

03 지구뿐만 아니라 대기가 없는 달도 복사 평형을 이룬다. 지구는 대기가 있어서 달보다 더 높은 온도에서 복사 평형을 이룬다.

04 온실 효과는 지표면에서 방출되는 복사 에너지의 일부를 대기가 흡수하였다가 지표면으로 되돌려 보내서 지구의 평균 기온이 높게 나타나는 현상이다.

05 대기 중 온실 기체의 양이 증가하면 온실 효과가 강화되어 더 높은 온도에서 복사 평형이 이루어진다. 이로 인해 지구의 평균 기온이 점점 높아지는 지구 온난화가 일어난다.

06 지구 온난화는 지구 환경과 일상생활에 영향을 준다. 지구 온난화가 심해지면 집중 호우, 가뭄 등의 기상 이변이 자주 발생하고, 빙하 면적 감소, 해수면 상승, 사막화 현상, 생태계 변화, 질병 위험 증가, 대형 산불 발생 증가 등이 나타날 수 있다.

07 극지방과 같은 고위도 지역은 태양 복사 에너지 흡수량이 지구 복사 에너지 방출량보다 적어서 에너지가 부족한 상태이다. 반면 적도 지역과 같은 저위도 지역은 에너지 과잉 상태이다.

08 대기 대순환은 지표면이 흡수하는 태양 복사 에너지양과 방출하는 지구 복사 에너지양의 차이로 생기는 위도에 따른 에너지 불균형을 해소하는 역할을 한다.

09 위도 0°~30°에서는 무역풍이, 위도 30°~60°에서는 편서풍(A)이, 위도 60°~90°에서는 극동풍이 분다. 우리나라는 주로 편서풍의 영향을 받는다.

10 바로알기 | ① 이른 아침에 안개가 끼는 것은 응결이 일어나는 경우이다.

11 A 공기와 B 공기 모두 포화 상태이므로 상대 습도는 100 %로 같다.
바로알기 | ㄱ. A 공기의 이슬점은 30 °C이고, B 공기의 이슬점은 20 °C이다. ㄷ. 이슬점이 높을수록 현재 공기 중에 포함된 실제 수증기량이 많으므로, A 공기의 실제 수증기량이 더 많다.

12 B 공기는 포화 상태이므로 상대 습도가 100 %이다.
바로알기 | ㄱ. 포화 수증기량은 기온이 가장 높은 C 공기에서 가장 많다. ㄷ. C 공기는 현재 25 °C이지만 이슬점은 21 °C이므로, 불포화 상태이다.

13 대기 중의 수증기량이 거의 일정할 때, 기온이 높아지는 낮에는 포화 수증기량이 증가하여 상대 습도가 낮아지고, 기온이 낮아지는 밤에는 포화 수증기량이 감소하여 상대 습도가 높아진다.
바로알기 | ④ 맑은 날에는 대기 중의 수증기량이 거의 일정하므로 이슬점도 거의 일정하다.

14 펌프를 눌러 장치 내부의 공기를 압축하면 온도가 높아져서 내부 공기의 포화 수증기량이 증가한다. 이후 밸브를 열어 공기를 팽창시키면 온도가 낮아지고 포화 수증기량이 감소해서 수증기가 응결하므로 장치 내부가 뿌옇게 흐려진다.

대단원 마무리 ✦ 단원 평가하기

개념책 95~99 쪽

01 ②	02 ⑤	03 ③	04 ③	05 ⑤
06 ④	07 ⑤	08 ④	09 ②	10 ①
11 ①	12 ②	13 ④	14 ②	15 ③
16 ⑤	17 ③	18 ③	19 ④	20 ①
21 ④	22 ①	23 ⑤	24~30 해설 참조	

15 펌프를 눌러 장치 내부의 공기를 압축한 후 밸브를 열면, 공기가 팽창하면서 온도가 낮아져 수증기가 응결한다. 이는 더운 여름에 지표면 부근에서 가열된 공기 덩어리가 상승하면서 단열 팽창하여 온도가 낮아지고, 수증기가 응결하여 구름이 생성되는 현상과 같은 원리이다.

16 향 연기는 수증기가 응결하는 과정에서 응결핵으로 작용하여 수증기의 응결을 돕는다.

17 공기 덩어리가 상승하면 단열 팽창을 하여 기온이 낮아지고, 포화 수증기량이 감소하여 상대 습도가 높아진다.

18 공기 덩어리가 상승하면 단열 팽창을 하면서 기온이 낮아져 이슬점에 도달하고, 수증기가 응결하면서 구름이 생성된다.

19 **바로알기** | ㄱ. 병합설은 구름 전체의 온도가 0 ℃ 이상인 구름에서의 강수 과정을 설명한다.

20 기압은 모든 방향으로 작용한다. 따라서 종이를 받친 손을 떼어도 종이 아래쪽의 기압이 종이를 밀어 올리므로 물이 쏟아지지 않는다.

21 **바로알기** | ㄱ. 바람은 기압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 공기가 이동하여 분다.

22 A는 시베리아 기단, B는 오호츠크해 기단, C는 양쯔강 기단, D는 적도 기단, E는 북태평양 기단이다.
바로알기 | ② B 기단은 한랭 다습하다. ③ A 기단은 한랭 건조하므로 고온 다습한 E 기단보다 습도가 낮다. ④ C 기단은 온난 건조하므로 D 기단보다 온도가 낮다. ⑤ D 기단과 E 기단은 주로 여름철에 영향을 준다.

23 A는 한랭 전선, B는 온난 전선이다. 한랭 전선과 온난 전선 사이의 지역은 날씨가 대체로 맑다.

24 [모범 답안] (1) A: 대류권, C: 중간권 (2) 두 권역 모두 높이 올라갈수록 기온이 낮아지므로 대류 현상이 나타난다.

채점 기준	배점
(1)과 (2) 모두 옳게 쓴 경우	상
(2)만 옳게 쓴 경우	중
(1)만 옳게 쓴 경우	하

25 [모범 답안] 대기 중 온실 기체의 양이 증가하면 온실 효과가 강화되어 지구의 평균 기온이 점점 높아지는 지구 온난화가 일어난다.

채점 기준	배점
제시된 용어를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	상
제시된 용어 중 일부만 포함하여 옳게 서술한 경우	하

26 [모범 답안] 갈 때는 서쪽으로 부는 북동 무역풍을 이용하여 항해했고, 돌아올 때는 동쪽으로 부는 편서풍을 이용하여 항해했기 때문이다.

채점 기준	배점
두 지점을 오갈 때의 항해 경로를 대기 대순환과 연관 지어 옳게 서술한 경우	상
두 항해 경로 중 한 가지만 대기 대순환과 연관 지어 옳게 서술한 경우	하

27 [모범 답안] A 공기는 불포화 상태이므로, 공기를 냉각하여 기온을 이슬점까지 낮추거나 포화 수증기량에 도달할 때까지 수증기를 더 공급한다.

채점 기준	배점
두 가지 방법을 모두 옳게 서술한 경우	상
한 가지 방법만 옳게 서술한 경우	하

28 [모범 답안] 구름 전체의 온도가 0 ℃ 이상인 구름은 대부분 물방울로 이루어진다. 이 구름에서는 크고 작은 물방울들이 서로 충돌하고 합쳐지면서 성장하여 빗방울이 만들어진다.

채점 기준	배점
병합설에서의 강수 과정을 옳게 서술한 경우	상
병합설에서의 강수 과정 중 일부만 옳게 서술한 경우	하

29 [모범 답안] 낮에는 육지가 바다보다 빨리 가열되어 기온이 높아지고, 따뜻해진 공기가 상승하면서 육지의 기압이 상대적으로 낮아진다. 따라서 기압이 높은 바다에서 기압이 낮은 육지로 공기가 이동하며 해풍이 분다.

채점 기준	배점
해풍이 부는 까닭을 육지와 바다의 기온 및 기압 차이와 연관 지어 옳게 서술한 경우	상
기압의 차이만 연관 지어 서술한 경우	하

30 [모범 답안] 시베리아 기단, 우리나라는 겨울철에 주로 시베리아 기단의 영향을 받는다. 시베리아 기단은 고위도 대륙에서 만들어져 기온이 낮고 건조하므로, 우리나라의 겨울철에는 기온이 낮고 건조한 날씨가 나타난다.

채점 기준	배점
우리나라의 겨울철에 주로 영향을 주는 기단과 기단의 특징을 중심으로 날씨를 옳게 서술한 경우	상
우리나라의 겨울철에 주로 영향을 주는 기단만 쓴 경우	하

Ⅲ. 수권과 해수의 순환

13 수권의 분포 및 물의 활용과 가치

내신 실력 올리기 개념책 104~105 쪽

step1

㉠ 호수와 강 등, ㉡ 지하수, ㉢ 해수 담수화

step2

01 수권　02 해수　03 수자원
04 지하수　05 (1) ×　(2) ○

step3

01 ④　02 ⑤　03 ④, ⑤
04 해수　05 ⑤　06 ⑤
07 ③

01 빙하처럼 고체 상태로 존재하는 물도 수권에 포함된다.

02 수권은 생명체에 필요한 물을 제공해 주고, 지구의 평균 온도를 일정하게 유지해 준다. 태양 복사 에너지를 흡수하고, 해류를 통해 에너지를 이동시키는 역할을 한다.

03 수권의 약 97 %는 해수이며, 담수는 약 3 %에 불과하다. 담수 중에서도 가장 많은 양을 차지하는 것은 고체 상태의 빙하이며, 우리가 쉽게 이용할 수 있는 물은 주로 호수와 강물이다.

04 해수는 수권의 약 97 %를 차지한다.

05 수권은 해수가 약 97.47 %로 대부분을 차지하고, 약 2.53 %는 빙하, 지하수, 호수와 강 등이 차지한다. 이 중에서 해수와 달리 짠맛이 나지 않는 물을 담수라고 한다. 담수 중 가장 많은 양을 차지하는 것은 빙하이며, 나머지는 지하수, 호수와 강 등이 차지한다.

06 인구가 증가하고 산업이 발달함에 따라 공업용수와 생활용수 등 물 사용량이 증가하고 있다. 수자원으로 이용되는 물은 주로 담수이며, 생활, 농업, 공업 등 다양한 분야에서 활용된다.

07 빗물을 저장하여 재사용하거나 담수화 과정을 거친 해수를 활용하면 지속가능한 수자원 활용에 도움이 될 수 있다.
바로알기 | ㄷ. 빙하는 한정된 자원이므로 대량으로 녹여 활용하는 것은 지속가능한 수자원 활용 방안으로 적절하지 않다.

자료 해석력 UP 개념책 106 쪽

01 ⑤　02 ④

01 수권의 대부분은 해수이며, 담수 중에서는 빙하가 가장 많은 양을 차지한다. 그러나 빙하는 극지방이나 고산 지대에 분포하여 이용하기 어렵다. 따라서 우리는 주로 호수와 지표면을 흐르는 강물 등을 이용하거나 땅속의 지하수를 개발한다.
바로알기 | ⑤ 우리가 가장 쉽게 이용할 수 있는 물은 호수와 강 등이다.

02 해수는 수권에서 가장 많은 양을 차지한다. 담수 중에서는 빙하가 가장 많은 양을 차지하며, 그 다음으로는 지하수가 많다. 우리가 일상에서 쉽게 이용할 수 있는 호수와 강 등은 그 양이 매우 적다. 따라서 수권의 구성 요소가 수권에서 차지하는 비율을 비교하면 해수(C) > 빙하(B) > 지하수(D) > 호수와 강(A)이다.

문제 해결력 UP 개념책 107 쪽

01 ②　02 ④

01 우리나라는 지하수보다 강물을 더 많이 이용하며, 여름철에 강수가 집중되므로 바다로 유출되는 물의 양도 겨울철보다 여름철에 더 많다.

02 우리나라의 수자원 이용 총량은 생활 수준이 높아지고 산업 발달로 인해 증가해 왔다. 물을 절약하면 생활용수 사용량을 줄일 수 있으며, 농업용수는 47.5 %로 공업용수보다 많이 이용된다.

중단원 실력 굳히기 개념책 108~109 쪽

01 ③　02 ⑤　03 ⑤　04 ③　05 ④
06 ②　07 ④　08 ③　09 ②

01 학생 A: 지구에 분포하는 물은 대부분 해수이다. 학생 B: 빙하와 같은 고체 상태의 물도 수권에 포함된다.

02 (가)는 지하수로 수권의 약 0.76 %, (나)는 빙하로 약 1.76 %를 차지하므로 (가)가 (나)보다 수권에서 차지하는 비율이 작다. 지하수와 빙하도 물의 순환이 일어난다.
바로알기 | ③ 우리나라에는 빙하가 분포하지 않으므로 수자원으로 이용하기 어렵다.

03 지구 온난화가 심해지면 빙하(㉠)가 녹아 그 양이 감소하고, 해수(㉢)의 양이 증가한다.

04 A는 해수, B는 지하수, C는 호수와 강이다.
ㄱ. 지구의 물 중 액체 상태로 존재하는 물은 해수, 지하수, 호수와 강이므로 그 비율은 97.47 %+0.76 %+0.01 %=98.24 %로 약 98.2 %이다.
ㄴ. 강수량이 부족한 지역에서는 지역의 환경에 따라 해수의 염분을 제거한 물이나 빙하가 녹은 물을 이용하기도 한다.
바로알기 | ㄷ. 호수와 강(C)은 양이 매우 적지만 우리가 쉽게 이용할 수 있는 물이다.

05 지하수 저류댐은 땅속에 물막이벽을 세워 바다로 흘러가는 지하수를 가두어 저장하는 시설이다. 땅속에 물을 저장하므로 물의 증발에 의한 손실이 거의 없고, 지상 댐과 달리 수몰 지역이 생기지 않는다는 장점이 있다.

06 (가)는 주로 육지의 담수를 이용하는 수력 발전이고, (나)는 해수를 이용하는 조력 발전이다. 두 발전 방식은 모두 물을 이용하여 전기 에너지를 얻는다.

07 우리가 이용할 수 있는 물의 양은 한정되어 있으므로 우리가 필요한 양만 사용하고 지속가능한 활용 방안을 찾기 위해 노력해야 한다.

08 전 세계적으로 수자원 사용량이 증가한 주요 원인은 인구 증가와 생활 수준 향상 등으로 인해 물 사용량이 증가하기 때문이다.

09 오염된 물은 정화한 후에 방류해야 추가적인 수자원 오염을 막을 수 있다.

14 해수의 특성

내신 실력 올리기 개념책 112~113 쪽

step1

㉠ 바람, ㉡ 심해층, ㉢ 염분, ㉣ 수온

step2

01 태양 **02** 수온 **03** psu
04 높아 **05** (1) ○ (2) ×

step3

01 ⑤ **02** ④ **03** 30 psu
04 ① **05** ⑤ **06** ③
07 ①

01 해수의 표층 수온에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 태양 복사 에너지의 양이다.

02 해수는 깊이에 따른 수온 분포를 기준으로 혼합층(C), 수온 약층(B), 심해층(A)의 3 개의 층으로 구분한다.

03 염분은 해수 1000 g 속에 녹아 있는 염류의 g 수 이다. 이 해수에는 해수 1000 g에 염류 30 g이 녹아있으므로 30 psu이다.

04 해수에 녹아 있는 염류의 총량은 해역에 따라 조금씩 다르지만 각 염류가 차지하는 비율은 거의 동일하다. 해수에 가장 많이 녹아 있는 염류는 염화 나트륨이고, 그 다음은 염화 마그네슘, 황산 마그네슘이다.

05 바로알기 | ⑤ 염분은 해수 1000 g 속에 녹아 있는 염류의 총량을 g 수로 나타낸 것이다.

06 증발량이 증가하거나 담수의 유입량이 줄어들면 해수의 염분이 높아진다. 반대로 강수량이 증가하거나 육지의 빙하가 녹은 물이 바다로 유입되면 염분이 낮아진다.

07 표층 염분은 강수량과 담수 유입량이 적은 겨울철이 여름철보다 대체로 높다.
바로알기 | ㄴ. 표층 수온의 연교차는 수심이 얕은 황해가 동해보다 크다.
ㄷ. 동해의 표층 수온은 남쪽에서 북쪽으로 갈수록 대체로 낮아진다.

탐구 POOL 개념책 114 쪽

㉠ 높다 ㉡ 낮 ㉢ 작았다

탐구 유형 문제 개념책 115 쪽

대표유형 ⑤
01 ③ **02** ①

대표유형 적외선 전등의 세기가 강할수록 수조의 물이 흡수하는 복사 에너지의 양이 많아지므로 수면 부근의 수온이 높아진다. 휴대용 선풍기의 바람은 수면 부근의 물을 혼합시켜 수온이 일정한 층을 형성한다.

01 ㉠이 작을수록 단위 면적에 도달하는 전등의 복사 에너지양이 많아져 수면 부근의 수온이 높아진다.
바로알기 | ㄷ. ㉡이 클수록 표층의 혼합이 잘 일어나 표면과 바닥의 수온 차가 작아진다.

02 가열하기 전에는 깊이에 따른 수온이 거의 일정하므로 A는 ㉠이다. 적외선 전등으로 가열하면 수면 부근의 수온이 가장 높게 나타나므로 B는 ㉡이다. 이후 선풍기로 바람을 일으키면 수면 부근의 물이 혼합되어 수온이 일정한 구간이 나타나므로 C는 ㉢이다.

탐구 POOL 개념책 116 쪽

㉠ 크다 ㉡ 여름철

탐구 유형 문제 개념책 117 쪽

대표유형 ⑤
01 ③ **02** ②

대표유형 표층 수온은 (가)가 (나)보다 전반적으로 높으므로 (가)는 8 월, (나)는 2 월에 측정한 자료이다. (나)의 동해에서는 북쪽으로 갈수록 표층 수온이 대체로 낮아진다. 또한 수심이 얕은 황해는 남해보다 표층 수온의 연교차가 크다.

01 (가)는 강수량과 담수의 유입이 많은 8 월, (나)는 2 월의 표층 염분 분포이다. (가)에서 동해 연안은 강물 등이 유입되므로 바다 가운데보다 표층 염분이 낮다. (나)에서 동해의 표층 염분은 북쪽으로 갈수록 대체로 낮아진다. 제주도 부근의 여름철과 겨울철 표층 염분의 차이는 2 psu보다 크다.

02 깊이 100 m에서는 A와 B의 수온 차가 크지만, 깊이 300 m에서는 수온 차가 거의 없다.
바로알기 | ㄱ. A는 8 월, B는 2 월에 측정한 자료이다.
ㄴ. 혼합층의 두께는 B가 A보다 두꺼우므로 바람의 평균 세기는 B일 때 더 강하다.

15 해양의 표층 순환과 기후 변화

내신 실력 올리기 개념책 120~121 쪽

step1

㉠ 해류, ㉡ 북동 무역풍, ㉢ 편서풍

step2

01 해수	02 바람	03 시계
04 남북	05 (1) ○ (2) ×	

step3

01 ④	02 ②	03 ④
04 ②	05 ③	06 ⑤

01 표층 해류는 일정한 방향으로 지속적으로 흐르며, 주로 대기 대순환에 의해 부는 바람의 영향을 받아 발생한다.

02 휴대용 선풍기의 바람에 의해 수조의 물이 이동하는 현상을 필름 조각을 이용하여 관찰하는 실험이다. 이를 통해 바람에 의해 표층 해류가 형성되는 원리를 알 수 있다.

03 지구에서는 대기 대순환으로 인해 위도에 따라 북동 무역풍과 편서풍이 지속적으로 분다. 이 바람의 영향으로 북반구 해양에서 표층 해류를 시계 방향으로 순환한다.

04 북적도 해류는 무역풍의 영향으로 서쪽으로 흐르는 해류이고, 북태평양 해류는 편서풍의 영향으로 동쪽으로 흐르는 해류이다.

05 한류는 고위도 지역에서 저위도 지역으로 흐르고, 난류는 저위도 지역에서 고위도 지역으로 흐른다. 한류는 난류보다 수온이 낮으며, 에너지 수송량도 적다. 쿠로시오 해류는 북태평양에서 흐르는 대표적인 난류이다.

06 해류는 저위도 지역의 남는 에너지를 고위도 지역으로 운반하여 지구의 에너지를 재분배하며, 해안 지역의 기온과 습도에 영향을 준다. 최근 지구 온난화로 해류가 변하면서 해류의 영향을 받는 지역의 기후에 영향을 주고 있다.

자료 해석력 UP 개념책 122 쪽

01 ③ 02 ③

01 수온 약층은 수심이 깊어질수록 밀도가 커지므로 안정한 구조를 가지고 있어 대류가 거의 일어나지 않는다.

02 깊이 0~50 m는 혼합층, 깊이 50~200 m는 수온 약층, 깊이 200~500 m는 심해층에 해당한다. ㄷ. 깊이 300 m는 심해층이므로 계절에 따른 수온 변화가 거의 나타나지 않는다.
바로알기 | ㄴ. 깊이 150 m 부근은 수온 약층이므로 대류 현상이 거의 일어나지 않는다.

문제 해결력 UP 개념책 123 쪽

01 ④ 02 ②

01 지구에서는 대기 대순환으로 인해 위도에 따라 무역풍과 편서풍이 지속적으로 분다. 이 바람의 영향으로 북반구 해양에서는 시계방향으로 순환하는 표층 해류가 흐른다.

02 ㄱ. A 해역에는 쿠로시오 해류가 북쪽으로 흐른다.
ㄴ. B 해역에서는 편서풍의 영향으로 북태평양 해류가 동쪽으로 흐른다.

중단원 ✦ 실력 굳히기 개념책 124~125 쪽

01 ③	02 ④	03 ②	04 ③	05 ②
06 (나)	07 ②	08 ②	09 ④	10 ⑤

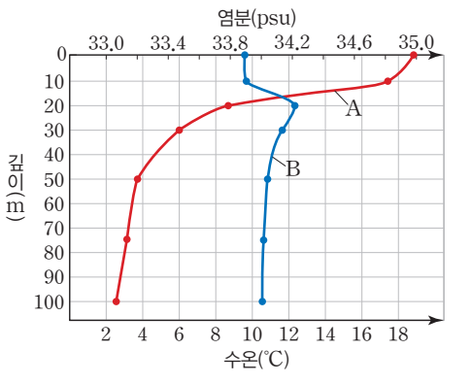
01 깊이에 따른 수온 변화는 수온 약층에서 가장 크고, 심해층에서는 매우 작다.

02 적외선 전등과 수면 사이의 거리가 가까울수록 수면 부근의 물이 더 많이 가열되므로 수면 부근의 수온은 B보다 A에서 높다. B와 C는 적외선 전등과 수면 사이의 거리가 같지만, C에서 바람을 일으킨 시간이 더 길다. 바람을 오래 일으킬수록 물이 더 깊은 곳까지 섞이므로 혼합층의 두께는 B보다 C에서 두껍다. A~C에서는 모두 수면 부근의 물이 가열되고 바람에 의해 물이 섞이므로 혼합층 아래에 수온 약층이 나타난다.

03 해수 500 g에 녹아 있는 염류의 양이 17 g이므로 해수 1000 g에 녹아 있는 염류의 양은 34 g이다. 따라서 염분은 34 psu이다.

04

자료 분석 깊이에 따른 수온 분포와 염분 분포



A는 수심이 깊어질수록 값이 크게 낮아지는 것으로 보아 수온 분포이고, B는 깊이에 따른 값의 변화가 비교적 작은 것으로 보아 염분 분포이다.

A는 수온 분포, B는 염분 분포이다. 깊이 20 m 부근은 수온 약층에 해당하므로 대류가 거의 일어나지 않는다.

05 표층 염분 분포에 가장 큰 영향을 주는 요인은 증발량과 강수량의 차이이다. 대서양은 태평양보다 증발량이 많아 표층 염분이 대체로 높다. 적도 해역은 강수량이 많으므로 (증발량－강수량)의 값이 작고, 중위도 해역은 증발량이 많아 그 값이 크다.

06 우리나라는 여름철에 강수량이 집중되므로 주변 해역의 표층 염분이 더 낮은 (나)가 여름철에 측정한 자료에 해당한다.

07 해류는 일정한 방향으로 지속적으로 흐르며, 난류는 저위도 지역에서 고위도 지역으로, 한류는 고위도 지역에서 저위도 지역으로 흐르는 해류를 말한다.

08 ㉠은 서쪽에서 동쪽으로 부는 바람으로 북태평양 해류의 형성에 영향을 준다.

09 A 지역은 난류인 쿠로시오 해류의 영향을 받아 여름철에 습하고 무더운 날씨가 나타나고, B 지역은 한류인 캘리포니아 해류의 영향을 받아 여름철에 서늘하고 건조한 날씨가 나타난다. 또한 난류는 한류보다 고위도 지역으로 수송하는 에너지양이 많다.

10 자료에서 표층 수온 변화량은 황해보다 동해에서 대체로 크게 나타난다. 표층 수온이 높아지면 바다의 영향을 받는 해안 지역의 겨울철 평균 기온도 높아질 수 있다.

대단원 마무리 ✦ 단원 평가하기

개념책 127~131 쪽

01 ①	02 ①	03 ③	04 ②	05 ⑤
06 ②	07 ④	08 ②	09 ②	10 ②
11 ①	12 ⑤	13 ⑤	14 ③	15 ⑤
16 ④	17 ①	18 ⑤	19 ④	20 ①
21 ③	22 ⑤	23~29 해설 참조		

01 수권을 구성하는 요소는 해수, 빙하, 지하수, 호수와 강 등이다. 수증기는 수권에 포함되지 않는다.

02 육지에 분포하는 물은 빙하, 지하수, 호수와 강 등이며, 이들은 대부분 담수이다.

03 해수는 연직 수온 분포에 따라 3 개의 층으로 구분되며, 담수에는 빙하, 지하수, 호수와 강 등이 있다.
바로알기 | ㄴ. 담수에서 가장 많이 차지하는 것은 빙하이다.

04 지구에 분포하는 빙하의 대부분은 남극 대륙과 그린란드 대륙에 분포하며, 일부는 고산 지대에 분포한다.

05 ⑤ A는 염류가 녹아 있는 해수로 담수인 B에 비해 물의 밀도가 크다.
바로알기 | ① A는 해수이다.
② 지하수는 담수(B)에 속한다.
③ A인 해수는 짠맛을 없애는 담수화 과정을 거치고, B인 담수는 강과 호수는 지표면에 드러나 있어 쉽게 이용할 수 있다.
④ 담수(B)에는 고체 상태인 빙하도 존재한다.

06 ④ 물은 계속 순환하지만, 이용할 수 있는 물의 양은 지역과 시기에 따라 달라질 수 있다. 따라서 물을 오염시키지 않고 지속 가능한 이용을 위해 노력해야 한다.

07 생활용수로 가장 많이 활용하는 수자원은 지표에 분포하는 호수와 강 등이다.

08 A: 물의 재사용량을 늘이면 수자원 확보에 도움이 된다. C: 지하수는 오염을 예방하고 이용량을 적절히 관리하면 지속가능한 수자원으로 이용할 수 있다.

09 우리나라는 주로 호수와 강 등을 수자원으로 이용하고 있으며, 가장 많이 활용되는 분야는 농업용수이다.

10 바로알기 | ㄱ. 해수면의 온도는 태양 복사 에너지를 많이 받는 적도 부근에서 가장 높다.
ㄴ. 적도 부근은 계절에 따른 기온 변화가 적으므로 중위도 해역보다 상대적으로 해수면 온도의 연교차가 작다.

11 선풍기 바람을 일으킨 후에 물이 잘 섞여 수온이 일정한 구간이 나타난다.

12 바로알기 | ① 대류가 일어나지 않는 층은 수심이 깊어질수록 수온이 낮아져 안정한 층상 구조를 이루는 수온 약층이다.
② 심해층은 태양 복사 에너지가 도달하지 않아 계절이나 깊이에 따른 수온 변화가 거의 없는 층이다.
③ 태양 에너지를 직접 흡수하는 층은 혼합층이다.
④ 전체 해수에서 가장 큰 부피를 차지하는 층은 심해층이다.

13 A는 염화 나트륨, B는 쓴맛을 내는 염화 마그네슘이다. 해수 1000 g 속에 녹아 있는 염류는 약 35 g이므로 A는 35×0.777＝약 27.2 g 녹아 있다.

14 (가)의 염분은 40 psu이고, (나)의 염분은 50 psu이며, (다)의 염분은 35 psu이다.

15 증발량이 많을수록 물은 줄어들고 염류는 남으므로 염분이 높다.

16 ㄴ. 동해에서 등수온선은 대체로 동서 방향으로 뻗어 있어 위도선과 나란하게 나타난다. ㄷ. 따뜻한 쿠로시오 해류의 영향을 받아 서쪽 해안보다 수온이 대체로 높다.
바로알기 | ㄱ. 남해는 황해보다 위도가 낮고 난류의 영향을 받아 표층 수온이 더 높다.

17 (가)는 깊어질수록 측정값이 낮아지므로 수온의 연직 분포이고, (나)는 염분의 연직 분포이다. 두 그래프에서 파란색 선은 2 월, 빨간색 선은 8 월에 해당한다. 2 월에는 8 월보다 표층 수온이 낮고 표층 염분이 높으므로 표층 해수의 밀도가 더 크다.

18 표층 해류를 일으키는 주요 원인은 일정한 방향으로 부는 바람이다. 저위도 지역의 과잉 에너지를 고위도 지역으로 수송한다. 표층 해류의 방향은 계절에 따라 바뀌지 않는다.

19 무역풍에 의해 형성된 해류는 북적도 해류이고, 편서풍에 의해 형성된 해류는 북태평양 해류이다.

20 같은 위도의 해역이지만, B 해역에서 측정한 수온이 더 높으므로 B에는 쿠로시오 해류가 흐른다. 쿠로시오 해류는 남쪽에서 북쪽으로 흐르며, 그 일부가 우리나라 주변 해역에 영향을 준다.

21 ㄱ. ㉠은 편서풍과 북동 무역풍이 부는 지역의 경계인 30°N이다. ㄷ. B 해역에서는 무역풍의 영향으로 형성된 북적도 해류가 흐른다.
바로알기 | ㄴ. A 해역에서는 난류인 쿠로시오 해류가 저위도 지역에서 고위도 지역으로 흐른다.

22 빙하가 녹은 담수가 바다로 유입되면 해수의 염분과 밀도가 낮아져 해류의 방향 등이 달라질 수 있다. 이는 기후와 해류가 서로 영향을 주고받는 사례에 해당한다.

23 [모범 답안] 수권의 대부분은 해수이며, 담수의 대부분은 빙하와 지하수가 차지한다. 우리가 쉽게 이용할 수 있는 호수와 강 등은 전체 수권 중 약 0.01 %에 불과하기 때문이다.

채점 기준	배점
자료를 근거로 하여 우리가 쉽게 이용할 수 있는 물의 양이 매우 적은 까닭을 옳게 설명한 경우	상
까닭을 자료를 근거로 하여 제시하지 못한 경우	하

24 [모범 답안] 강수량이 많은 시기에 물을 저장해 두었다가 물이 부족한 시기에 이용하거나 해수에서 염분을 제거하여 얻은 담수를 이용하는 방법 등이 있다.

채점 기준	배점
수자원을 지속가능하게 활용하기 위한 방안을 모두 서술한 경우	상
수자원을 지속가능하게 활용하기 위한 방안을 일부만 서술한 경우	하

25 [모범 답안] (가)는 바람을 일으키기 전이고, (나)는 바람을 일으킨 후이다. (나)에는 바람에 의해 표층의 물이 섞여 수온이 일정한 구간이 나타났기 때문이다.
해설 | 적외선 전등으로 수면을 가열하면 수면 부근의 수온이 높고, 깊어질수록 수온이 낮아진다. 이때 바람을 일으키면 표층의 물이 위아래로 섞이면서 일정한 깊이까지 수온이 거의 일정해지며, 이 구간에 혼합층이 형성된다.

채점 기준	배점
바람을 일으키기 전과 후를 옳게 고르고, 그 까닭을 서술한 경우	상
바람을 일으키기 전과 후만 옳게 고른 경우	하

26 [모범 답안] 태풍의 강한 바람으로 표층과 그 아래의 해수가 활발하게 섞여 혼합층이 두꺼워지고, 수온 약층이 시작되는 깊이는 깊어졌을 것이다. 또한 아래쪽의 차가운 해수가 표층수와 섞이면서 표층 수온은 태풍이 통과하기 전보다 낮아졌을 것이다.

채점 기준	배점
태풍이 통과하기 전과 비교하여 통과 직후 해수의 층상 구조의 달라짐을 옳게 서술한 경우	상
태풍이 통과하기 전과 비교하여 통과 직후 해수의 층상 구조의 달라짐을 서술하지 못한 경우	하

27 [모범 답안] 적도 해역은 강수량이 증발량보다 많으므로 표층 염분이 낮다. 위도 30° 해역은 증발량이 강수량보다 많으므로 적도 해역보다 표층 염분이 높다.

채점 기준	배점
적도 해역과 위도 30° 해역의 표층 염분을 옳게 비교한 경우	상
자료에 근거하여 적도 해역과 위도 30° 해역의 표층 염분을 비교하지 못한 경우	하

28 답 | A: 캘리포니아 해류, B: 북태평양 해류, C: 쿠로시오 해류
A는 수온과 염분이 가장 낮으므로 한류인 캘리포니아 해류이고, C는 수온과 염분이 가장 높으므로 난류인 쿠로시오 해류이다. 따라서 B는 북태평양 해류이다.

29 [모범 답안] 해수는 비열이 커서 온도를 오랫동안 유지할 수 있다. 또한 표층 해류는 저위도 지역의 남는 에너지를 고위도 지역으로 수송하여 지구의 에너지 평형에 기여하며, 연안 지역의 기온, 습도 등의 날씨와 기후에 영향을 미친다.

채점 기준	배점
표층 해류가 지구의 기후에 미치는 영향을 제시어를 모두 포함하여 서술한 경우	상
표층 해류가 지구의 기후에 미치는 영향을 일부 제시어만 포함하여 서술한 경우	하

Ⅳ. 운동과 에너지

16 속력이 일정한 물체의 직선 운동

내신 실력 올리기 개념책 138~139 쪽

step1

㉠ 운동, ㉡ m/s, ㉢ 0, ㉣ 속력, ㉤ 나란한

step2

01 등속 운동　02 속력, 속력　03 0
04 등속 운동　05 (1) ×　(2) ○

step3

01 ③　02 ③　03 ④
04 해설 참조　05 ①, ⑤

01 A는 3 초 동안 12 m를 갔고 B는 3 초 동안 6 m를 갔다. 같은 시간 동안 이동 거리는 A : B = 12 : 6이므로 속력의 비는 2 : 1이다.

02 같은 시간 간격 동안 가방이 이동한 거리는 일정하므로 등속 운동을 하고 있다.
바로알기 | ㄷ. 같은 시간 간격 동안 가방이 이동한 거리는 일정하다.

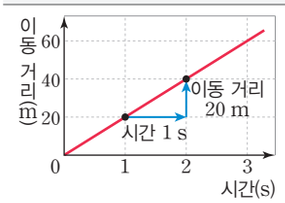
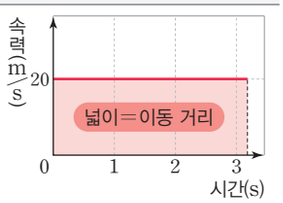
03 (가), (나) 모두 같은 시간 간격 동안 이동 거리가 일정하므로 속력이 일정한 등속 운동이다. 이때, 같은 시간 동안 이동 거리는 (나)가 (가)보다 길기 때문에 (나)의 속력이 (가)보다 빠르다.

04 [모범 답안] 무빙워크 위에 서 있는 사람은 속력이 일정한 운동인 등속 운동을 한다.

채점 기준	배점
무빙워크 위에 서 있는 사람의 운동을 옳게 서술한 경우	상
무빙워크 위에 서 있는 사람의 운동을 옳게 서술하지 못한 경우	하

05

자료 분석 등속 운동의 그래프

시간－이동 거리 그래프	시간－속력 그래프
	
• 그래프는 기울어진 직선 모양이다. • 그래프의 기울기는 속력을 의미한다.	• 그래프는 시간축에 나란한 직선 모양이다. • 그래프 아랫부분의 넓이는 물체의 이동 거리와 같다.

등속 운동에서 시간－속력 그래프는 시간축에 나란한 직선 모양이며, 시간－이동 거리 그래프는 원점을 지나는 기울어진 직선 모양이다.

더 알아보기 물체의 운동을 나타내는 그래프

물체의 운동을 나타내는 그래프를 분석할 때, 주의해서 봐야 하는 것이 x축이 나타내는 것과 y축이 나타내는 것이다. x축은 보통 시간을 나타내고, y축은 속력이나 이동 거리를 나타낸다. 이때, 속력과 이동 거리를 헷갈리지 않도록 잘 확인해야 한다.

17 속력이 일정하게 변하는 물체의 직선 운동

내신 실력 올리기 개념책 142~143 쪽

step1

㉠ 같은, ㉡ 반대, ㉢ 위, ㉣ 아래

step2

01 같은, 증가　02 좁아, 감소　03 아래
04 감소, 증가　05 (1) ○　(2) ×

step3

01 ②　02 해설 참조　03 ㉠: 감소, ㉡: 기울기
04 ③　05 ④

01 속력이 일정하게 증가하는 운동의 시간－속력 그래프는 기울기가 일정한 직선이며 오른쪽 위를 향하고, 속력이 일정하게 감소하는 운동의 시간－속력 그래프는 기울기가 일정한 직선이며 오른쪽 아래를 향한다.

02 [모범 답안] 안전 시설의 오르막길을 따라 오르면 자동차의 운동 방향과 반대 방향으로 힘을 받기 때문에 자동차의 속력이 느려진다.

채점 기준	배점
자동차의 운동 방향과 받는 힘의 방향을 모두 포함하여 자동차의 속력을 줄이는 방법을 옳게 서술한 경우	상
자동차의 운동 방향과 받는 힘의 방향 중 한 가지만 포함하여 자동차의 속력을 줄이는 방법을 일부만 옳게 서술한 경우	중
자동차의 운동 방향과 받는 힘의 방향 모두 포함하지 않고 자동차의 속력이 준다고만 서술한 경우	하

03 속력이 일정하게 감소하는 운동의 시간－속력 그래프는 기울기가 일정한 직선이며 오른쪽 아래를 향한다.

04 그래프에서 기울기는 속력 변화 정도를 나타낸다. (나)의 기울기가 (가)의 기울기보다 더 크므로 (나)가 (가)보다 속력 변화가 더 크다. 속력이 감소하는 정도는 (나)가 (가)보다 크므로 빗면의 기울기는 (나)가 (가)보다 더 크다.
바로알기 | ㄷ. 속력이 감소하는 정도는 (나)가 (가)보다 크다.

더 알아보기 빗면의 기울기와 속력 변화

물체가 빗면을 따라 미끄러져 움직일 때, 빗면의 기울기가 클수록 물체가 받는 힘의 크기가 커져서 시간에 따른 속력 변화량이 커진다.

05 같은 시간 간격 동안 축구공의 이동 거리는 점차 짧아졌으므로 축구공은 속력이 감소하는 운동을 한다. 이때, 이동 거리의 감소량이 일정하므로 속력이 일정하게 감소하는 운동이다. 속력이 일정하게 감소하는 운동의 시간－속력 그래프는 기울기가 일정한 직선이며 오른쪽 아래를 향하는 형태를 띤다.

바로알기 | ㄷ. 시간－속력 그래프에서 기울기는 오른쪽 아래를 향한다.

18 자유 낙하 운동

내신 실력 올리기

개념책 146~147 쪽

step1

㉠ 중력, ㉡ 같은, ㉢ 동시에, ㉣ 직선, ㉤ 9.8 m/s, ㉥ 9.8

step2

01 중력, 자유 낙하 운동 **02** 증가

03 9.8 **04** 중력, 9.8 **05** (1) × (2) ○

step3

01 ㉠: 같은, ㉡: 속력, ㉢: 동시 **02** ⑤

03 ③ **04** 해설 참조 **05** ④

06 ㉠: 중력, ㉡: 작다, ㉢: 기울기

01 자유 낙하 하는 물체에는 일정한 크기의 중력이 물체가 떨어지는 방향과 같은 방향으로 작용하므로 시간에 따라 속력이 일정하게 증가하는 운동을 한다.

02 공기 저항을 무시한 상태에서는 종류와 질량이 다른 물체를 같은 높이에서 가만히 놓아 떨어뜨렸을 때 동시에 지면에 도달한다.

03 자유 낙하 하는 물체에는 운동 방향으로 힘이 계속 작용한다.

바로알기 | ㄴ. 물체에는 운동 방향과 같은 방향으로 힘이 계속 작용한다.

ㄷ. 공의 질량이 달라져도 시간에 따른 속력 변화는 변하지 않는다.

04 [모범 답안] 동시에 떨어진다. 달은 지구와 다르게 공기 저항이 없어서 두 물체가 중력의 영향만 받는 자유 낙하 운동을 한다.

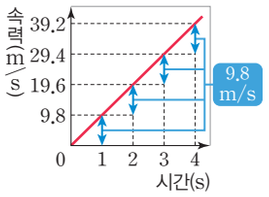
채점 기준	배점
동시에 떨어지는 것과 달과 지구의 차이점을 모두 옳게 서술한 경우	상
동시에 떨어지는 것과 달과 지구의 차이점 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
동시에 떨어지는 것과 달과 지구의 차이점을 모두 옳지 않게 서술한 경우	하

더 알아보기 지구와 달에서의 자유 낙하

지구에는 공기가 있어 실제로 낙하 실험을 할 때 물체의 운동 방향과 반대 방향으로 공기의 저항이 작용하여 물체가 자유 낙하를 하지 못한다. 하지만 달에는 공기가 없어 실제로 낙하 실험을 할 때 공기 저항이 없으므로 물체가 자유 낙하를 한다.

05

자료 분석 자유 낙하 운동의 시간 속력 그래프



① 속력이 1 초마다 9.8 m/s씩 빨라진다.

② 원점을 지나는 기울어진 직선 모양이다.

자유 낙하할 때 물체는 1 초마다 9.8 m/s씩 속력이 증가한다. 따라서 5 초일 때 물체의 속력은 49 m/s이다.

06 중력의 크기는 달이 지구의 $\frac{1}{6}$배이므로 속력 변화도 달이 지구의 $\frac{1}{6}$배이다.

더 알아보기 태양계 천체들의 중력 크기

지구의 중력 크기를 1이라고 가정할 경우, 태양계 천체들의 중력 크기는 다음과 같다.

지구	달	화성	금성	토성	목성
1	0.16	0.38	0.9	1.06	2.52

탐구 POOL

개념책 148 쪽

㉠ 비례 ㉡ 9.8 ㉢ 크게 ㉣ 볼링공 ㉤ 깃털 ㉥ 관계없이

탐구 유형 문제

개념책 149 쪽

대표유형 ⑤

01 ② **02** ③

대표유형 자유 낙하 하는 물체에는 일정한 크기의 중력이 물체가 떨어지는 방향과 나란하게 작용하므로 물체는 시간에 따라 속력이 일정하게 증가하는 운동을 한다. 공기 저항이 없을 때 자유 낙하하는 물체의 속력 변화량은 1 초당 9.8 m/s로 물체의 종류나 질량에 관계없이 일정하다.

01 자유 낙하 하는 물체에 작용하는 중력의 크기는 물체의 무게이다. 공의 무게는 9.8×1 kg$=9.8$ N이고, 깃털의 무게는 9.8×0.01 kg$=0.098$ N이므로 두 물체에 작용하는 중력의 크기는 다르다.

02 자유 낙하 하는 물체의 속력은 1 초마다 9.8 m/s씩 증가한다.
바로알기 | ㄷ. 3 초일 때 공의 속력은 29.4 m/s이다.

문제 해결력 UP

개념책 150 쪽

01 (1) 속력 (2) A **02** (1) 이동 거리 (2) A
03 ⑤

01 등속 운동의 시간－이동 거리 그래프에서 직선의 기울기는 속력을 의미하고, A와 B 중 기울기가 더 큰 A의 속력이 B보다 크다.

02 등속 운동의 시간－속력 그래프에서 직선과 시간축으로 둘러싸인 그래프 아랫부분의 넓이는 이동 거리를 의미하고, A와 B 중 같은 시간 동안 이동 거리가 더 긴 것은 넓이가 더 넓은 A이다.

03 등속 운동의 시간－이동 거리 그래프는 기울어진 직선 모양이며, 속력이 클수록 직선의 기울기가 더 크다. 등속 운동의 시간－속력 그래프는 시간축에 나란한 직선 모양이다.

자료 해석력 UP

개념책 151 쪽

01 ⑤ **02** (1) 동시에 떨어진다. (2) 1 : 1
03 ⑤

01 자유 낙하 운동을 하는 물체에는 중력만 작용한다. 이때 힘의 방향과 운동 방향이 같으므로 물체의 속력은 일정하게 증가하고, 물체의 속력은 질량에 관계없이 1 초에 9.8 m/s씩 증가한다.

02 공기 저항을 무시할 때 물체의 질량에 관계없이 1 초에 9.8 m/s씩 속력이 증가하므로 두 물체의 속력 변화는 같고 두 물체는 동시에 떨어진다.

03 자유 낙하 운동을 하는 물체는 운동 방향과 같은 방향으로 중력만을 받으므로 속력이 점점 빨라지는 운동을 한다. 이때 속력은 1 초마다 9.8 m/s씩 빨라진다.
바로알기 | ㄱ. 속력은 1 초마다 9.8 m/s씩 빨라진다.
ㄴ. 물체의 질량이 크더라도 직선의 기울기는 일정하다.

중단원 ✦ 실력 굳히기

개념책 152~153 쪽

01 ③	02 ②	03 ④	04 ②, ⑤	05 해설 참조
06 ⑤	07 ③	08 ②	09 ③	10 해설 참조

01 시간－이동 거리 그래프의 기울기가 일정하므로 물체 A, B는 등속 운동한다. 등속 운동하는 물체의 시간－이동 거리 그래프에서 물체의 이동 거리는 시간에 비례하여 증가한다.
바로알기 | ㄴ. A, B 모두 속력이 일정한 운동이다.

02 시간－속력 그래프에서 직선 아래의 넓이는 이동 거리이다. 고속 열차가 150 km 지점을 지나는 데 걸린 시간은 출발 후 30 분 후이며, 버스가 150 km를 지나는 시점은 고속 열차가 150 km 지점을 지난 시점으로부터 1 시간 후이다.

03 자이로드롭은 떨어질 때 속력이 일정하게 증가했다가 감소하는 운동을 하고, 바이킹은 속력이 빨라졌다 느려졌다를 반복한다.

04 물체의 운동 방향과 같은 방향으로 일정한 힘이 계속 작용하면 물체의 속력은 일정하게 증가한다.

05 [모범 답안] (가) 등속 운동, 컨베이어 벨트, (나) 속력이 일정하게 증가하는 운동, 비탈면을 미끄러져 내려오는 공의 운동

채점 기준	배점
(가)와 (나)의 그래프를 보고 해당하는 운동과 예를 모두 옳게 설명한 경우	상
(가)와 (나)의 그래프를 보고 해당하는 운동과 예를 한 가지만 옳게 설명한 경우	중
(가)와 (나)의 그래프를 보고 해당하는 운동과 예를 모두 옳지 않게 설명한 경우	하

06 공이 경사면을 따라 내려갈 때는 운동 방향과 같은 방향으로 힘을 계속 받으므로 속력이 일정하게 증가하는 운동을 한다.

07 자유 낙하 운동을 하는 동안 일정한 크기의 중력이 공의 운동 방향과 같은 방향으로 작용하므로 공의 속력이 점점 빨라진다.
바로알기 | ㄷ. 물체에 작용하는 힘이 중력 밖에 없으므로 지면에 가까워져도 작용하는 힘의 크기는 작아지지 않는다.

08 자유 낙하 운동을 하는 물체는 속력이 점점 빨라지는 운동을 한다. 이때 속력은 1 초마다 9.8 m/s씩 빨라진다. 시간에 따른 속력 증가율은 물체의 질량에 관계없이 일정하다.

09 중력의 크기는 물체의 질량에 비례하고, 질량 1 kg인 물체에 작용하는 중력의 크기는 9.8 N이다. 현실에서는 공기 저항이 있기 때문에 자유 낙하 운동을 하지 않는다.
바로알기 | ㄷ. 현실에서 일어나는 모든 낙하 운동은 자유 낙하 운동이 아니다.

10 [모범 답안] 물체에 작용하는 중력의 크기는 질량에 비례하므로 공에 작용하는 중력이 깃털에 작용하는 중력보다 크다. 하지만 공과 깃털의 속력 변화는 질량에 관계없이 일정하다.

채점 기준	배점
공과 깃털이 자유 낙하 할 때 두 물체에 작용하는 중력의 크기와 속력 변화를 모두 옳게 서술한 경우	상
공과 깃털이 자유 낙하 할 때 두 물체에 작용하는 중력의 크기와 속력 변화 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
공과 깃털이 자유 낙하 할 때 두 물체에 작용하는 중력의 크기와 속력 변화 모두 옳지 않게 서술한 경우	하

더 알아보기 낙하하는 물체의 공기 저항

자유 낙하 문제에서 질량이 더 무거운 공과 질량이 더 가벼운 깃털은 항상 동시에 낙하하지만, 공기 저항이 있는 경우에는 공이 먼저 떨어지게 된다. 공기 저항의 크기를 구하는 식은 복잡하지만 간단하게 설명하면 물체의 단면적과 비례한다. 즉, 깃털은 깃털 사이사이에 공기를 붙잡는 구조로 되어 있어 무게에 비해 공기 저항을 엄청나게 크게 받는다.

19 일과 에너지

내신 실력 올리기

개념책 156~157 쪽

step1

㉠ 힘의 방향, ㉡ 일, ㉢ 에너지, ㉣ 위치 에너지, ㉤ 운동 에너지

step2

01 힘, 일
02 중력, 위치 에너지
03 중력, 운동 에너지
04 올라간 높이, 낙하한 거리
05 (1) × (2) ○

step3

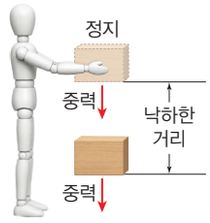
01 ⑤
02 ③
03 ⑤
04 ㉠: 중력, ㉡: 위치
05 ③
06 해설 참조

01 과학에서는 물체에 힘을 작용하여 물체가 힘의 방향으로 이동할 때 힘이 물체에 일을 한다고 한다.

02 일은 에너지로, 에너지는 일로 바뀔 수 있으며 이를 일과 에너지의 전환이라고 한다. 물체에 일을 하면 물체의 에너지는 증가하고, 물체가 일을 하면 물체의 에너지는 감소한다.
바로알기 | ㄷ. 일은 에너지로, 에너지는 일로 전환될 수 있다.

03

자료 분석 중력에 대해 물체에 한 일과 중력이 물체에 한 일

중력에 대해 물체에 한 일	중력이 물체에 한 일
	
물체의 무게(N)×올라간 높이(m)	물체의 무게(N)×낙하한 거리(m)

물체가 자유 낙하 할 때 중력이 물체에 한 일은 물체의 운동 에너지로 전환된다. 높은 곳에 있는 물체의 위치 에너지는 물체의 질량이 클수록, 물체가 기준면으로부터 높이 있을수록 증가한다.

04 중력의 크기와 같거나 큰 힘을 작용하면 물체를 들어올릴 수 있고, 중력에 대해 물체에 한 일은 물체의 위치 에너지로 전환된다.

05 필통을 들어 올릴 때 중력에 대해 물체에 한 일의 양과 물체의 증가한 위치 에너지의 크기는 같다.

06 [모범 답안] 0, 가방에 작용하는 힘의 방향과 가방이 이동한 방향이 서로 수직이기 때문이다.

채점 기준	배점
가방에 한 일의 양과 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	상
가방에 한 일의 양과 그 까닭 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
가방에 한 일의 양과 그 까닭을 모두 옳지 않게 서술한 경우	하

20 역학적 에너지의 전환과 보존

내신 실력 올리기

개념책 160~161 쪽

step1

㉠ 합, ㉡ 운동 에너지, ㉢ 위치 에너지, ㉣ 일정하게, ㉤ 운동 에너지, ㉥ 보존

step2

01 위치 에너지, 운동 에너지
02 운동 에너지, 위치 에너지
03 보존
04 운동 에너지, 보존
05 (1) ○ (2) ×

step3

01 ㉠: 위치, ㉡: 운동 ㉢: 위치 ㉣: 운동
02 ①
03 ③
04 ④
05 해설 참조

01 물체를 위로 던져 올리면 물체의 높이가 높아지고 속력이 느려진다. 이때 공기 저항과 마찰이 없으면 물체의 위치 에너지가 증가한 만큼 물체의 운동 에너지가 감소한다. 즉, 물체를 위로 올릴 때에도 물체의 운동 에너지가 위치 에너지로 전환되므로 역학적 에너지가 일정하게 보존된다.

02 농구공이 올라가는 동안 운동 에너지가 위치 에너지로 전환된다.

03 던지는 순간의 운동 에너지와 최고 도달 높이에서 위치 에너지는 같다. '$\frac{1}{2}\times 0.1\ \text{kg}\times(14\ \text{m/s})^2 = 9.8\times 0.1\ \text{kg}\times$(최고 높이) m' 이므로 공은 지면으로부터 10 m 높이까지 올라간다.

04 AB 구간에서 높이는 낮아지고 속력은 빨라지므로 위치 에너지가 감소하고 운동 에너지는 증가한다. BC 구간에서 속력은 느려지고 높이는 높아지므로 운동 에너지가 감소하고 위치 에너지는 증가한다.
바로알기 | ㄱ. AB 구간에서 운동 에너지가 증가한다.

05 [모범 답안] 역학적 에너지는 보존되므로 구슬은 빗면 C에서도 처음 높이와 같은 높이까지 올라간다.

채점 기준	배점
역학적 에너지 보존과 구슬이 빗면 C에서 처음 높이와 같은 높이까지 올라가는 것을 모두 옳게 서술한 경우	상
역학적 에너지 보존과 구슬이 빗면 C에서 처음 높이와 같은 높이까지 올라가는 것 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
역학적 에너지 보존과 구슬이 빗면 C에서 처음 높이와 같은 높이까지 올라가는 것을 모두 옳지 않게 서술한 경우	하

탐구 POOL

개념책 162 쪽

㉠ 감소 ㉡ 증가 ㉢ 일정 ㉣ 감소 ㉤ 증가 ㉥ 위치 ㉦ 운동 ㉧ 보존

탐구 유형 문제

개념책 163 쪽

대표유형 ③

01 ④ 02 ③ 03 ②

대표유형 물체의 운동 에너지는 속력의 제곱에 비례한다. 따라서 물체의 운동 에너지는 B에서가 A에서의 2 배이므로 속력은 1.4 m/s의 2 배인 2.8 m/s보다 작아야 한다.
바로알기 | ㄷ. B에서의 역학적 에너지는 A에서와 같다.

더 알아보기 물체의 운동 에너지와 속력

물체의 운동 에너지는 속력의 제곱에 비례하므로 물체의 운동 에너지와 속력을 간략하게 나타낸 표는 다음과 같다.

운동 에너지	2 배	4 배	9 배	16 배
속력	약 1.4 배	2 배	3 배	4 배

운동 에너지	$\frac{1}{2}$ 배	$\frac{1}{4}$ 배	$\frac{1}{9}$ 배	$\frac{1}{16}$ 배
속력	약 0.7 배	$\frac{1}{2}$ 배	$\frac{1}{3}$ 배	$\frac{1}{4}$ 배

01 최고점에서 물체의 위치 에너지는 196 J이며, 운동 에너지는 0 J이므로 역학적 에너지는 196 J이다. 높이 5 m 지점에서 물체의 위치 에너지는 98 J이므로 운동 에너지는 98 J이다.

02 D 지점에서 중력에 의한 위치 에너지는 지면으로부터의 높이에 비례하고 운동 에너지는 낙하한 거리에 비례한다. 따라서 위치 에너지가 1이면 운동 에너지는 3이다.

03 각 지점에서 운동 에너지는 중력이 한 일이므로 낙하 거리에 비례한다. E 지점까지 낙하 거리는 B 지점까지 낙하 거리의 4 배이므로 운동 에너지도 4 배이다. 따라서 속력은 2 배가 된다.

문제 해결력 UP

개념책 164 쪽

01 ④ 02 ④ 03 ③

01 (가)에서 물체를 들어 올리는 일은 '물체의 무게×들어올린 높이'이므로 9.8×5 kg×2 m=98 J이고, (나)에서 물체가 떨어질 때는 중력이 한 일은 '중력의 크기×낙하한 거리'이므로 9.8×5 kg×2 m=98 J이다.

02 (가)에서 물체를 들어 올리는 일은 물체의 위치 에너지로 전환되고, (나)에서 물체가 떨어질 때는 중력이 한 일은 운동 에너지로 전환된다.

03 물체가 자유 낙하 할 때 중력이 한 일은 운동 에너지로 전환되며 중력이 한 일과 운동 에너지는 같다. 중력과 반대 방향으로 한 일은 위치 에너지로 전환된다.
바로알기 | ㄷ. 물체가 자유 낙하 할 때 중력이 한 일은 물체의 운동 에너지와 같다.

자료 해석력 UP

개념책 165 쪽

01 ④ 02 ⑤ 03 ③

01 위로 던져 올린 물체의 경우 위치 에너지는 증가하고 운동 에너지는 감소한다. 이때 감소한 운동 에너지와 증가한 위치 에너지는 같다.

02 자유 낙하 하는 물체의 경우 운동 에너지는 증가하고 위치 에너지는 감소한다. 이때 감소한 위치 에너지와 증가한 운동 에너지는 같다.

03 자유 낙하 하는 물체의 경우 감소한 위치 에너지와 증가한 운동 에너지와 같으므로 지면에 도달하는 순간 위치 에너지는 98 J이다.

중단원 실력 굳히기

개념책 166~167 쪽

01 ④ 02 ③ 03 해설 참조 04 ⑤
05 ④ 06 ① 07 ④ 08 ④ 09 ③
10 해설 참조

01 짐을 옆으로 밀어 옮기거나 역기를 들어 올릴 때는 물체에 힘을 작용하여 물체가 힘의 방향으로 이동하므로 과학에서의 일을 한 것이다.

02 트랙을 먼저 돌고 온 선수가 앞에 있는 선수를 밀어 일을 해 주면 밀어 준 선수는 운동 에너지가 감소하고, 앞에 있는 선수는 운동 에너지가 증가한다.

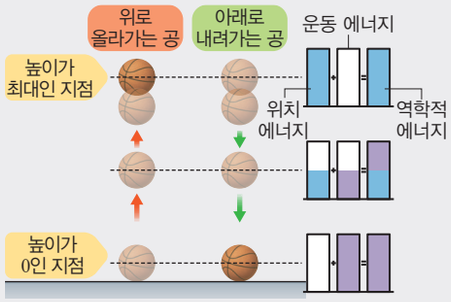
03 [모범 답안] 100 J로 같고, 이를 통해 중력에 대해 상자에 한 일의 양은 상자의 위치 에너지로 전환됨을 알 수 있다.

채점 기준	배점
에너지 크기의 비교와 이를 통해 알 수 있는 것을 모두 옳게 서술한 경우	상
에너지 크기의 비교와 이를 통해 알 수 있는 것 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
에너지 크기의 비교와 이를 통해 알 수 있는 것을 모두 옳지 않게 서술한 경우	하

04 표로부터 위치 에너지는 추의 질량과 낙하 거리에 비례함을 알 수 있다. 따라서 질량 200 g의 추를 30 cm 높이에서 떨어뜨렸을 때 나무토막의 이동 거리는 24 cm이다.

05 물체가 자유 낙하 할 때 중력이 물체에 한 일의 양과 물체의 증가한 운동 에너지의 양은 같다. 따라서 물체가 B 지점을 지날 때 운동 에너지와 위치 에너지의 크기는 같다.

더 알아보기 낙하한 높이와 운동 에너지



물체가 자유 낙하 할 때 낙하한 높이가 처음 높이의 절반인 지점에서는 물체의 위치 에너지와 운동 에너지의 크기가 같다.

06 물체가 위로 올라가는 동안에는 물체의 높이가 높아지고 속력이 느려지므로 위치 에너지는 증가하고 운동 에너지는 감소한다. 이때 역학적 에너지는 보존된다.

07 B 지점에서 쇠구슬의 운동 에너지는 감소한 위치 에너지와 같다. 감소한 위치 에너지의 크기는 $9.8 \times 10\ \text{kg} \times 0.4\ \text{m} = 39.2\ \text{J}$이다.

08 공기 저항과 모든 마찰을 무시할 때 진자의 운동에서 역학적 에너지는 보존되므로 모든 지점에서 역학적 에너지는 동일하다.

09 입수하는 순간 다이빙 선수의 운동 에너지가 다이빙 대 위에 서 있을 때의 위치 에너지 보다 크다. 위로 뛰어올랐으므로 선수가 입수하는 순간의 운동 에너지는 다이빙 대 위가 아니라 선수가 뛰어오른 최고점에서의 위치 에너지와 같다.

10 [모범 답안] 중력이 물체에 한 일은 98 J이다. 정지해 있던 물체가 낙하할 때 중력이 한 일이 운동 에너지로 전환되므로 지면이 닿기 직전의 운동 에너지는 98 J이다.

채점 기준	배점
물체의 운동 에너지와 이를 구하는 과정을 모두 옳게 서술한 경우	상
물체의 운동 에너지와 이를 구하는 과정 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
물체의 운동 에너지와 이를 구하는 과정을 모두 옳지 않게 서술한 경우	하

대단원 마무리 ✦ 단원 평가하기

개념책 169~173 쪽

01 ③	02 ④	03 ⑤	04 ①	05 ②
06 ②	07 ②	08 ③	09 ②	10 ⑤
11 ③	12 ④	13 ④	14 ④	15 ②
16 ④	17 ⑤	18 ②	19 ②	20 ⑤

21~26 해설 참조

01 (다) 구간은 속력이 일정하게 감소하므로 운동 방향과 반대 방향으로 힘을 받았다.

02 등속 운동에서 시간－속력 그래프는 시간축에 나란한 직선 모양이다.

03 속력이 일정한 등속 운동으로 속력은 3 m/s이고, 시간－이동 거리 그래프는 원점을 지나는 기울어진 직선 모양이며, 시간－속력 그래프는 시간축에 나란한 직선 모양이다.

04 공기 저항과 모든 마찰을 무시할 때 빗면을 미끄러져 내려가는 물체는 질량에 관계없이 속력이 증가하는 정도가 같다. 따라서 고무공과 쇠구슬의 시간－속력 그래프에서의 기울기는 같다.

05 물체 A는 시간이 지날수록 물체의 속력이 일정하게 증가하는 운동, 물체 B는 시간이 지날수록 물체의 속력이 일정하게 감소하는 운동을 한다.

06 수레가 경사면을 따라 미끄러져 내려갈 때는 속력이 일정하게 증가하는 운동이므로 시간－속력 그래프는 기울기가 일정한 직선이며 오른쪽 위를 향하는 형태를 띤다.

07 자유 낙하 운동에서 속력은 시간에 비례하여 증가한다. 따라서 시간－속력 그래프는 원점을 지나는 기울어진 직선 모양이다.

08 자유 낙하 하는 물체는 공기 저항 없이 중력의 영향만 받으면서 낙하하고, 질량에 관계없이 속력 증가량이 모두 일정하다.

09 진공 중에서 낙하 하는 공과 깃털의 경우 중력만이 작용한다. 중력의 크기는 질량에 비례하므로 공과 깃털에 작용하는 힘의 크기도 다르다. 하지만 속력 변화는 같으므로 동시에 떨어진다.

10 자유 낙하 하는 물체에는 운동 방향으로 중력만이 작용한다. 이때 물체에 작용하는 중력의 크기는 질량에 비례하므로 질량이 클수록 큰 힘을 받는다.

11 물체에 한 일의 양은 물체에 작용한 힘의 크기와 힘의 방향으로 물체가 이동한 거리를 곱하여 구한다. 따라서 서준이가 한 일은 $5\ \text{N} \times 2\ \text{m} = 10\ \text{J}$이다.

12 물체를 높은 곳으로 들어 올리는 일을 하면 물체에 한 일의 양만큼 물체는 중력에 의한 위치 에너지를 갖는다. 자유 낙하하는 물체는 중력이 한 일만큼 운동 에너지가 증가한다.

13 마찰력의 크기를 F라 하면 $F\ \text{N} \times 8\ \text{m} = \frac{1}{2} \times 60\ \text{kg} \times (8\ \text{m/s})^2$에서 $F = 240\ \text{N}$이다.

14 자전거가 브레이크를 잡고 이동한 거리는 운동 에너지에 비례한다. 이동 거리가 4 배이면 운동 에너지도 4 배이므로 속력은 2 배이다.

15 화성의 중력은 지구 중력의 $\frac{1}{3}$ 배이므로 화성의 중력이 공에 한 일의 양은 지구 중력이 공에 한 일의 양의 $\frac{1}{3}$ 배일 것이다. 따라서 화성에서 공이 바닥에 닿을 때 운동 에너지도 지구에서 운동 에너지의 $\frac{1}{3}$ 배가 될 것이다.

16 감소한 위치 에너지만큼 운동 에너지가 증가한다. 따라서 운동 에너지가 큰 순서는 위치 에너지가 큰 순서대로와 같다. 각 물체의 위치 에너지는 A: 29.4 J, B: 39.2 J, C: 19.6 J, D: 58.8 J이다.

17 높은 곳에서 물체가 자유 낙하 할 때 중력이 물체에 한 일은 물체의 운동 에너지로 전환된다. 이때 중력이 물체에 한 일의 양과 물체의 증가한 운동 에너지의 양은 같다.

18 속력이 v일 때 운동 에너지를 E라 하면 속력이 $\frac{1}{2}v$일 때 운동 에너지는 $\frac{1}{4}E$이다. 즉, 줄어든 위치 에너지가 $\frac{1}{4}E$이므로 쇠구슬의 높이는 7.5 m이다.

19 롤러코스터가 아래로 내려가면 속력이 증가하여 운동 에너지는 증가하고 위치 에너지는 감소한다. 이때, 감소한 위치 에너지의 크기와 증가한 운동 에너지의 크기는 같으므로 역학적 에너지는 보존된다.

20 O에서 속력이 가장 빠르므로 운동 에너지는 최대이며, 추가 운동하는 동안 역학적 에너지 일정하게 보존된다.

더 알아보기 진자의 역학적 에너지 전환

진자 운동에서 역학적 에너지를 구할 때, 진자의 경로 중에서 가장 낮은 지점을 기준으로 하면 역학적 에너지를 쉽게 구할 수 있다. 양 끝점에서 위치 에너지의 크기를 구하고 운동 에너지의 크기를 0으로 하면, 가장 낮은 지점에서의 운동 에너지는 양 끝점에서의 위치 에너지와 같고 위치 에너지는 0이다.

21 [모범 답안] 20 m, 그래프의 직선 아래의 넓이가 이동 거리를 나타낸다.

채점 기준	배점
물체가 이동한 거리와 구하는 방법을 모두 옳게 서술한 경우	상
물체가 이동한 거리와 구하는 방법 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
물체가 이동한 거리와 구하는 방법을 모두 옳지 않게 서술한 경우	하

22 [모범 답안] 기울기는 9.8이다. 이를 바탕으로 자유 낙하 하는 물체의 속력이 1 초마다 9.8 m/s씩 일정하게 증가함을 알 수 있다.

채점 기준	배점
그래프의 기울기와 속력 변화를 모두 옳게 서술한 경우	상
그래프의 기울기와 속력 변화 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
그래프의 기울기와 속력 변화를 모두 옳지 않게 서술한 경우	하

23 [모범 답안] 속력이 2 배가 되려면 최고점 A에서의 위치 에너지는 4 배가 되어야 하므로 A의 처음 위치 h는 처음의 4 배가 되어야 한다.

채점 기준	배점
최고점의 높이와 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	상
최고점의 높이와 그 까닭 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
최고점의 높이와 그 까닭을 모두 옳지 않게 서술한 경우	하

24 [모범 답안] (1) 1 : 1 (2) 자유 낙하 하는 물체의 시간에 따른 속력 변화는 물체의 질량에 관계없이 일정하다.

채점 기준	배점
탁구공과 골프공의 속력 변화의 비와 질량에 따른 속력 변화를 모두 옳게 서술한 경우	상
탁구공과 골프공의 속력 변화의 비와 질량에 따른 속력 변화 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
탁구공과 골프공의 속력 변화의 비와 질량에 따른 속력 변화를 모두 옳지 않게 서술한 경우	하

25 [모범 답안] 롤러코스터의 역학적 에너지는 보존되므로 롤러코스터가 통과하는 모든 언덕의 최고 높이는 첫 번째 언덕의 최고 높이보다 낮아야 한다.

채점 기준	배점
언덕의 높이가 처음보다 낮아야 하는 까닭을 롤러코스터의 역학적 에너지 보존과 관련지어 옳게 서술한 경우	상
언덕의 높이가 처음보다 낮아야 하는 까닭을 롤러코스터의 역학적 에너지 보존과 관련지어 옳게 서술하지 못한 경우	하

26 [모범 답안] 5 m 높이에서 공 A, B가 가진 위치 에너지와 운동 에너지는 모두 같으므로 역학적 에너지도 같다. 지면에 떨어질 때 공 A와 공 B의 역학적 에너지는 모두 운동 에너지로 전환되므로 지면에서의 운동 에너지는 두 공이 모두 같다. 따라서 두 공의 속력도 같다.

채점 기준	배점
두 공의 속력이 같음과 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	상
두 공의 속력이 같음과 그 까닭 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
두 공의 속력이 같음과 그 까닭을 옳지 않게 서술한 경우	하

Ⅰ 화학 반응의 규칙성

꼭 나오는 문제 점검하기 1. 물질 변화와 화학 반응식 복습책 2~3 쪽

01 ④	02 ①	03 ③	04 ①	05 ⑤
06 ③	07 ③	08 ③	09 ②	10 ④
11 ③	12 ③			

01 물질을 구성하는 원자의 배열이 달라지면 분자의 종류가 변하므로 물질의 성질이 변한다.
바로알기 | ① 화학 변화가 일어나면 새로운 물질이 생성된다.
② 화학 변화가 일어나는 동안 물질의 고유한 성질은 달라진다.
③ 물질 변화로 분자의 종류가 변하면 물질의 성질이 변한다.
⑤ 물질의 모양 변화는 물리 변화에 해당한다.

02 고기를 가열하면 단백질 구조가 변하여 색과 질감 등의 성질이 달라진다. 따라서 고기가 익는 과정은 화학 변화에 해당한다.

03 (가)와 (다)는 모양 변화로 물리 변화이고, (나)는 가열로 인한 성분 변화로 화학 변화이다.

04 철이 녹슬 때 공기 중의 산소와 반응하여 산화 철이 생성된다.
바로알기 | ㄴ, ㄷ. 채소를 자르거나 캔이 찌그러지는 모양 변화는 물리 변화로서 새로운 물질이 생성되지 않는다.

05 화학 변화가 일어나는 동안 원자의 종류와 수는 변하지 않는다.
바로알기 | 화학 변화가 일어나면 원자의 배열이 바뀌면서 분자의 종류가 변하게 되어 새로운 물질이 생성된다.

06 마그네슘 리본의 모양이 변한 (가)는 물리 변화, 마그네슘 리본이 연소하여 새로운 물질이 생성된 (나)는 화학 변화이다.
바로알기 | ㄷ. 화학 변화가 일어난 (나)에서만 마그네슘의 성질이 변하였다.

07 화학 반응식에서 계수의 비는 각 물질의 입자 수의 비와 같다.
바로알기 | 화학 반응식에서 각 물질의 질량비는 각 분자를 구성하는 성분 원소의 상대적 질량에 따라 다르다.

08 반응 전과 후에 원자가 없어지거나 생기지 않으므로 원자의 종류와 수는 변하지 않지만, 분자의 종류가 변하므로 분자의 수는 변할 수 있다.

09 탄산수소 나트륨 분해 반응의 화학 반응식은 다음과 같다. $2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3+CO_2+H_2O$ 따라서 $2+1+1=4$이다.

10 화학 반응식에서 원자의 질량은 알 수 없다.

11 마그네슘의 연소 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.
$2Mg+O_2 \longrightarrow 2MgO$

12 화학식에서 원소 기호 오른쪽 아래의 숫자는 원자의 개수를, 왼쪽 숫자는 분자의 개수를 나타낸다. 따라서 A 원자 2 개로 이루어진 분자 1 개와 B 원자 2 개로 이루어진 분자 1 개가 반응하여, A와 B가 각각 1 개씩 결합한 분자 2 개가 생성되는 것으로 나타내야 한다.

꼭 나오는 문제 점검하기 2. 화학 반응의 규칙과 에너지 변화 복습책 4~6 쪽

01 ④	02 ⑤	03 ⑤	04 ②	05 ④
06 ②	07 ③	08 ④	09 ④	10 ③
11 ①	12 ②	13 ②	14 ③	15 ②
16 ④	17 ①	18 ⑤		

01 화학 반응이 일어날 때 물질을 이루는 원자의 배열만 달라질 뿐 원자의 종류와 수는 변하지 않으므로 반응물의 전체 질량과 생성물의 전체 질량은 같다.
바로알기 | ① 질량 보존 법칙은 물리 변화와 화학 변화 모두에 성립한다.
②, ③, ⑤ 질량 보존 법칙은 연소 반응, 기체 발생 반응, 앙금 생성 반응 등 모든 화학 반응에서 성립한다.

02 화학 반응이 일어날 때 물질을 이루는 원자의 배열만 달라질 뿐 원자의 종류와 수는 변하지 않으므로 질량 보존 법칙이 성립한다.

03 강철솜의 연소 반응으로 생성된 새로운 물질은 강철솜과 성질이 다르다. 강철솜을 가열하면 공기 중의 산소와 결합하여 가열 전보다 질량이 더 증가하며, 연소하면서 결합한 산소의 질량을 고려하면 질량 보존 법칙이 성립한다.

04 탄산 칼슘과 묽은 염산이 반응하면 이산화 탄소가 생성되는데 뚜껑을 열면 공기 중으로 이동한 이산화 탄소의 질량만큼 질량이 감소한다.

05 발생한 이산화 탄소의 질량까지 고려하면 반응물의 총질량은 생성물의 총질량과 같다.

06 탄산 칼슘과 묽은 염산이 반응하면 이산화 탄소 기체가 생성된다. 발생한 이산화 탄소가 공기 중으로 이동하는 만큼 질량이 감소한다.
바로알기 | ㄱ. 마그네슘을 연소하면 공기 중의 산소와 결합하므로 반응 후 측정된 질량은 증가한다.
ㄷ. 탄산 나트륨과 염화 칼슘이 반응하면 탄산 칼슘 앙금이 생성되지만 반응 후 측정된 질량은 변함없다.

07 구리와 산소가 반응하여 산화 구리(Ⅱ)가 생성될 때, 구리 : 산소 : 산화 구리(Ⅱ)의 질량비는 4 : 1 : 5이다.

08 구리 : 산소 : 산화 구리(Ⅱ)의 질량비는 4 : 1 : 5이므로 4 : 1 : 5=2.0 : 0.5 : 2.5이다. 따라서 구리 0.4 g이 남는다.

09 일정 성분비 법칙에 따라 화합물을 구성하는 성분 원소의 질량비는 항상 일정하다.

10 수소 : 산소=1 : 8의 질량비로 반응한다. 실험 Ⅱ에서 반응 후 남은 기체가 없으므로 수소 2 g과 산소 16 g이 완전히 반응하였다. 실험 Ⅲ에서 수소 : 산소의 질량비에 따라 수소 3 g과 산소 24 g이 반응하므로 산소 8 g이 남는다.

11 수소 : 산소 : 물의 질량비는 1 : 8 : 9이다.
바로알기 | ㄴ. 실험 Ⅰ은 9 g, 실험 Ⅱ는 18 g의 물이 생성된다.
ㄷ. 수소가 모두 소모되어 반응이 끝난 상태여서 산소를 더 넣어도 반응할 수소가 없으므로 물의 질량은 늘어나지 않는다.

12 수소와 산소는 1 : 8의 질량비로 반응하므로 산소 32 g은 수소 4 g과 반응한다. 수소 5 g 중 4 g만 반응하여 물 36 g이 생성되고, 반응하지 못한 수소 1 g이 남는다.

13 기체 반응 법칙은 일정한 온도와 압력에서 반응물과 생성물이 모두 기체일 때 성립한다.

14 질소와 수소가 반응하여 암모니아를 생성할 때 질소 : 수소 : 암모니아의 부피비는 1 : 3 : 2이다. 실험 Ⅱ에서 반응 후 남은 기체가 없으므로 질소 2 L와 수소 6 L가 완전히 반응하여 암모니아 4 L가 생성된다. 따라서 ㉠+㉢=10이다. 실험 Ⅰ에서 반응물의 전체 부피는 6 L이고 반응 후 용기 속 기체의 전체 부피는 4 L이므로 반응 후 전체 부피가 감소하였다.
바로알기 | ㄷ. 실험 Ⅲ에서 생성된 암모니아의 부피가 2 L이므로 반응물은 질소 1 L, 수소 3 L이다. 따라서 ㉡은 '질소, 2'이다.

15 질소 : 수소=1 : 3의 부피비로 반응하므로 수소 9 L는 질소 3 L와 반응한다. 이때 암모니아 6 L가 생성되고, 반응하지 못한 질소 2 L가 남는다. 따라서 반응 후 전체 부피는 6+2=8 L이다.

16 이산화 질소의 화학식은 NO_2이며, 한 부피당 NO_2 분자 모형 한 개씩 두 개의 부피만큼 있어야 한다.

17 염화 암모늄을 물에 녹이는 것은 흡열 반응이다.
바로알기 | ㄱ, ㄷ. 산화 칼슘과 물의 반응, 마그네슘과 묽은 염산의 반응은 발열 반응으로 주위의 온도가 높아진다.

18 발열 반응이 일어나면 주위의 온도가 높아지고, 흡열 반응이 일어나면 주위의 온도가 낮아진다.

Ⅱ 날씨와 기후 변화

꼭 나오는 문제 점검하기 1. 지구의 대기 복습책 7~9 쪽

01 ③	02 ②	03 ②	04 ①	05 ③
06 ④	07 ②	08 ④	09 ②	10 ③
11 ④	12 ③	13 ②	14 ③	15 ④
16 ②				

01 지구를 둘러싸고 있는 공기층을 대기라고 하며, 대기권은 높이에 따른 기온 변화를 기준으로 4 개의 권역으로 구분할 수 있다.
바로알기 | ㄴ. 지표면으로부터 약 1000 km 높이까지 대기가 분포하는 영역을 지구의 대기권으로 보며, 지표면에서 높이 약 11 km까지의 구간은 대류권이다.

02 대기권은 높이에 따른 기온 분포를 기준으로 대류권, 성층권, 중간권, 열권의 4 개 권역으로 구분한다.

03 (가)는 지표면에서 높이 약 11 km인 대류권 계면, (나)는 높이 약 50 km인 성층권 계면, (다)는 높이 약 80 km 중간권 계면에 해당한다.

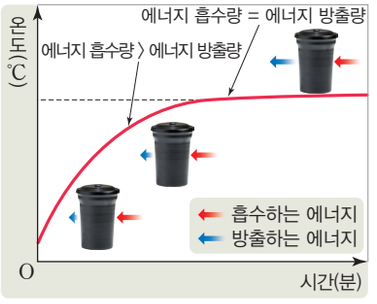
04 A는 대류권, B는 성층권, C는 중간권, D는 열권이다. 대류권과 중간권에서 공기의 대류가 일어나고, 공기 대부분은 지표면과 가까운 대류권에 모여 있으므로 공기의 밀도가 가장 높다.

05 성층권의 높이 약 20 km~30 km 구간에는 오존층이 있으며, 오존은 태양에서 오는 자외선을 흡수하여 성층권의 기온을 높이고, 지표면에 도달하는 유해 자외선을 줄여 지구의 생명체를 보호한다.

06 오로라는 대부분 열권에서 나타난다. 열권은 태양의 직접적인 영향을 받아 높이 올라갈수록 기온이 높아지며 공기가 매우 희박하여 낮과 밤의 기온 차가 매우 크다.

07

자료 분석 물체의 복사 평형



처음에는 알루미늄 컵이 방출하는 에너지양이 흡수하는 에너지양에 비해 적지만, 시간이 지나면서 알루미늄 컵이 방출하는 에너지양이 증가하여 결국 흡수하는 에너지양은 같아진다.

적외선 전등으로 알루미늄 컵을 가열하면 알루미늄 컵 속 공기의 온도가 올라가다가 시간이 지나면 온도가 더 오르지 않고 일정해진다.

08 지구로 도달하는 태양 복사 에너지를 100이라고 하면, 약 30은 대기와 지표면에서 반사되고 약 70만 대기와 지표에 흡수된다. 지구는 흡수한 에너지양과 같은 양의 지구 복사 에너지를 우주로 방출하여 복사 평형을 이루므로 A는 70이다.

09 지표면이 방출한 에너지 중 일부만 우주로 방출되고, 나머지는 대기에 재흡수되었다가 다시 지표면으로 방출된다. 이 에너지를 지표면이 흡수하여 지구의 평균 온도가 높게 유지되는 현상을 온실 효과라고 한다.

10 대기에서 지표면으로 재방출되는 지구 복사 에너지의 영향으로 지구의 평균 온도가 높게 유지되는 현상을 온실 효과라고 하며, 대기 중에서 온실 효과를 일으키는 기체를 온실 기체라고 한다.

11 대기 중 온실 기체가 증가하면 온실 효과가 더욱 강화되어 더 높은 온도에서 복사 평형이 이루어지므로 지구의 평균 기온이 점점 높아지는 지구 온난화가 일어난다.
바로알기 | ㄱ. 지구의 평균 기온이 높아지는 온실 효과가 더 강하게 나타나는 것은 (가)보다 (나)이므로 기후 변화는 (나)에서 더 심하게 나타난다.

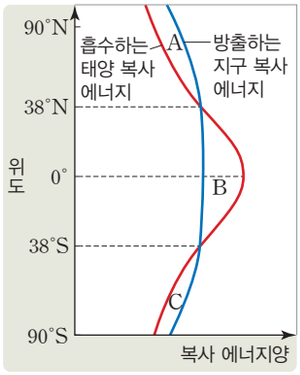
12 산업이 발달하면서 석탄이나 석유와 같은 화석 연료의 사용이 증가하여 이산화 탄소 등 온실 기체가 대기 중에 많이 배출된다. 그 결과 온실 효과가 강화되어 지구의 평균 기온이 계속 상승할 것이다.

13 지구 온난화로 인한 기후 변화는 지구 환경 뿐만 아니라 각종 환경 재난을 발생시킨다. 지구 온난화로 지구의 평균 기온이 상승하면 극심한 가뭄이나 폭염, 폭우와 같은 기상 이변과 대형 산불이 자주 발생한다. 또 빙하의 면적이 감소하고 해수면의 높이가 높아지며 해수의 온도가 상승하여 생태계에 변화가 나타날 수 있고, 전염병이 발생하거나 온열 질환과 같은 피해가 발생할 수 있다.

14 손전등의 빛과 모눈종이가 이루는 각도가 작을수록 빛을 받는 면적이 넓어지므로 (가)에서 B의 면적이 A보다 크다. 위도가 낮을수록 태양의 고도가 높아지므로 (나)는 ㉠의 고도가 ㉡보다 크다.

15

자료 분석 위도에 따른 복사 에너지양의 차이



지표면이 방출하는 지구 복사 에너지양은 고위도 지역으로 갈수록 적어지지만 위도에 따른 차이가 크지 않다. 반면 지표면이 흡수하는 태양 복사 에너지양은 위도에 따른 차이가 크다.

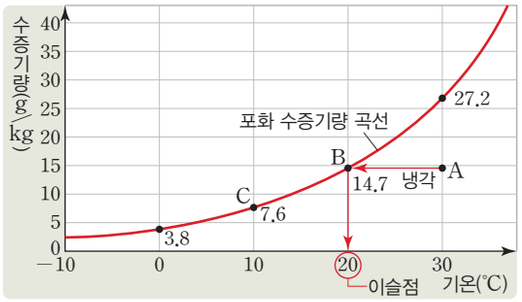
- 저위도 지역: 태양 복사 에너지 흡수량이 지구 복사 에너지 방출량보다 많다. → 에너지 과잉
- 고위도 지역: 태양 복사 에너지 흡수량이 지구 복사 에너지 방출량보다 적다. → 에너지 부족

저위도 지역에서는 흡수하는 태양 복사 에너지양이 방출하는 지구 복사 에너지양보다 많아 에너지가 과잉 상태이고, 고위도 지역은 에너지가 부족한 상태이다.

16 ㄷ. ㉡ 부근에서는 편서풍과 극동풍이 만나 공기가 상승한다.
바로알기 | ㄱ. ㉠은 위도 30°N, ㉡은 위도 60°N 부근이다.
ㄴ. ㉠ 부근에서는 공기가 하강한 뒤 고위도 지역으로 이동한다.

01

자료 분석 지표면 부근에서의 포화 수증기량 곡선과 이슬점



기온이 30 °C인 공기 1 kg에 포함된 현재 수증기량은 14.7 g으로, 불포화 상태이다. 기온이 낮아져 20 ℃가 되면 포화 상태가 되어 수증기의 응결이 일어나기 시작한다.

이슬점은 포화되지 않은 공기가 기온 하강으로 포화 상태에 도달하여 수증기의 응결이 일어나기 시작할 때의 온도이다. 따라서 A 공기의 이슬점은 20 °C이다.

02 공기 B와 공기 C 모두 포화 수증기량 곡선 위에 있으므로 두 공기는 모두 포화 상태이다. 따라서 B와 C의 상대 습도는 모두 100 %로 같다.
바로알기 | ㄱ. 포화 상태인 공기의 이슬점은 현재 기온과 같다. 따라서 B의 이슬점은 20 °C, C의 이슬점은 10 °C로 서로 다르다.
ㄷ. B 공기와 C 공기는 현재 공기 중에 들어 있는 수증기량은 각각 해당 온도에서의 포화 수증기량과 같다. B는 14.7 g/kg, C는 7.6 g/kg이므로 현재 공기 중의 수증기량은 서로 다르다.

03 A 공기에 들어 있는 수증기량은 14.7 g/kg이다. A 공기를 10 ℃로 냉각하면 포화 수증기량은 7.6 g/kg이므로 수증기의 응결량은 14.7 g/kg− 7.6 g/kg=7.1 g/kg이다.

04 실제 수증기량이 일정할 때 기온이 높아질수록 상대 습도는 낮아지고, 기온이 일정할 때 공기가 포함하는 실제 수증기량이 많아질수록 상대 습도는 높아진다. 따라서 기온과 이슬점의 차이가 클수록 상대 습도는 낮아진다.

05 상대 습도는 현재 기온에서의 포화 수증기량에 대한 현재 공기 중 실제 수증기량의 비를 백분율로 나타낸 것이다.

06 맑은 날에는 대기 중의 수증기량이 거의 변하지 않으므로 이슬점은 거의 일정하고 상대 습도는 기온에 따라 달라진다.

07 간이 가압 장치의 펌프를 여러 번 눌러 내부 공기를 압축한 후 뚜껑을 열면, 페트병에서 공기가 빠져나가면서 내부 공기가 팽창한다. 이때 페트병 내부의 기온이 낮아지고 수증기의 응결이 일어나 뿌옇게 흐려진다.

08 페트병에 넣은 향 연기는 공기 중 수증기의 응결을 도와주는 응결핵의 역할을 한다. 페트병 내부가 뿌옇게 보이는 것은 수증기가 응결하여 생긴 작은 물방울 때문이다.

꼭 나오는 **문제 점검하기** 2. 날씨의 변화 복습책 10~12 쪽

01 ④	02 ②	03 ②	04 ③	05 ①
06 ④	07 ②	08 ⑤	09 ②	10 ①
11 ①	12 ③	13 ③	14 ④	15 ③
16 ①				

09 구름이 만들어지려면 공기 덩어리가 상승해야 하며, 공기의 상승 운동은 다양한 원인으로 일어날 수 있다. 공기 덩어리가 상승하는 경우는 지표면이 강하게 가열되거나 공기가 한곳에 모여들 때 구름이 생성된다. 또한 공기가 산을 타고 오르거나 따뜻한 공기가 찬 공기가 만날 때에도 구름이 생성된다.

10 ㄴ, ㄷ. (나)는 병합설로, 병합설은 구름 전체의 온도가 0 °C 이상인 구름은 대부분 물방울로만 이루어져 있다. 이때 구름 속의 크고 작은 물방울이 서로 부딪치고 합쳐지면서 점점 커지고 무거워져 비가 되어 내리는 강수 과정이다.

11 유리관을 기울이거나 굵기가 다른 유리관을 사용해도 수은 기둥의 높이는 76 cm로 같다. 수은 기둥의 높이는 유리관의 모양이 아니라 수조의 수은에 작용하는 대기압에 의해 결정되기 때문이다. 따라서 B와 C의 수은 기둥 높이는 모두 A와 같다.

12 같은 시간 동안 가열하면 모래가 물보다 빠르게 데워진다. 모래 위의 따뜻한 공기가 상승하여 모래 쪽은 저기압, 물 쪽은 고기압이 된다. 따라서 물과 모래 위에서 기압 차이가 발생하며, 향연기는 물 쪽에서 모래 쪽으로 이동한다.

13 칸막이를 천천히 들어 올리면 찬 공기와 따뜻한 공기가 바로 섞이지 않는다. 이때 얼음이 들어 있는 칸의 공기는 온도가 낮아 밀도가 크므로 찬 공기가 따뜻한 공기 아래로 파고들면서 두 공기 사이에 경계면이 생긴다.

14 찬 기단이 따뜻한 기단 아래로 파고들어 한랭 전선이 형성된다. 한랭 전선은 적운형 구름이 만들어지며 한냉 전선 주변의 좁은 구역에 강한 비가 내린다.

15 일기도의 등압선에 표시된 기압을 비교하면 A와 C는 주변보다 기압이 높은 고기압 지역이고, B는 주변보다 기압이 낮은 저기압 지역이다. 고기압에서는 하강 기류가 발달하므로 이에 해당하는 지역은 A와 C이다.

16 A는 한랭 전선의 뒤쪽, B는 한랭 전선과 온난 전선 사이, C는 온난 전선 앞쪽의 지점이다. 한랭 전선과 온난 전선 사이는 날씨가 맑고 따뜻하다.
바로알기 | ㄴ. B는 한랭 전선과 온난 전선 사이에 따뜻한 공기의 영향을 받으며 비교적 따뜻하고 맑은 날씨가 나타난다.
ㄷ. C는 온난 전선 앞쪽으로, 따뜻한 기단이 찬 기단 위로 타고 올라 상승하면서 층운형 구름이 만들어지며, 비교적 약한 비가 오랫동안 내릴 수 있다.

III 수권과 해수의 순환

꼭 나오는 문제 점검하기 1. 지구상의 물 복습책 13 쪽

01 ③ 02 ② 03 ⑤ 04 ④ 05 ⑤
06 ①

01 ① 수권은 지구에서 물이 존재하는 영역이다.
② 수권의 대부분은 해양에 분포한다.
④ 수권의 물은 생명활동에 반드시 필요하다.
⑤ 수권은 해수와 담수로 이루어져 있으며, 담수는 빙하, 지하수, 호수와 강 등이 있다.
바로알기 | ③ 고체 상태로 존재하는 빙하는 수권의 구성 요소에 포함된다.

02 ㄴ, ㉡ 호수와 강 등의 비율은 약 0.01 %로, 수권의 매우 적은 양을 차지한다.
바로알기 | ㄱ. 수권의 대부분을 차지하는 것은 ㉢만 해당된다.
ㄷ. 우리는 호수와 강 등, 지하수를 다양한 분야에 활용한다.

03 빙하는 고체 상태로 존재하고, 주로 극지방이나 고산 지대에 분포하며 수권의 구성 요소인 담수 중 가장 많은 비율을 차지한다. 지하수는 지표의 물이 지하로 스며들어 토양이나 암석의 틈을 채우거나 흐르는 물이다.

04 ① 수력 발전, 조력 발전 등을 이용하여 전기를 생산한다.
②, ③ 물은 우리가 일상생활에서 농작물을 재배하는 데 필요한 농업용수나 생명 유지 등 다양한 분야에서 활용된다.
⑤ 호수와 강 등은 관광 및 레저 활동에 활용된다.
바로알기 | ④ 물은 제품 생산 등에 필요한 공업용수로 널리 이용된다.

05 (가)는 생활용수, (나)는 발전, (다)는 레저 활동 등에서 수자원을 활용한 사례이다. (다)와 같은 레저 활동은 담수와 해수에서 모두 가능하다. 또한 인구 증가와 산업 발달로 수자원의 이용량은 증가하고 있다.
바로알기 | ㄱ. (가)는 생활용수로 주로 담수를 활용한다.
ㄴ. (나)는 주로 호수와 강물을 활용한다.

06 인구 증가와 산업 발달로 생활용수 사용량은 증가하는 추세이다.

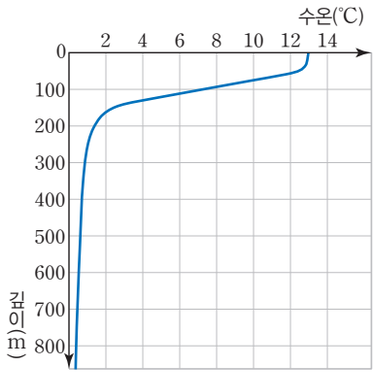
꼭 나오는 문제 점검하기 2. 해수의 특성과 순환 복습책 14~15 쪽

01 ① 02 ⑤ 03 ④ 04 ① 05 ③
06 ⑤ 07 ① 08 ② 09 ③ 10 ⑤
11 ④

01 표층 수온은 태양 에너지를 많이 받는 저위도 지역에서 높고, 고위도 지역으로 갈수록 대체로 낮아진다. 따라서 적도의 표층 수온은 중위도 지역보다 높다. 표층 염분은 증발량과 강수량의 차이에 큰 영향을 받는다. 중위도 지역은 증발량이 강수량보다 많아 표층 염분이 가장 높고, 고위도 지역은 증발량이 적고 빙하가 녹은 물이 유입되어 표층 염분이 낮다. 따라서 표층 염분은 중위도 지역이 고위도 지역보다 높다.

02

자료 분석 해수의 연직 수온 분포



해수면 부근에서는 수온이 약 13 ℃로 거의 일정한 혼합층이 나타난다. 혼합층 아래에서는 수심이 깊어질수록 수온이 급격히 낮아지는 수온 약층이 나타나며, 그 아래의 심해층의 시작 구간인 약 200 m 부근에서는 수온이 약 1~2 ℃로 매우 낮다.

수온 약층에서 수온은 약 13 ℃에서 1~2 ℃까지 낮아지므로 수온 변화량은 10 ℃보다 크다.

바로알기 | ① 혼합층의 수온은 약 13 ℃이다.
② 깊이 100 m 부근은 안정한 수온 약층에 해당하므로 대류가 거의 일어나지 않는다.
③ 심해층이 수온 약층보다 두께가 두껍다.
④ 수심이 깊어질수록 수온은 대체로 낮아지며, 심해층에서는 낮은 수온이 거의 일정하게 유지된다.

03 ㄱ, ㄴ. 염분이 높을수록 해수에 녹아 있는 염류의 양이 많으므로 해수의 밀도는 크며 전기 전도도도 크다. ㄷ. 염분이 35 psu인 해수 1 g 속에는 약 0.035 g의 염류가 녹아 있다.

04 이 실험에서 적외선 전등은 태양에 해당한다. 전등으로 가열하면 깊이에 따라 수온이 달라지고, 휴대용 선풍기로 바람을 일으키면 표층의 물이 섞여 혼합층이 형성되면서 수면 부근의 수온이 낮아진다.

바로알기 | ② (가)에서는 혼합층이 뚜렷하게 나타나지 않는다.
③ (나)에서는 혼합층 아래에 수온 약층이 나타난다.
④ ㉠에 의해 표층의 물이 섞이므로 수면 부근의 수온은 낮다.
⑤ ㉠ 이후에는 깊이에 따른 수온 차이가 작아진다.

05 ㉠은 증발량, ㉡은 강수량이다. 위도 30° 부근에서는 증발량이 강수량보다 많아 건조한 기후가 나타나고, 표층 염분이 높게 나타난다. 반면 적도 부근에서는 강수량이 증발량보다 많으므로 표층 염분이 낮다.

06 겨울철에는 여름철보다 바람이 강하게 불어 혼합층이 두꺼워지고, 수온 약층이 시작되는 깊이도 깊어진다. 표층 수온은 여름철보다 낮다.

07 표층 염분은 ㉠이 가장 낮고 ㉢이 가장 높다.

바로알기 | ㄴ. 동해의 표층 염분은 연안 해역보다 중앙부에서 대체로 높다.
ㄷ. 우리나라 주변 해역은 여름철에 강수량과 담수의 유입량이 증가한다. 따라서 8 월의 표층 염분은 주로 2 월보다 낮다.

08 해류는 주로 대기 대순환에 의한 바람의 영향을 받아 형성되며, 일정한 방향으로 지속해서 흐르는 해수의 흐름을 의미한다.

09 A는 편서풍의 영향으로 형성된 북태평양 해류이고, B는 무역풍의 영향으로 형성된 북적도 해류이다. 두 해류는 북태평양에서 시계 방향으로 순환하는 표층 순환을 이룬다.

10 쿠로시오 해류는 저위도 지역에서 고위도 지역으로 흐르는 난류이고, 캘리포니아 해류는 고위도 지역에서 저위도 지역으로 흐르는 한류이다.

바로알기 | ② 난류와 한류 모두 일정한 방향으로 지속해서 흐르는 해류이다.

11 난류의 영향을 받는 지역(A)은 지역은 같은 위도의 다른 지역보다 여름철에 기온과 습도가 높고, 한류의 영향을 받는 지역(B)은 여름철에 기온과 습도가 상대적으로 낮아 선선하고 건조한 기후가 나타난다. 해류는 지구의 에너지를 이동시키는 역할을 하므로 해류에 변화가 생기면 주변 지역의 기후도 달라질 수 있다.

Ⅳ 운동과 에너지

꼭 나오는 **문제 점검하기** 1. 운동 복습책 16~18 쪽

01 ③	02 ④	03 ①	04 ②	05 ④
06 ④	07 ①	08 ③	09 ③	10 ③
11 ③	12 ①	13 ④	14 ③	15 ③

01 등속 운동에서 이동 거리는 '속력×걸린 시간'이다. 따라서 장난감 자동차의 2 분 동안 이동 거리는 2 cm/s×120 s=240 cm이므로 2.4 m이다.

02 무빙워크는 등속 운동을 한다. 등속 운동은 시간−속력 그래프에서 시간축에 평행한 모양이다. 그래프에서 물체가 등속 운동을 하는 시간은 2~8 초 사이이다. 이때 물체가 이동한 거리는 15 m/s×6 s=90 m이다.

03 컨베이어 벨트는 속력이 일정한 등속 운동을 한다. 등속 운동의 경우 같은 시간 동안 이동 거리가 같으므로 시간－이동 거리 그래프에서는 원점을 지나는 직선 모양이며, 시간－속력 그래프에서는 시간축에 나란한 직선 모양이다.

04 장난감 자동차는 1 초에 10 cm의 거리를 일정하게 이동하는 등속 운동을 하므로 속력은 10 cm/s이다. 이때 시간－속력 그래프는 속력이 10 cm/s에 위치한 시간축에 평행한 직선이고, 시간－이동 거리 그래프는 원점을 지나는 기울기가 10인 직선이다.

05 스키장 리프트, 에스컬레이터, 무빙워크는 속력이 일정한 등속 운동을 하므로 물체에 작용하는 알짜힘이 0이다.
바로알기 | ㄱ. 속력이 일정한 운동이다.

06 에스컬레이터의 운동은 속력이 일정한 등속 운동이다.

07 가로축은 시간을 나타내고, 세로축은 일정한 시간 동안 이동한 거리인 속력을 나타낸다.

08 그래프에서 가로축이 시간, 세로축이 속력이므로 물체는 속력이 일정하게 증가하는 운동을 한다. 속력이 일정하게 증가하는 운동에서 구간 거리는 일정하게 커진다.
바로알기 | ㄴ. 이동 거리는 시간의 제곱에 비례한다.

09 공이 경사면을 따라 올라갈 때는 운동 방향과 반대 방향으로 힘을 계속 받으므로 속력이 일정하게 감소하는 운동을 한다.
바로알기 | ㄴ. 공의 운동 방향과 반대 방향으로 계속 힘을 받는다.

10 진공 실험실에서 볼링공과 깃털을 같은 높이에서 동시에 자유 낙하시키면 볼링공과 깃털의 운동 방향과 같은 방향으로 중력이 작용한다. 볼링공에는 깃털보다 더 큰 중력이 작용하지만 속력 변화량은 1 초당 9.8 m/s 증가하는 것으로 같다.

11 자유 낙하 하는 쇠구슬에는 운동 방향으로 중력이 계속 작용하므로 쇠구슬은 속력이 일정하게 증가하는 운동을 한다. 사진에서 낙하하는 동안 쇠구슬 사이의 간격이 점점 넓어지는 것으로부터 속력이 일정하게 증가함을 알 수 있다.

12 높이가 같을 때 공기 저항을 무시하면 물체의 질량에 관계없이 모든 물체는 동시에 떨어진다. 물체에 작용하는 힘은 물체에 작용하는 중력의 크기이므로 질량이 가장 큰 배구공에 작용하는 힘이 가장 크다.

13 공기 저항이 없을 때 정지해 있던 물체가 중력만 받으면서 낙하하는 운동을 자유 낙하 운동이라고 한다. 자유 낙하 운동을 하는 물체는 물체의 종류나 질량에 상관없이 속력이 1 초마다 9.8 m/s씩 일정하게 증가한다.

14 자유 낙하 하는 물체에 작용하는 중력의 크기는 9.8×질량이다. 따라서 1 kg인 물체가 받는 중력의 크기는 9.8 N이고, 5 kg인 물체가 받는 중력의 크기는 49 N이다. 하지만 1 초당 속력 증가량은 질량에 관계없이 모두 9.8 m/s로 모두 같다.

15 공은 연직 방향으로 중력을 받아 아래로 갈수록 점점 빨라지는 운동을 한다. 같은 조건으로 화성에서 이 실험을 한다면 화성의 중력이 지구 중력보다 더 작으므로 속력 변화가 작아 공 사이의 간격이 좁아진다.
바로알기 | ㄷ. 같은 조건으로 화성에서 이 실험을 한다면 공 사이의 간격이 지구보다 좁아진다.

꼭 나오는 문제 점검하기 2. 일과 에너지 복습책 19~20 쪽

01 ④	02 ③	03 ②	04 ④	05 ②
06 ①	07 ①	08 ③	09 ⑤	

01 물체에 일을 해 주면 물체에 해 준 일만큼 물체의 에너지는 증가한다.

02 진호가 한 일은 계단을 따라 올라갈 때 한 일이다. 9.8×10 kg×5 m＝490 J이다.

03 기준에서 위치 에너지는 0이므로 책상 면이 기준일 때 책의 위치 에너지는 0이고, 지면이 기준일 때는 높이가 1 m이므로 9.8×2 kg×1 m＝19.6 J이다.

04 물체가 자유 낙하 하여 지면에 도달하는 순간 가장 높은 위치에 있어 오래 떨어지는 C의 속력이 가장 크다.

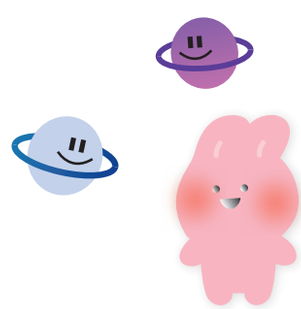
05 쇠구슬이 떨어진 높이가 1 m이므로 중력이 한 일은 9.8×0.5 kg×1 m＝4.9 J이고 중력이 쇠구슬에 한 일은 쇠구슬의 운동 에너지로 전환되었으므로 쇠구슬의 운동 에너지도 4.9 J이다.

06 높이 변화가 가장 큰 구간에서 위치 에너지 변화량이 가장 크다. 또한 위치 에너지 변화량은 운동 에너지 변화량과 같다.

07 물체가 아래로 내려가는 동안에는 물체의 높이가 낮아지고 속력이 점점 빨라지므로 위치 에너지는 감소하고 운동 에너지는 증가한다. 이때, 역학적 에너지는 보존된다.

08 감소한 운동 에너지는 증가한 위치 에너지와 같다. 따라서 O에서 B로 가는 동안 공의 감소한 운동 에너지는 9.8×2 kg×2.5 m＝49 J이다.

09 공기 저항과 마찰이 없는 곡면에서 쇠구슬이 내려갈 때 위치 에너지가 감소한 만큼 운동 에너지가 증가한다. 즉, 쇠구슬의 위치 에너지가 운동 에너지로 전환되므로 역학적 에너지가 일정하게 보존된다.



Ⅰ 화학 반응의 규칙성

대단원 만점 도전하기 복습책 21~24 쪽

01 ③	02 ④	03 ⑤	04 ⑤	05 ③
06 ②	07 ④	08 ④	09 ⑤	10 ④
11 ③	12 ③	13 ④	14 ②	15 ②
16 ③	17 ④	18 ④	19 ②	20 ③
21 ④	22~27 해설 참조			

01 물질의 상태 변화는 물질을 구성하는 분자의 종류가 달라지지 않으므로 물리 변화이다.

02 (가)와 같이 두 물질이 단순히 섞이는 변화는 물리 변화, (나)와 같이 두 물질이 반응하여 새로운 물질이 생성되는 변화는 화학 변화이다.

03 '예'는 물리 변화의 예이고, '아니요'는 화학 변화의 예이다. 물리 변화에서는 물질의 고유한 성질이 유지된다.

04 마그네슘 리본을 구부리는 변화는 물리 변화, 마그네슘 리본을 태우는 변화는 화학 변화에 해당한다. 마그네슘 리본이 타고 남은 재는 산화 마그네슘으로 마그네슘과 성질이 다르다. 마그네슘이 묽은 염산과 반응하면 수소 기체가 발생하므로 화학 변화이다.

05 반응 전후에 원자의 종류와 수는 변하지 않지만 분자의 수는 변할 수 있다.

06 두 화학 반응식을 완성하면 (가)는 $2H_2O \longrightarrow 2H_2+O_2$이고, (나)는 $CH_4+2O_2 \longrightarrow CO_2+2H_2O$이다. (가)에서 ㉠+㉡=3이고, (나)에서 ㉢+㉣=3, ㉤=2로 ㉢+㉣과 ㉤은 같지 않다.

07 반응 전후에 원자의 종류와 수가 같도록 화학식의 계수를 맞춘다.

08 생성물의 철 원자 수가 4 개이므로 ㉣은 4이다.

09 반응물과 생성물의 원자의 종류와 수가 같도록 화학식의 계수를 맞추어야 한다.
바로알기 | ① $C+O_2 \longrightarrow CO_2$
② $2H_2+O_2 \longrightarrow 2H_2O$
③ $2Cu+O_2 \longrightarrow 2CuO$
④ $Mg+2HCl \longrightarrow MgCl_2+H_2$

10 화학 반응 전후의 원자의 종류와 수는 변하지 않는다. 반응 전후의 탄소 원자는 6 개, 수소 원자는 12 개, 산소 원자는 18 개이다.

11 A 원자 2 개가 결합하여 만들어진 A 분자 1 개는 A_2로 표현한다. B 원자 2 개가 결합하여 만들어진 B 분자 3 개는 $3B_2$로 표현한다. A 원자 1 개와 B 원자 3 개가 결합하여 만들어진 분자 2 개는 $2AB_3$으로 표현한다.

12 반응 후 원자의 배열이 달라져 새로운 물질이 생성된다.

13 질량 보존 법칙은 모든 화학 반응에서 성립한다. (나)에서 닫힌 공간 속 산소는 반응물로 사용되었으므로 반응 전보다 반응 후 질량이 감소한다.

14 마그네슘과 산소가 반응하여 산화 마그네슘이 생성될 때, 마그네슘 : 산소=3 : 2의 질량비로 반응한다.
바로알기 | ㄱ. 마그네슘과 산소는 3 : 2의 질량비로 반응한다.
ㄴ. 산화 마그네슘 1.5 g에는 산소가 0.6 g 포함되어 있다.

15 마그네슘 : 산소=3 : 2의 질량비로 반응하므로, 두 물질 중 먼저 소모되는 물질이 생성량을 결정한다. 마그네슘 6 g, 산소 4 g이 반응하면 산화 마그네슘 10 g이 생성된다.
바로알기 | ① 5 g, ③ 7.5 g, ④ 5 g ⑤ 2.5 g의 산화 마그네슘이 생성된다.

16 마그네슘과 산소가 반응하여 산화 마그네슘을 생성할 때 반드시 일정한 질량비로 반응한다.

17 실험 Ⅰ에서 염소 2 L가 남았으므로 수소 : 염소=1 : 1의 부피비로 반응한다는 것을 알 수 있다.

18 반응 후 용기 속 전체 기체의 부피는 실험 Ⅰ~Ⅲ 모두 4 L이다.

19 수소와 염소가 반응하여 염화 수소가 생성될 때 수소 : 염소 : 염화 수소의 부피비는 1 : 1 : 2이다.

20 (가)는 발열 반응, (나)는 흡열 반응이다. (가)에서 온도계의 숫자는 반응 전보다 커지고, 질량 보존 법칙에 따라 (가)와 (나) 모두 반응 후 물질의 전체 질량은 반응 전과 같다.
바로알기 | ㄴ. (나)는 흡열 반응이므로 비커를 손으로 잡으면 열에너지가 손에서 비커로 이동하여 차갑게 느껴진다.

21 광합성은 흡열 반응, 생명체의 세포호흡은 발열 반응이다.

단답형 · 서술형 평가 복습책 25 쪽

22 답 | (가): 물리 변화 (나): 화학 변화
해설 | (가)는 상태 변화이고, (나)는 전기 분해이다.

23 답 | $CH_4+2O_2 \longrightarrow CO_2+2H_2O$
해설 | 화살표 왼쪽에는 반응물을, 오른쪽에는 생성물의 화학식을 쓴 다음, 화학 반응 전후에 원자의 종류와 수가 같도록 계수를 맞춘다.

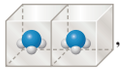
24 모범 답안 | (1) 숯을 연소하면 생성물 가운데 기체가 공기 중으로 이동하여 질량이 감소하고, 강철솜을 연소하면 공기 중의 산소와 결합하므로 질량이 증가한다. (2) 닫힌 공간에 물질을 넣고 연소한 뒤, 용기를 포함한 전체 질량을 측정한다.

해설 | 열린 공간에서 숯을 연소하면 재가 남는데, 이때 남은 재의 질량은 연소 전 숯의 질량보다 작다. 이는 연소에 필요한 산소 기체나 연소 후 생성되는 이산화 탄소 기체, 수증기가 공기 중으로 이동하여 질량을 측정할 수 없기 때문이다. 닫힌 공간에서 기체의 질량까지 모두 고려하여 전체 질량을 측정하면 화학 반응 전후에 물질의 전체 질량이 변하지 않는 것을 알 수 있다.

채점 기준	배점
(1)과 (2)를 모두 옳게 서술한 경우	상
(1)과 (2)중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
(1)과 (2)를 모두 옳지 않게 서술한 경우	하

25 **모범 답안** | 다른 물질이다. (가)와 (나)는 모두 수소와 산소로 이루어져 있지만, 성분 원소의 질량비가 각각 1 : 8과 1 : 16으로 다르기 때문이다.
해설 | 물과 과산화 수소는 모두 수소와 산소로 이루어져 있다는 공통점이 있지만, 성분 원소의 질량비가 다르므로 서로 다른 물질이다.

채점 기준	배점
(가)와 (나)가 같은 물질인지와 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	상
(가)와 (나)가 같은 물질인지와 그 까닭 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
(가)와 (나)가 같은 물질인지와 그 까닭을 모두 옳지 않게 서술한 경우	하

26 **모범 답안** | , $N_2+3H_2 \longrightarrow 2NH_3$
해설 | 기체 반응 법칙에 따라 화학 반응식의 계수의 비는 부피비와 같으므로 생성물은 2 개의 부피이다. 암모니아의 화학식은 NH_3이므로 질소 원자 1 개에 수소 원자 3 개가 붙은 모형을 2 개 그려야 한다.

채점 기준	배점
입자 모형과 화학 반응식을 모두 옳게 서술한 경우	상
입자 모형과 화학 반응식 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
입자 모형과 화학 반응식을 모두 옳지 않게 서술한 경우	하

27 **모범 답안** | 주위의 온도가 높아진다. 산화 칼슘과 물이 반응할 때 열에너지를 방출하는 발열 반응이 일어나기 때문이다.
해설 | 산화 칼슘과 물이 반응하면 열에너지를 방출하는 발열 반응이 일어난다.

채점 기준	배점
주위의 온도 변화를 열에너지 출입과 관련지어 옳게 서술한 경우	상
열에너지 출입과 관련 없이 주위의 온도 변화를 서술한 경우	중
주위의 온도 변화를 열에너지 출입과 관련지어 옳지 않게 서술한 경우	하

II 날씨와 기후 변화

대단원 만점 도전하기

복습책 26~29 쪽

01 ③	02 ③	03 ⑤	04 ⑤	05 ⑤
06 ①	07 ①	08 ②	09 ②	10 ①
11 ③	12 ④	13 ③	14 ④	15 ②
16 ③	17 ①	18 ⑤	19 ①	20 ③
21 ④	22~28 해설 참조			

01 A는 열권, B는 중간권, C는 성층권, D는 대류권이다.
바로알기 | ㄴ. 대기권의 공기가 대부분 모여 있는 곳은 대류권인 D이다.

02 그림은 중간권에서 주로 관측되는 유성이다. 중간권은 높이 올라갈수록 기온이 낮아지며, 대류 현상은 일어나지만 수증기가 거의 없어 구름, 비, 눈과 같은 기상 현상은 나타나지 않는다.
바로알기 | ㄴ. 대기권에서 공기가 가장 희박한 층은 열권이다.

03 적외선 전등은 복사 에너지를 방출하는 태양을, 알루미늄 컵은 태양 복사 에너지를 흡수하여 온도가 변하는 지구를 나타낸다. 적외선 전등에서 방출된 에너지는 주로 복사의 형태로 알루미늄 컵에 전달되고, 모든 물체는 자신의 온도에 해당하는 열에너지를 복사의 형태로 방출한다.

04 적외선 전등으로 검은색 알루미늄 캔을 가열하면 복사 에너지를 흡수하여 캔 안의 온도가 올라가다가 시간이 지나면 온도가 더 오르지 않고 일정해 진다.

05 관측 기간 동안 대기 중 이산화 탄소 농도와 지구 평균 기온이 전반적으로 상승하고 있다.

06 태양의 고도가 높을수록 일정한 면적의 지표면에 도달하는 태양 복사 에너지양이 많다.

07 포화 수증기량 곡선 위에 A 공기와 C 공기는 포화 상태이므로 이슬점이 현재 기온과 같다. B 공기의 이슬점은 20 °C이고, 포화 상태인 C 공기의 이슬점은 30 °C이다.

08 응결량은 30 °C인 C 공기의 포화 수증기량과 20 °C인 공기의 포화 수증기량 차이로 구할 수 있다. C 공기의 포화 수증기량은 27.2 g/kg이고, 20 °C일 때 포화 수증기량은 14.7 g/kg이다. 따라서 수증기는 27.2−14.7=12.5 g/kg만큼 응결된다.

09 상대 습도(%)$=\frac{\text{현재 공기 중의 실제 수증기량(g/kg)}}{\text{현재 기온에서의 포화 수증기량(g/kg)}}\times 100$으로 나타낼 수 있다.

10 맑은 날에는 대기 중의 수증기량이 크게 변하지 않으므로 이슬점은 거의 일정하고 상대 습도는 기온에 따라 달라진다.
바로알기 | ㄴ. 기온이 가장 높은 15 시에는 상대 습도가 가장 낮다.
ㄷ. 그래프에서 23 시일 때 공기의 실제 수증기량은 13 시경보다 많다.

11 공기 덩어리의 상승으로 단열 팽창하면 기온이 하강하여 이슬점에 도달하면 수증기가 응결하여 구름이 생성된다.

12 간이 가압 장치를 여러 번 눌러 페트병 안의 공기를 압축하였다가 뚜껑을 열면 페트병 안의 공기가 빠져나가면서 내부 공기가 팽창하여 압력이 낮아지고 기온도 낮아진다.

13 그림은 위로 솟아오르는 모양의 적운형 구름이다. 공기 덩어리가 강하게 상승할 때 적운형 구름이 만들어진다.

14 바로알기 | ㄱ. A 구간은 온도가 −40 ℃보다 낮으므로 구름 입자가 주로 얼음 알갱이로 이루어져 있다.

15 (나)는 온도가 0 ℃ 이상인 구름에서의 강수 과정으로, 작은 물방울들이 서로 충돌하여 합쳐져서 점점 커지고 무거워져 빗방울이 되어 떨어진다.

16 토리첼리는 수은 기둥을 이용한 실험으로 최초로 대기압을 측정하였으며, 수은 기둥 76 cm의 압력을 1기압으로 정의하였다.
바로알기 | ㄴ. 1 기압은 약 1013 hPa에 해당한다.

17 높이 올라갈수록 공기의 양이 감소하여 기압이 낮아진다.

18 따뜻한 물이 담긴 (가)의 기온은 얼음이 담긴 (나)보다 높다. 기온이 높은 쪽의 공기 밀도가 작아져 기압이 낮아지고, 기온이 낮은 쪽에서는 공기 밀도가 커지므로 향 연기는 (나)에서 (가)로 이동한다.

19 해륙풍은 대륙이 해양보다 빠르게 가열되고 빠르게 냉각되어 발생하는 기압 차이로 부는 바람이다.
바로알기 | ㄴ. (가)에서는 B가 A보다 기압이 높고, (나)에서는 C가 D보다 기압이 높다.
ㄷ. (가)에서는 대륙이 해양보다 빠르게 가열되어 상대적으로 기압이 낮고, (나)에서는 겨울철에 부는 북서풍으로 대륙이 해양보다 빠르게 냉각되어 상대적으로 기압이 높다.

20 A는 한랭 전선, B는 온난 전선이다. 온난 전선은 전선면 기울기가 완만하고 넓은 구역에 약하고 지속적인 비가 내린다.

21 우리나라의 겨울철은 시베리아 기단의 영향으로 강한 북서풍이 불고, 여름철은 북태평양 기단의 영향으로 무덥고 습한 날씨를 나타난다.

단답형 · 서술형 평가 복습책 30 쪽

22 답 | B: 중간권, D: 대류권
해설 | A는 열권, B는 중간권, C는 성층권, D는 대류권이다. 중간권과 대류권은 높이 올라갈수록 기온이 낮아지고, 공기의 대류가 일어난다.

23 답 | B, C
해설 | 온실 기체는 태양 복사 에너지(A)를 흡수하지 않고 통과시키므로 온실 기체가 증가해도 지표면에 도달하는 태양 복사 에너지양은 변화가 없다. 대기 중 온실 기체는 지구가 방출하는 복사 에너지(B)를 흡수하였다가 다시 일부는 우주로, 나머지는 지표면으로 재방출(C)한다.

24 답 | B: 편서풍
해설 | 우리나라는 위도 30°N~60°N 사이에 위치하며 이 구간은 대기 대순환의 편서풍대에 해당한다.

25 답 | (1) A 공기의 상대 습도(%)$=\frac{14.7\ \text{kg}}{27.2\ \text{g/kg}}\times100\fallingdotseq54.0(\%)$
(2) 응결량$=14.7\ \text{g/kg}-7.6\ \text{g/kg}=7.1\ \text{g/kg}$
해설 | (1) 상대 습도(%)
$=\frac{\text{현재 공기 중에 포함되어 있는 실제 수증기량}}{\text{현재 기온에서의 포화 수증기량}}\times100$이므로,
A 공기의 상대 습도$=\frac{14.7\ \text{g/kg}}{27.2\ \text{g/kg}}\times100\fallingdotseq54.0$이다.
(2) 30 ℃인 A 공기 1 kg 속에는 14.7 g의 수증기가 들어 있다. 이 공기가 10 ℃로 낮아지면 이슬점인 7.6 g/kg에 이르기까지 수증기가 응결한다.

26 모범 답안 | 공기 덩어리가 상승하면 주변 기압이 낮아져 단열 팽창이 일어나고, 기온이 낮아진다. 기온이 이슬점에 도달하면 수증기가 응결하여 구름이 생성된다.

채점 기준	배점
공기의 이동으로 구름이 생성되는 과정을 서술한 경우	상
구름이 생성되는 과정을 서술하지 못한 경우	하

27 모범 답안 | A는 저기압, B는 고기압이다. 지표면의 기온이 높은 공기 A에서 공기가 가열되어 상승하므로 기압이 낮아지고, 기온이 낮은 B에서 공기가 하강하므로 기압이 높아진다.

채점 기준	배점
A, B 중 어느 곳이 고기압과 저기압인지 옳게 쓰고, 그렇게 생각한 까닭도 모두 적절하게 서술한 경우	상
A, B 중 어느 곳이 고기압과 저기압인지 옳게 썼으나, 그렇게 생각한 까닭은 적절하게 서술하지 못한 경우	하

28 모범 답안 | 초여름, 일기도를 보면 초여름에 주로 형성되는 정체 전선이 나타나 있고, 레이더 영상을 보면 우리나라 중부 지역과 남부 지역 일부에서 비가 내리고 있다.

채점 기준	배점
어느 계절인지 옳게 쓰고, 우리나라에서 비가 내리는 곳을 적절하게 서술한 경우	상
어느 계절인지 옳게 썼으나, 우리나라에서 비가 내리는 곳을 서술하지 못한 경우	하

Ⅲ 수권과 해수의 순환

대단원 만점 도전하기 복습책 31~34 쪽

01 ②	02 ①	03 ④	04 ⑤	05 ①
06 ⑤	07 ②	08 ④	09 ④	10 ③
11 ③	12 ⑤	13 ②	14 ②	15 ④
16 ⑤	17 ①	18 ③	19 ④	20 ④

21~26 해설 참조

01 수권을 구성하는 물은 비열이 커서 온도 변화가 쉽게 일어나지 않는다.

02 수권의 것의 대부분을 차지하는 것은 해수이며, 담수 중 가장 많은 양을 차지하는 것은 빙하이다.

03 수력 발전 또는 조력 발전은 수자원을 활용하는 사례에 해당하지만, 태양광 발전은 수자원 활용 사례에 해당하지 않는다.

04 (가)는 수권의 대부분을 차지한다. (나)는 정수 과정을 거쳐 식수로 이용할 수 있다. 수권에서 차지하는 비율을 비교하면 (가)>(다)>(나)이다.

05 ㄱ. ㉠은 주로 극지방이나 고산 지대에 분포하는 빙하로 고체 상태의 물이다.
바로알기 | ㄴ. ㉡은 토양이나 암석 틈 사이에 분포하는 지하수이다.
ㄷ. 해수는 수권의 약 97.4 %로, 그 양은 ㉠과 ㉡을 합친 양보다 더 많다.

06 인구 증가와 산업 발달로 인해 물 사용량이 계속 증가하고 있다. 이에 따라 자원으로서 물의 가치는 더욱 중요해지고 있다.

07 수자원의 양을 확보하기 위한 방안으로 해수의 담수화, 빗물 재활용하기 등이 있고, 수자원의 오염을 줄이기 위한 방안으로는 생활하수 줄이기, 축산 폐수나 공장 폐수를 정화하여 배출하기 등이 있다.

08 ④ 저위도 지역에서 고위도 지역으로 갈수록 표층 수온이 대체로 낮아진다.
바로알기 | ① 표층 염분은 증발량과 강수량, 담수의 유입 등의 영향을 받으므로 표층 염분과 표층 수온 사이에 염분이 많을수록 수온이 낮아진다.
② 해수의 표층은 태양 복사 에너지를 직접 받으므로 표층 수온은 심층 수온보다 높다.
③ 표층 수온은 계절에 따라 변한다. 같은 해역에서는 태양 복사 에너지를 많이 받는 여름철의 표층 수온이 겨울철보다 높다.
⑤ 해수의 표층 수온 분포에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 태양 복사 에너지이다.

09 (가)에서 처음 온도는 깊이에 따라 일정하고, (나)에서는 적외선 전등에 의해 가열되어 수면 부근 수온이 가장 높게 나타난다. (다)에서는 바람에 의해 혼합되므로 표층에 수온이 일정한 구간이 나타난다.

10 이 실험에서 적외선 전등은 태양에 해당하며, 수면 부근을 가열하는 역할을 한다.
바로알기 | ㄱ. 적외선 전등은 태양에 해당하며, 물을 증발시키는 것이 아니라 수면 부근의 물을 가열하는 역할을 한다.
ㄴ. ㉠을 약 40 cm로 바꾸면 적외선 전등과 수면 사이의 거리가 멀어져 수면에 도달하는 에너지의 양이 감소하므로 혼합층의 수온은 낮아진다.

11 저위도 지역일수록 표층 수온이 높으므로 위도는 A>B>C이다. 수온 약층에서 수온이 감소하는 정도는 B보다 C가 크며, A에서는 해수의 층상 구조가 나타나지 않으므로 혼합층이 두껍다고 할 수 없다.

12 해수 1000 g 속에 녹아 있는 염류의 g 수를 염분이라고 하므로, 이 해수의 염분은 35 psu이다. 이 해수에서 물만 모두 증발시키면 녹아 있던 염류 35 g이 남으며, 해수에 녹아 있는 염류 중 가장 많은 양을 차지하는 성분은 염화 나트륨이다.

13 해수 10 kg 속에 녹아 있는 염류의 총량이 300 g이므로 해수 1 kg 속에 녹아 있는 염류의 양은 30 g이다. 따라서 이 해수의 염분은 30 psu이다.

14 표층 염분은 강수량 증가, 빙하 해빙 및 담수 유입에 의해 낮아지고, 증발량 증가, 빙하 결빙에 의해 높아진다. 해수에 담수가 유입되면 염류의 양에 비해 물의 양이 많아져 염분이 낮아지고, 증발하면 물의 양이 줄어 염분이 높아진다. 따라서 표층 염분은 해역과 계절에 따라 다르게 나타난다.

15 ㄱ. 표층 수온이 낮은 (가)는 겨울철, 표층 수온이 높은 (나)는 여름철의 분포이다. 겨울철에는 강한 바람의 영향으로 해수의 혼합이 활발하게 일어나므로 혼합층이 여름철보다 두껍게 발달한다. 따라서 혼합층의 두께는 (가)가 (나)보다 두껍다.
ㄷ. 표층 수온은 (가)가 (나)보다 낮고, 표층 염분은 (가)가 (나)보다 높다. 해수는 수온이 낮을수록, 염분이 높을수록 밀도가 커지므로 표층 해수의 밀도는 (가)가 (나)보다 크다. 따라서 같은 부피인 표층 해수 1 L의 질량도 (가)가 (나)보다 크다.
바로알기 | ㄴ. 표층 염분은 (가)가 (나)보다 높으므로 (증발량−강수량) 값은 (가)가 (나)보다 큰 것으로 볼 수 있다.

16 휴대용 선풍기의 바람 방향을 따라 필름 조각이 이동하므로 물이 흐르는 방향을 알 수 있다. 이로 인해 해류가 발생하는 주요 원인이 바람임을 알 수 있다

17 A는 쿠로시오 해류(난류), B는 북태평양 해류, C는 캘리포니아 해류(한류), D는 북적도 해류이다. 북태평양의 표층 순환은 계절에 관계 없이 일정한 방향으로 나타난다.

18 **바로알기** | ㄴ. 해류에 의해 오염 물질의 이동이 일어날 수 있지만, 해류가 오염 물질을 제거하는 역할을 하는 것은 아니다.

19 북태평양의 저위도 해역에서는 무역풍의 영향으로 북적도 해류가 형성되고, 중위도 해역에서는 편서풍의 영향으로 북태평양 해류가 형성된다. 극동풍은 고위도 지역에서 부는 바람이다.

20 난류의 영향으로 여름철에 고온 다습한 날씨가 나타나고, 한류의 영향으로 여름철에 상대적으로 기온과 습도가 낮은 날씨가 나타날 수 있다.

단답형 · 서술형 평가 복습책 35 쪽

21 **답** | 약 25.3 L
해설 | 담수의 비율은 수권의 약 2.53 %이므로 25.3 L이다.

22 **답** | (1) A: 35 psu, B: 30 psu (2) A: 약 77.7 %, B: 약 77.7 % (3) 약 24.9 g

23 [모범 답안] 인구 증가와 산업 발달 및 생활 수준 향상으로 인해 물 사용량이 증가하고 있기 때문이다.

채점 기준	배점
수자원 사용량이 증가하는 까닭에 대해 옳게 서술한 경우	상
수자원 사용량이 증가하는 까닭으로 인구 증가와 산업 발달 중 한 가지만 서술한 경우	하

24 [모범 답안] 고위도 지역은 저위도 지역에 비해 해수의 층상 구조가 발달하지 못하여 수온 약층이 뚜렷하지 않아 표층과 심층 사이의 해수 이동이 저위도 지역에 비해 잘 일어난다.

채점 기준	배점
표층과 심층 사이에 일어나는 해수의 대류가 저위도 해역보다 고위도 해역에서 잘 일어나는 까닭을 옳게 제시한 경우	상
고위도 지역의 표층 수온이 저위도 지역보다 낮다는 사실만 서술한 경우	하

25 [모범 답안] A는 황해, B는 동해에 위치한다. 황해는 우리나라와 중국으로부터 담수 유입량이 많기 때문에 연평균 표층 염분이 동해에 비해 낮게 나타난다.

채점 기준	배점
두 해역을 옳게 쓰고, 그렇게 생각한 까닭을 옳게 서술한 경우	상
두 해역만 옳게 쓴 경우	하

26 [모범 답안] A는 캘리포니아 해류, B는 북태평양 해류, C는 쿠로시오 해류이다. 한류인 캘리포니아 해류가 흐르는 해역은 수온과 염분이 가장 낮고, 난류인 쿠로시오 해류가 흐르는 해역은 수온과 염분이 가장 높기 때문이다.

채점 기준	배점
A~C 해역에서 흐르는 해류를 옳게 쓰고, 그렇게 생각한 까닭을 옳게 서술한 경우	상
A~C 해역에서 흐르는 해류만 옳게 쓴 경우	하

Ⅳ 운동과 에너지

대단원 만점 도전하기 복습책 36~39 쪽

01 ⑤	02 ③	03 ③	04 ③	05 ③
06 ③	07 ③	08 ⑤	09 ①	10 ⑤
11 ③	12 ③	13 ②	14 ③	15 ⑤
16 ①	17 ②	18 ②	19~25 해설 참조	

01 물체의 속력이 변하지 않을 때 물체에 작용하는 알짜힘은 0이다. 물체의 운동 방향과 같은 방향으로 힘을 받으면 속력이 빨라지고, 반대 방향으로 힘을 받으면 속력이 느려진다.

02 시간−이동 거리 그래프에서 직선의 기울기는 속력을 의미한다. 따라서 A의 속력은 2 m/s이고, B의 속력은 1 m/s이다.

03 속력은 단위 시간 동안 이동한 거리로 같은 시간 동안 이동한 거리가 짧을수록 속력이 느리며, 같은 거리를 이동할 때 걸린 시간이 길수록 속력이 느리다.

04 A지점에서 C지점까지 전체 이동 거리는 6 m+4 m=10 m이고, 이때 걸린 시간은 1 초+4 초=5 초이다. 따라서 평균 속력은 2 m/s이다.

05 공이 경사면을 따라 올라갈 때는 속력이 일정하게 감소하는 운동이므로 시간−속력 그래프는 기울기가 일정한 직선이며, 오른쪽 아래를 향하는 형태를 띤다.

06 자유 낙하 운동을 하는 물체는 중력의 방향이 운동 방향과 같아 속력이 1 초마다 9.8 m/s씩 증가한다.

07 5 초 동안 A의 이동 거리는 50 m이고, B의 이동 거리는 25 m이므로 출발점이 같다면 A와 B는 만나지 않는다.

08 번지점프는 자유 낙하 운동으로 속력이 일정하게 증가하는 운동이며, 질량에 관계없이 속력이 1 초마다 9.8 m/s씩 일정하게 증가한다.
바로알기 | ㄱ. 시간에 따라 속력이 증가하는 운동이다.
ㄴ. 몸무게와 관계없이 똑같이 떨어진다.

09 하늘에서 떨어지는 빗방울에는 중력이 계속 작용하지만 공기 저항도 함께 작용한다. 따라서 운동 방향으로 작용하는 힘이 점점 작아져 속력이 계속 증가하지는 않는다.

더 알아보기 **빗방울의 낙하 운동**
하늘에서 떨어지는 빗방울에는 공기 저항이 작용하여 나중에는 '종단 속도'라고 불리우는 속력으로 등속 운동하게 된다. 그 까닭은 공기 저항의 크기가 빗방울이 낙하하는 속력의 제곱에 비례하기 때문이다. 중력의 영향을 받아 빗방울의 속력이 증가할수록 공기 저항의 크기가 매우 크게 증가하여 나중에는 공기 저항의 크기가 중력의 크기와 같아져 알짜힘이 0이 되어 등속 운동을 하게 된다.

10 자유 낙하하는 물체의 1 초당 속력 변화량은 물체의 질량에 관계없이 9.8 m/s씩이다.

11 책을 들고 가만히 서 있거나 책을 든 상태로 앞으로 걸어가는 것은 물체에 힘을 작용했으나 물체가 힘의 방향으로 이동한 거리가 0이므로 물체에 해준 일의 양의 0이다.
바로알기 | ㄷ. (나)에서 이동 거리에 상관없이 한 일의 양은 0이다.

12 추가 에너지를 가진 까닭은 사람이 추에 일을 했기 때문이다. 물체에 일을 하면 그 물체의 에너지가 증가하고, 물체가 일을 하면 그 물체의 에너지가 감소한다.
바로알기 | ㄷ. 일과 에너지는 서로 전환될 수 있다.

13 중력에 의한 위치 에너지는 기준면에 따라 달라진다. 기준면에서의 높이가 높을수록 위치 에너지는 커진다.

14 중력에 대해 화분에 한 일은 $9.8 \times 5\ \text{kg} \times 1\ \text{m} = 49\ \text{J}$이고, 화분에 한 일이 화분의 위치 에너지로 전환되었으므로 위치 에너지 변화량도 49 J이다.
바로알기 | ㄷ. 화분을 들어 올리는 데 필요한 힘의 크기는 최소 49 N이다.

15 처음 공의 위치 에너지가 같으므로 역학적 에너지 보존 법칙에 의해 지면에 도달하는 순간의 운동 에너지도 같다. 따라서 (가)와 (나)에서 지면에 도달하는 순간의 공의 속력과 중력이 한 일의 양은 같다.

16 역학적 에너지는 보존되므로 C에서 물체는 위치 에너지와 운동 에너지를 모두 가진다.

17 속력이 일정한 운동은 등속 운동, 속력이 일정하게 증가하는 운동은 자유 낙하 운동, 단진자 운동은 속력이 계속 변하며 역학적 에너지가 보존되는 운동이다.
바로알기 | ㄴ. B에서 1 초마다 증가하는 속력은 질량과 관계 없다.
ㄹ. A에서 일정한 시간 동안 물체가 이동한 거리는 일정하다.

18 그네가 아래에서 위로 올라갈 때 운동 에너지가 위치 에너지로 전환된다.

단답형 · 서술형 평가 복습책 40 쪽

19 **답** | 9.8 m/s
해설 | 공기 저항이 없을 때 자유 낙하하는 물체의 1 초당 속력 변화량은 9.8 m/s로 물체의 종류나 질량에 관계없이 일정하다.

20 **답** | 98 J, 98 J
해설 | 물체의 감소한 위치 에너지는 중력이 물체에 한 일과 같고 물체의 증가한 운동 에너지와 같다.

21 [**모범 답안**] 등속 운동, 회전초밥 접시가 같은 시간 간격 동안 이동한 거리가 일정하기 때문이다.

채점 기준	배점
회전초밥 접시의 운동과 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	상
회전초밥 접시의 운동과 그 까닭 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
회전초밥 접시의 운동과 그 까닭을 모두 옳지 않게 서술한 경우	하

22 [**모범 답안**] 같은 점: 속력이 일정하게 변한다.
다른 점: 비탈길을 내려갈 때는 속력이 일정하게 증가하지만 올라갈 때는 속력이 일정하게 감소한다.

채점 기준	배점
같은 점과 다른 점을 모두 옳게 서술한 경우	상
같은 점과 다른 점 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
같은 점과 다른 점을 모두 옳지 않게 서술한 경우	하

23 [**모범 답안**] (가): 운동 에너지가 위치 에너지로 전환된다.
(나): 위치 에너지가 운동 에너지로 전환된다.

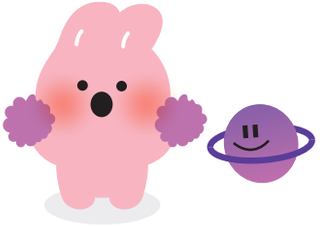
채점 기준	배점
(가)와 (나)를 모두 옳게 서술한 경우	상
(가)와 (나) 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
(가)와 (나)를 모두 옳지 않게 서술한 경우	하

24 [**모범 답안**] 1470 J, 바닥면을 기준면으로 하였을 때 맨 처음 선수의 위치 에너지는 $9.8 \times 60\ \text{kg} \times 2.5\ \text{m} = 1470\ \text{J}$이고, 내려가면서 위치 에너지가 전부 운동 에너지로 전환되었기 때문이다.

채점 기준	배점
운동 에너지와 그 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	상
운동 에너지와 그 까닭 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
운동 에너지와 그 까닭을 모두 옳지 않게 서술한 경우	하

25 [**모범 답안**] 물체가 자유 낙하 할 때 낙하한 거리에 비례하여 중력에 의한 위치 에너지가 감소하고 그만큼 운동 에너지가 증가한다. 따라서 위치 에너지 : 운동 에너지 = 1 : 4이다.

채점 기준	배점
위치 에너지와 운동 에너지의 비와 그 과정을 모두 옳게 서술한 경우	상
위치 에너지와 운동 에너지의 비와 그 과정 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	중
위치 에너지와 운동 에너지의 비와 그 과정을 모두 옳지 않게 서술한 경우	하



집중

오목 게임

