

엔픽 · 통합과학 물리

기본탄탄 · 실력쑥쑥 집중

III 빛과 물질

2 물질과 시공간의 세계

16강

에너지띠와 반도체

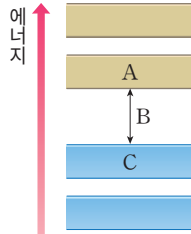
기본탄탄 · 실력쑥쑥

16강 에너지띠와 반도체

기본 탄탄 문제

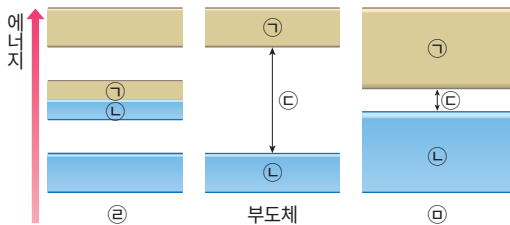
1 에너지띠

01 오른쪽 그림은 고체의 에너지띠 구조를 나타낸 것이다. 고체의 에너지띠에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.



- (1) 고체는 수많은 에너지 준위가 촘촘하게 모여 연속적인 띠의 형태를 이룬다. ()
- (2) A는 전자가 채워져 있는 가장 바깥에 있는 에너지 띠이다. ()
- (3) B는 전자가 존재할 수 없는 에너지 영역의 간격이다. ()
- (4) C는 전자가 채워져 있지 않은 에너지띠이다. ()
- (5) A는 전도띠, B는 띠 간격, C는 원자가 띠이다. ()

02 그림은 여러 가지 고체의 에너지띠 구조를 나타낸 것이다.



㉠~㉢에 알맞은 말을 각각 쓰시오.

2 반도체

03 반도체의 종류에 대한 설명으로 알맞은 말을 고르시오.

- (1) 순수 반도체는 불순물이 섞이지 않은 순수한 반도체로 전류가 (잘 흐른다, 잘 흐르지 않는다).
- (2) 불순물 반도체는 순수 반도체에 불순물을 첨가한 반도체로 전류가 (흐른다, 흐르지 않는다).

04 반도체에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

- (1) p형 반도체는 순수 반도체에 원자가 전자가 3 개인 알루미늄, 붕소, 인듐, 갈륨 등을 첨가하여 만든다. ()
- (2) n형 반도체는 순수 반도체에 원자가 전자가 5 개인 인, 비소, 안티모니, 비스무트 등을 첨가하여 만든다. ()
- (3) p형 반도체는 전자가 전하를 운반하는 역할을 하고, n형 반도체는 양공이 전하를 운반하는 역할을 한다. ()

05 p-n 접합 다이오드에 대한 설명으로 알맞은 말을 고르시오.

- (1) p형 반도체와 n형 반도체를 접합하여 만든 반도체 소자로, 전류를 (한쪽, 반대) 방향으로 흐르게 하는 (정류, 스위치) 작용을 한다.
- (2) (순방향, 역방향) 전압 연결은 p형 반도체에 전원의 (+)극을, n형 반도체에 전원의 (-)극을 연결한 것이다.
- (3) (순방향, 역방향) 전압 연결은 p형 반도체에 전원의 (-)극을, n형 반도체에 전원의 (+)극을 연결한 것이다.
- (4) 순방향 전압으로 연결하면 전자와 양공이 접합면으로 이동하여 전류가 (흐른다, 흐르지 않는다).
- (5) 역방향 전압으로 연결하면 전자와 양공이 접합면에서 떨어져 전류가 (흐른다, 흐르지 않는다).

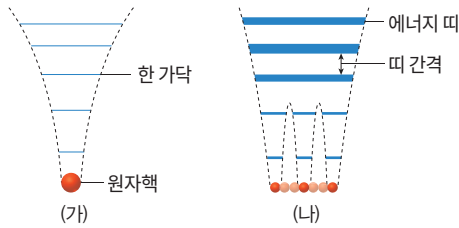
06 다음은 p-n 접합 다이오드의 이용에 대한 설명이다. () 안에 들어갈 알맞은 말을 쓰시오.

- 충전기 어댑터는 다이오드의 (㉠) 작용을 이용해 교류를 직류로 바꾸어 가전 제품에 직류를 공급해 사용할 수 있게 한다.
- 발광 다이오드는 반도체의 (㉡)에 따라 방출되는 빛의 색깔이 달라지는 것을 이용하여 빨간색, 초록색, 파란색 등 여러 색깔의 빛을 내는 LED를 만들 수 있다.

에너지띠

01 중요

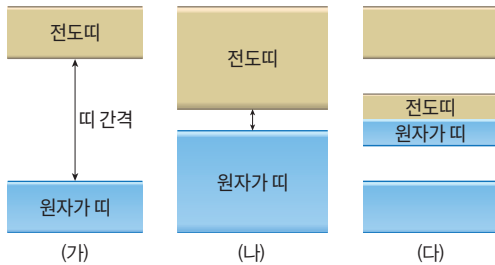
그림 (가)는 원자가 1 개일 때 원자의 에너지 준위를 나타낸 것이고, (나)는 원자가 매우 많을 때 원자의 에너지 준위를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 고체 원자는 (나)와 같은 에너지 준위를 가진다.
- ② 원자핵으로부터 멀어질수록 인접한 에너지 준위 사이의 간격은 좁아진다.
- ③ (가)에서는 인접한 원자의 영향을 받아 에너지 준위가 명확한 선으로 구분된다.
- ④ 인접한 원자들의 영향에 의해 (가)와 (나)의 에너지 준위 형태에 차이가 생긴다.
- ⑤ 에너지띠는 전자가 존재할 수 있는 영역이고, 띠 간격에는 전자가 존재할 수 없다.

02 그림 (가)~(다)는 도체, 부도체, 반도체의 에너지띠 구조를 순서 없이 나타낸 것이다.



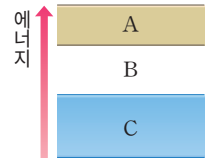
(가)~(다)에 해당하는 물질의 종류를 옳게 짝 지은 것은?

- | | (가) | (나) | (다) |
|---|-----|-----|-----|
| ① | 도체 | 반도체 | 부도체 |
| ② | 부도체 | 도체 | 반도체 |
| ③ | 부도체 | 반도체 | 도체 |
| ④ | 반도체 | 도체 | 부도체 |
| ⑤ | 반도체 | 부도체 | 도체 |

03 다음 중 고체의 에너지띠에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 띠 간격이 클수록 전기 전도성이 크다.
- ② 원자가 띠의 폭이 좁을수록 전기 저항이 크다.
- ③ 도체는 띠 간격이 매우 좁거나 존재하지 않는다.
- ④ 모든 부도체는 절대적으로 전류가 흐르지 않는다.
- ⑤ 반도체는 온도가 낮을수록 전기 전도성이 증가한다.

04 오른쪽 그림은 고체의 에너지띠 구조를 나타낸 것이다. C 영역에는 전자가 채워져 있다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



보기

- ㄱ. A는 원자가 띠이다.
- ㄴ. B는 전자가 존재할 수 없는 영역이다.
- ㄷ. C 영역부터 전자가 채워진다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 중요

표는 물질 A, B, C를 띠 간격과 전기적 성질에 따라 P, Q로 분류한 것이다. P, Q는 반도체와 부도체를 순서 없이 나타낸 것이다.

물질	띠 간격(eV)	전기적 성질
A	1.11	P
B	0.66	
C	8.8	Q

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 전기 전도도는 A가 B보다 크다.
- ㄴ. P는 부도체이고, Q는 반도체이다.
- ㄷ. C의 전자는 대부분이 원자가 띠에 머물러 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

반도체

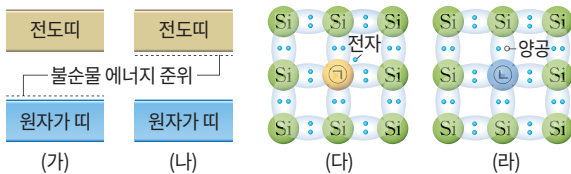
06 반도체의 원자가 띠에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 양공이 이동하는 에너지띠이다.
- ㄴ. 상온에서 대부분이 전자로 채워져 있다.
- ㄷ. p형 반도체가 되도록 도핑하면 양공이 감소한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

107~081 그림 (가)~(라)는 p형 반도체와 n형 반도체의 에너지 띠 구조와 전자 배치를 각각 순서 없이 나타낸 것이다. 물음에 답하시오.(단, ○와 ●는 각각 양공과 전자이다.)



07 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)는 p형 반도체이고, (나)는 n형 반도체이다.
- ㄴ. (다)는 n형 반도체이고, (라)는 p형 반도체이다.
- ㄷ. (라)는 전기적으로 (-)전하를 띤다.

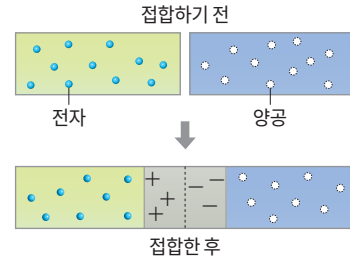
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08 ㉠, ㉡으로 적당한 원소를 옳게 짝 지은 것은?

- | | |
|------------|----------|
| ㉠ | ㉡ |
| ① 붕소(B) | 알루미늄(Al) |
| ② 붕소(B) | 인(P) |
| ③ 인(P) | 비소(As) |
| ④ 인(P) | 붕소(B) |
| ⑤ 알루미늄(Al) | 비소(As) |

09

그림은 p-n 접합 다이오드의 접합면 전하 분포를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

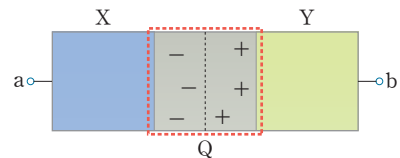
보기

- ㄱ. 전자와 양공은 접합면에 집중적으로 분포한다.
- ㄴ. 접합면 주변에는 전자와 양공의 확산을 돕는 전기력이 작용한다.
- ㄷ. 접합면 주변에 형성되는 내부 전기장의 방향은 n형 반도체에서 p형 반도체를 향한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

그림은 X, Y를 접합하여 만든 p-n 접합 다이오드로 X, Y는 p형 반도체와 n형 반도체를 순서 없이 나타낸 것이다. 접합면 주변에는 고정된 양이온과 음이온을 띠는 영역 Q가 생긴다.



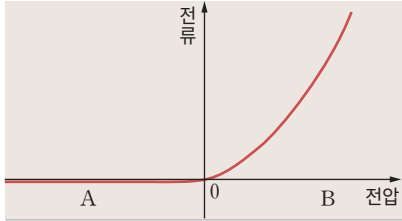
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

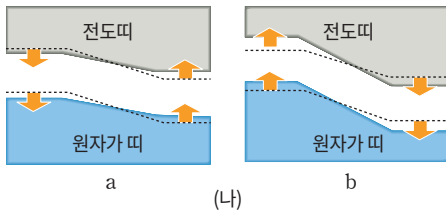
- ㄱ. X는 p형 반도체이고, Y는 n형 반도체이다.
- ㄴ. Q 영역에서 전자와 양공이 확산되는 것을 막는다.
- ㄷ. a에 전원의 (+)극을 연결하고, b에 전원의(-)극을 연결하면 영역 Q가 얇아진다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

- 11 그림 (가)는 p-n 접합 다이오드에 연결한 전압에 따른 전류를 나타낸 것이고, (나)는 에너지 준위 변화를 순서 없이 나타낸 것이다. 그리고 A, B는 순방향 전압 연결과 역방향 전압 연결을 순서 없이 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 역방향 전압 연결이다.
- ㄴ. B가 연결되었을 때 에너지 준위 변화는 a 상태이다.
- ㄷ. b 상태일 때 p형 반도체에서 n형 반도체 방향으로 전류가 흐른다.

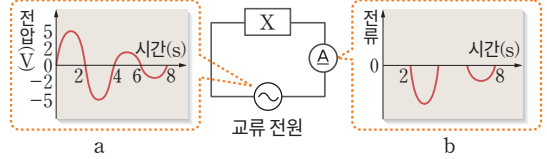
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

- 12 다음 중 정류 작용에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 전류의 방향을 바꾼다.
- ② 변압 과정을 의미한다.
- ③ 모든 전자 장치에서 발생한다.
- ④ 직류를 교류로 변환하는 과정이다.
- ⑤ 역방향 전압 연결 상태에서 전류를 차단한다.

중요 13

그림은 전자 부품 X, 교류 전원, 전류계로 구성된 회로에 입력된 전압 a와 출력된 전류 b를 나타낸 것이다. 그래프 a는 교류 전원의 전압을 시간에 따라 나타낸 것이고, 그래프 b는 전류계에서 측정된 전류를 시간에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

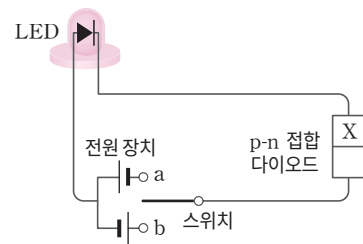
보기

- ㄱ. X에 사용된 전자 부품의 회로 기호는 이다.
- ㄴ. X는 전류를 한쪽 방향으로만 흐르게 하는 정류 작용을 한다.
- ㄷ. X의 극을 바꾸어 반대로 연결하는 경우 전류계에서 측정된 전류를 시간에 따라 나타내면 형태의 그래프로 나타난다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

중요 14

그림은 직류 전원 장치, 스위치, p-n 접합 다이오드, p-n 접합 발광 다이오드(LED)로 구성된 회로를 나타낸 것이다. X는 p형 반도체와 n형 반도체 중 하나이다.



LED에서 빛을 방출하기 위한 조건에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. X는 n형 반도체이다.
- ㄴ. 스위치를 b에 연결해야 한다.
- ㄷ. p-n 접합 다이오드와 LED에 모두 순방향 전압이 연결되어야 한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

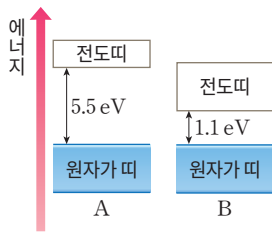
단답형·서술형 문제

- 15** 다음은 어떤 고체의 전기적 성질에 대한 설명이다.

(㉠)은/는 전자가 완전히 채워진 에너지띠와 일부만 채워진 에너지띠가 존재한다. 일부만 채워진 에너지띠의 (㉡)은/는 약간의 에너지만 흡수해도 쉽게 인접한 (㉢)(으)로 이동할 수 있어서 전기 전도성이 (㉣).

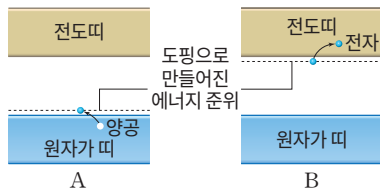
() 안에 들어갈 알맞은 말을 쓰시오.

- 16** 그림은 고체 A, B의 에너지띠 구조를 나타낸 것이다. 색칠한 부분은 에너지띠에 전자가 차 있는 것을 나타낸 것이다.



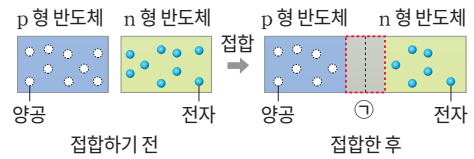
- (1) A와 B 중 전기 전도성이 큰 것을 쓰시오.
- (2) A와 B에서 원자가 띠의 전자가 전도띠로 전이하기 위해 흡수해야 할 최소한의 에너지를 설명하시오.

- 17** (중요) 그림은 순수 반도체에 불순물을 첨가한 불순물 반도체 A, B의 에너지띠 구조를 나타낸 것이다.



- (1) A, B에서 전하를 운반하는 역할을 하는 것을 쓰시오.
- (2) A, B는 어떤 반도체인지 설명하시오.

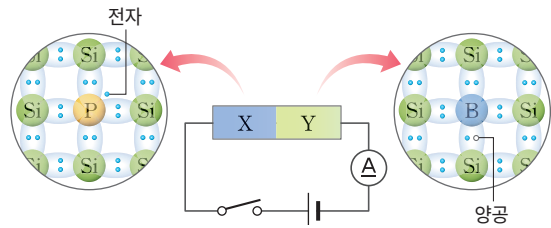
- 18** 그림은 p형 반도체와 n형 반도체를 접합하기 전과 후의 모습을 나타낸 것이다.



접합면 ㉠의 전하 분포를 빈칸에 간략히 나타내고, 접합면의 역할을 설명하시오.

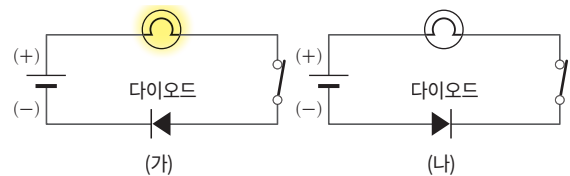


- 19** 그림은 반도체 X, Y의 원자 구조와 이를 접합한 다이오드로 구성된 회로를 나타낸 것이다.



스위치를 닫았을 때 전류계에 흐르는 전류를 설명하시오.

- 20** (중요) 그림 (가)는 p-n 접합 다이오드를 회로에 연결하고 스위치를 닫았더니, 전구에 불이 켜진 모습을 나타낸 것이고, (나)는 (가)에서 다이오드의 단자를 반대로 연결한 후 스위치를 닫았을 때 전구의 불이 켜지지 않은 모습을 나타낸 것이다.



- (1) 위 실험 결과로부터 알 수 있는 다이오드의 특징을 설명하시오.
- (2) (1)에서 답한 다이오드의 특징을 일상생활에서 이용하는 예를 한 가지 설명하시오.

바른답 · 알찬풀이

기본탄탄문제 · 실력쑥쑥문제 해설
16강 에너지띠와 반도체

기본 탄탄 문제

169 쪽

- 01 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) ○
 02 ㉠ 전도띠, ㉡ 원자가 띠, ㉢ 띠 간격, ㉣ 도체, ㉤ 반도체
 03 (1) 잘 흐르지 않는다 (2) 흐른다
 04 (1) ○ (2) ○ (3) ×
 05 (1) 한쪽, 정류 (2) 순방향 (3) 역방향 (4) 흐른다 (5) 흐르지 않는다
 06 ㉠ 정류, ㉡ 띠 간격

01 **답** (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) ○
 (2) A는 원자가 띠 바로 위에 있는 전도띠로 전자가 채워져 있지 않은 띠이다.
 (3) B는 원자가 띠와 전도띠 사이의 전자가 존재할 수 없는 에너지 영역의 띠 간격이다.
 (4) C는 전자가 채워져 있는 가장 바깥에 있는 에너지띠이다.

02 **답** ㉠ 전도띠, ㉡ 원자가 띠, ㉢ 띠 간격, ㉣ 도체, ㉤ 반도체
 고체의 에너지띠는 에너지 준위가 매우 가깝게 존재하여 연속적인 띠 모양을 이룬다. 에너지띠 구조에 따라 도체, 부도체, 반도체로 구분이 된다. 띠 간격 크기에 따라 고체의 전기 전도성이 달라지므로 띠 간격은 고체의 특징을 결정하는 중요한 요인이다.

03 **답** (1) 잘 흐르지 않는다 (2) 흐른다
 (1) 순수 반도체는 원자가 전자가 4 개인 규소(Si)와 저마늄(Ge)이 대표적인 물질이며, 전류가 잘 흐르지 않는다.
 (2) 불순물 반도체는 순수 반도체에 불순물을 첨가한 반도체로 전류가 흐른다. p형 반도체와 n형 반도체가 있다.

04 **답** (1) ○ (2) ○ (3) ×
 (1) 알루미늄, 붕소, 인듐, 갈륨은 원자가 전자가 3 개이다.
 (2) 인, 비소, 안티모니, 비스무트는 원자가 전자가 5 개이다.
 (3) p형 반도체는 결합 과정에서 전자가 1 개 부족하여 생긴 양공이 전하를 운반하는 역할을 하고, n형 반도체는 결합 과정에서 남는 전자가 전하를 운반하는 역할을 한다.

05 **답** (1) 한쪽, 정류 (2) 순방향 (3) 역방향 (4) 흐른다 (5) 흐르지 않는다
 순방향 전압 연결은 p형 반도체에 전원의 (+)극을, n형 반도체에 전원의 (-)극을 연결한 것으로 전류가 흐른다. 역방향 전압 연결은 p형 반도체에 전원의 (-)극을, n형 반도체에 전원의 (+)극을 연결한 것으로 전류가 흐르지 않는다.

06 **답** ㉠ 정류, ㉡ 띠 간격
 p-n 접합 다이오드는 충전기 어댑터, 발광 다이오드 등 일상생활에서 다양하게 이용되고 있다.

일찍 꼭꼭 문제

170~173 쪽

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

단답형·서술형 문제

- 15 **답** ㉠ 도체, ㉡ 전자, ㉢ 전도띠, ㉣ 크다
 16 (1) **답** B (2) **예시답안** 원자가 띠의 전자가 전도띠로 전이하려면 띠 간격 이상의 에너지를 흡수해야 하므로 A는 5.5 eV 이상의 에너지를 흡수해야 하고, B는 1.1 eV 이상의 에너지를 흡수해야 한다.
 17 (1) **답** A: 양공, B: 전자 (2) **예시답안** A는 순수 반도체에 양공이 많아지게 도핑하였으므로 p형 반도체이고, B는 순수 반도체에 전자가 많아지게 도핑하였으므로 n형 반도체이다.
 18 **예시답안**

-	+
-	+
-	+

, 접합면을 기준으로 양공의 농도가 높은 p형 반도체에서 n형 반도체 쪽으로 양공이 확산되고, 전자의 농도가 높은 n형 반도체에서 p형 반도체 쪽으로 전자가 확산된다. 따라서 접합면 주변에는 고정된 양이온과 음이온을 띠는 영역이 생기며, 전자와 양공에 전기력을 작용해 더 이상 확산하는 것을 막는 역할을 한다.
 19 **예시답안** X는 원자가 전자가 5 개인 인(P)을 첨가한 n형 반도체이고, Y는 원자가 전자가 3 개인 붕소(B)를 첨가한 p형 반도체이다. 따라서 X에 (+)전극이 연결되고, Y에 (-)전극이 연결되어 역방향 전압 연결이므로 전류가 흐르지 않는다.
 20 (1) **예시답안** 다이오드의 p형 반도체 쪽을 (+)극에, n형 반도체 쪽을 (-)극에 연결할 때에만 전구에 불이 켜졌으므로, 다이오드는 회로에 전류가 한쪽 방향으로만 흐르게 하는 정류 작용을 한다. (2) **예시답안** 충전기 어댑터는 다이오드를 이용해 반대 방향으로 흐르는 전류를 제어해 한 방향으로만 전류가 흐르도록 하는 정류 작용을 통해 교류를 직류로 바꾸어 노트북 등 전자 제품을 작동하거나 충전해 사용할 수 있도록 한다.

01 **답** ③
 ③ 원자가 1 개일 때에는 인접한 원자의 영향을 받지 않기 때문에 에너지 준위가 명확한 선으로 구분된다.
오답 피하기 ①, ④ 고체는 기체와 달리 원자들 사이의 간격이 매우 가깝기 때문에 인접한 원자들이 전자 궤도에 영향을 주어 연속적인 띠 모양의 에너지 준위를 가진다.
 ②, ⑤ 에너지띠는 전자가 존재할 수 있는 영역이고, 띠 간격에는 전자가 존재할 수 없으며, 에너지 준위 사이의 간격은 원자핵으로부터 멀어질수록 좁아진다.

02 **답** ③
 (가)는 부도체, (나)는 반도체, (다)는 도체의 에너지띠 구조이다. 도체는 띠 간격이 없거나 매우 좁고, 부도체의 띠 간격은 반도체보다 크다.

03

답 ③

③ 도체는 띠 간격이 없거나 매우 좁아 전류가 잘 흐른다.

오답 피하기

- ① 띠 간격이 좁을수록 전기 전도성이 크다.
- ② 원자가 띠의 폭은 전기 저항과 관련이 거의 없다.
- ④ 반도체는 온도가 높아지면 전기 전도성이 증가한다.
- ⑤ 부도체라도 원자가 띠에 있는 전자가 띠 간격보다 큰 에너지를 얻으면 전도띠로 전이하여 전류가 흐를 수 있다.

04

답 ④

ㄴ. B 영역은 전자가 존재할 수 없는 영역으로 띠 간격에 해당한다.
ㄷ. C는 전자가 존재할 수 있는 영역으로 원자가 띠이고, 전자는 원자가 띠에 해당하는 C부터 채워진다.

오답 피하기 ㄱ. A는 전자가 존재할 수 있는 영역으로 전도띠이다.

05

답 ②

ㄷ. 부도체의 전자는 거의 원자가 띠에만 채워져 있고, 띠 간격이 크기 때문에 전자가 전도띠로 쉽게 이동할 수 없다.

오답 피하기 ㄱ. 전기 전도도는 띠 간격이 작은 B가 A보다 더 크다.
ㄴ. 띠 간격이 작은 P는 반도체이고, 띠 간격이 큰 Q는 부도체이다.

06

답 ④

ㄱ. 원자가 띠는 양공이 이동하는 에너지띠이다.
ㄴ. 전자는 대부분 원자가 띠부터 채워지므로 상온에서 원자가 띠는 대부분 양공이 아닌 전자로 채워져 있다.

오답 피하기 ㄷ. p형 반도체가 되도록 도핑할 경우 원자가 띠 가까이 불순물 에너지 준위가 추가되므로 원자가 띠의 전자가 쉽게 전이하여 원자가 띠에 양공이 생성된다.

07

답 ③

ㄱ, ㄴ. (가)와 (라)는 원자가 띠 바로 위에 양공에 의한 새로운 에너지띠가 만들어지는 p형 반도체이고, (나)와 (다)는 남는 전자에 의한 새로운 에너지띠가 전도띠 바로 아래에 만들어지는 n형 반도체이다.

오답 피하기 ㄷ. 도핑 과정에서 중성 상태의 불순물이 중성 상태의 반도체에 투입되어 p형, n형 반도체 모두 전기적으로 중성이다.

08

답 ④

㉠은 원자가 전자가 5 개인 원소이고, ㉡은 원자가 전자가 3 개인 원소이다. 인(P)과 비소(As)는 원자가 전자가 5 개인 원소이고, 붕소(B)와 알루미늄(Al)은 원자가 전자가 3 개인 원소이다.

09

답 ②

ㄷ. p형 반도체에는 음이온이 남는 영역이 형성되고, n형 반도체에는 양이온이 남는 영역이 형성되므로 접합면 주변에 형성되는 내부 전기장의 방향은 n형 반도체에서 p형 반도체를 향한다.

오답 피하기 ㄱ. 접합면 주변에는 고정된 양이온과 음이온을 띠는 영역이 생긴다.

ㄴ. 접합부에는 전자와 양공의 확산을 막는 전기력이 작용한다.

10

답 ⑤

ㄱ. X에는 음이온이 남는 영역이 형성되므로 p형 반도체이고, Y에는 양이온이 남는 영역이 형성되므로 n형 반도체이다.

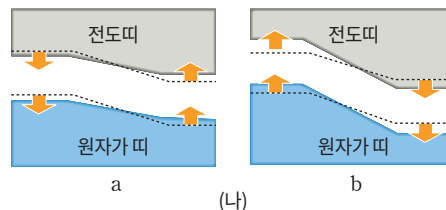
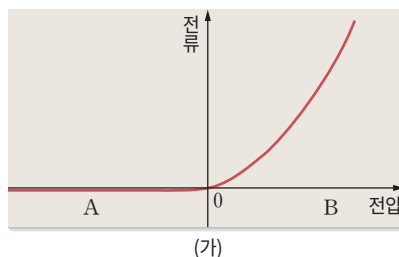
ㄴ. Q는 전하 운반자가 없는 영역으로 전자와 양공이 확산되는 것을 막는다.

ㄷ. p형 반도체인 a에 전원의 (+)극을 연결하고, n형 반도체인 b에 전원의 (-)극을 연결하면 p형 반도체의 양공이 (-)극 쪽으로, n형 반도체의 전자가 (+)극 쪽으로 이동한다. 따라서 영역 Q가 얇아지면서 에너지 준위가 낮아진다.

11

답 ③

자료 분석 p-n 접합 다이오드의 전압-전류 그래프



- 순방향 전압 연결(B)일 때에는 전류가 잘 흐르고, 역방향 전압 연결(A)일 때에는 전류가 거의 흐르지 않는다.
- a에서는 에너지 준위가 낮아지므로 순방향 전압 연결이고, b에서는 에너지 준위가 높아지므로 역방향 전압 연결이다.

ㄱ. A는 역방향 전압 연결이고, B는 순방향 전압 연결이다.

ㄴ. B는 순방향 전압 연결되어 에너지 준위가 낮아진 a 상태이다.

오답 피하기 ㄷ. a 상태에서는 에너지 준위가 낮아져 p형 반도체에서 n형 반도체로 전류가 흐르고, b 상태에서는 에너지 준위가 높아져 p형 반도체의 양공이 n형 반도체로 확산되기 어렵고, n형 반도체의 전자도 p형 반도체로 확산되기 어렵다.

12

답 ⑤

정류 작용은 순방향 전압 연결에서 전류를 허용하고, 역방향 전압 연결에서 전류를 차단하는 효과를 말한다.

13

답 ⑤

ㄴ. X는 전류를 한쪽 방향으로 흐르게 하는 정류 작용을 하므로 p-n 접합 다이오드이다.

ㄷ. 전압이 (-)일 때에만 전류가 흐르므로 전원의 극을 바꾸어 반대로 연결하면 전압이 (+)극일 때에만 전류가 흐른다.

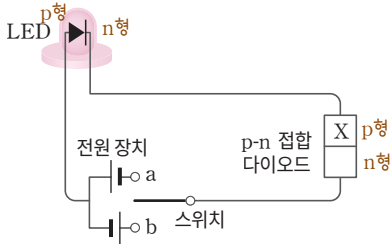
오답 피하기 ㄱ. p-n 접합 다이오드이므로 회로 기호는 $\rightarrow|$ 이다.

14

③

자료 분석 14 p-n 접합 다이오드와 LED를 연결한 회로

LED가 빛을 방출시키려면 순방향 전압 연결이어야 한다. LED에 순방향 전압이 연결되려면, 스위치가 a에 연결되고, p-n 접합 다이오드의 X가 p형 반도체이어야 한다.



ㄷ. LED가 빛을 방출하려면 모두 순방향 전압 연결이 되어야 한다.

오답 피하기 ㄱ. 다이오드 기호에서 LED의 왼쪽이 p형, 오른쪽이 n형 반도체이므로 X는 p형 반도체이어야 LED에 순방향 전압이 연결되어 불이 켜진다.

ㄴ. 스위치를 a에 연결해야 LED에 순방향 전압이 연결된다.

15

도체는 원자가 띠의 일부분만 전자가 채워져 있어 전자가 자유롭게 이동할 수 있으며, 원자가 띠와 전도띠가 겹쳐 있다. 따라서 약간의 에너지만 흡수하여도 전자는 쉽게 전도띠로 이동할 수 있어 전류가 잘 흐르기 때문에 전기 전도성이 크다.

16

(1) B가 A보다 띠 간격이 작다. 따라서 전자가 전도띠로 이동하기가 B에서 더 쉬우므로 전기 전도성은 B가 A보다 크다.

(2) 원자가 띠의 전자가 전도띠로 전이하려면 띠 간격 이상의 에너지를 흡수해야 하므로 A는 5.5 eV 이상의 에너지를 흡수해야 하고, B는 1.1 eV 이상의 에너지를 흡수해야 한다.

채점 기준	배점(%)
A, B가 흡수해야 할 최소한의 에너지를 모두 옳게 설명한 경우	100
A, B가 흡수해야 할 최소한의 에너지를 하나만 옳게 설명한 경우	50

17

(1) A는 양공이 전하를 운반하는 역할을 하고, B는 전자가 전하를 운반하는 역할을 한다.

(2) A는 순수 반도체에 양공이 많아지게 도핑하였으므로 p형 반도체이고, B는 순수 반도체에 전자가 많아지게 도핑하였으므로 n형 반도체이다.

채점 기준	배점(%)
A, B의 반도체 종류를 모두 옳게 설명한 경우	100
A, B의 반도체 종류 중 하나만 옳게 설명한 경우	50

18

접합면을 기준으로 양공의 농도가 높은 p형 반도체에서 n형 반도체 쪽으로 양공이 확산되고, 전자의 농도가 높은 n형 반도체에서 p형 반도체 쪽으로 전자가 확산된다. 따라서 접합면 주변에는 고정된 양이온과 음이온을 띠는 영역이 생기며, 전자와 양공에 전기력을 작용해 더 이상 확산하는 것을 막는 역할을 한다.

채점 기준	배점(%)
㉠의 전하 분포를 그리고, 역할을 옳게 설명한 경우	100
㉠의 전하 분포를 그리지 않고, 역할만 옳게 설명한 경우	50
㉠의 전하 분포만 그린 경우	30

19

X는 원자가 전자가 5 개인 인(P)을 첨가한 n형 반도체이고, Y는 원자가 전자가 3 개인 붕소(B)를 첨가한 p형 반도체이다. 따라서 X에 (+)전극이 연결되고, Y에 (-)전극이 연결되어 역방향 전압 연결이므로 전류가 흐르지 않는다.

채점 기준	배점(%)
전기 회로의 스위치를 닫았을 때 전류계에 흐르는 전류의 흐름을 구체적으로 옳게 설명한 경우	100
전기 회로의 스위치를 닫았을 때 전류계에 흐르는 전류의 흐름 여부만 간단히 설명한 경우	50

20

(1) 다이오드의 p형 반도체 쪽을 (+)극에, n형 반도체 쪽을 (-)극에 연결할 때에만 전구에 불이 켜졌으므로, 다이오드는 회로에 전류가 한쪽 방향으로만 흐르게 하는 정류 작용을 한다.

채점 기준	배점(%)
다이오드의 특징을 근거를 들어 옳게 설명한 경우	100
다이오드의 특징을 정류 작용이라고만 쓴 경우	40

(2) 충전기 어댑터는 다이오드를 이용해 반대 방향으로 흐르는 전류를 제어해 한 방향으로만 전류가 흐르도록 하는 정류 작용을 통해 교류를 직류로 바꾸어 노트북 등 전자 제품을 작동하거나 충전해 사용할 수 있도록 한다.

채점 기준	배점(%)
다이오드를 일상생활에서 어떻게 이용하고 있는지 이용 사례를 원리와 함께 옳게 설명한 경우	100
다이오드가 일상생활에서 어디에 이용되고 있는지만 쓴 경우	40