

EBS 개념완성 · 물리학

내신 기초 · 실력 향상 집중

III 빛과 물질

III-2

물질과 시공간의 세계

내신 기초 · 실력 향상
2 물질과 시공간의 세계



내신 기초 문제

01 그림은 러더퍼드 원자 모형을 나타낸 것이다.

이 원자 모형에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



◀ 보기 ▶

- ㄱ. 원자핵의 발견이 적용되었다.
- ㄴ. 원자는 특정한 물질로 가득 채워져 있다.
- ㄷ. 전자는 특정한 궤도를 따라 안정적으로 원운동을 한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림 (가), (나)는 가시광선 영역의 연속 스펙트럼과 선 스펙트럼을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)는 연속 스펙트럼이다.
- ㄴ. 태양 빛의 스펙트럼은 (가)와 같은 스펙트럼이다.
- ㄷ. 기체 방전관에서 나오는 스펙트럼의 종류는 (나)와 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림은 보어의 수소 원자 모형을 나타낸 것으로, n 은 전자의 궤도에 따른 양자수이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

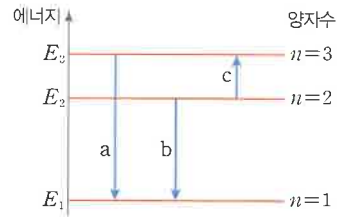


◀ 보기 ▶

- ㄱ. 전자의 에너지는 $n=1$ 인 궤도에서 $n=2$ 인 궤도에서 보다 크다.
- ㄴ. 전자의 에너지는 불연속적이다.
- ㄷ. 전자는 $n=2$ 와 $n=3$ 인 궤도 사이에 머물 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림은 보어의 수소 원자 모형에서 양자수 n 에 따른 에너지 준위의 일부와 전자의 전이 a~c를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 전자의 에너지는 양자화되어 있다.
- ㄴ. 전자가 방출하는 광자 1개의 에너지는 a에서 b에서 보다 크다.
- ㄷ. c에서 전자는 에너지를 흡수한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 그림은 보어의 수소 원자 모형에서 방출되는 가시광선 영역의 스펙트럼 선 a~d를 파장에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

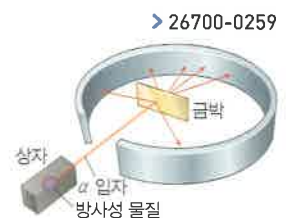
◀ 보기 ▶

- ㄱ. a~d는 발머 계열이다.
- ㄴ. 방출되는 광자 1개의 에너지는 a에서 d에서 보다 크다.
- ㄷ. 진공에서 빛의 속력은 b에서 방출된 빛이 c에서 방출된 빛보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06 그림은 러더퍼드의 알파(α) 입자 산란 실험 장치로, 러더퍼드는 금속박에 알파(α) 입자를 입사시켜 산란되는 알파(α) 입자를 관찰하였다.

이 실험을 통해 발견한 것이 무엇인지 쓰시오.



> 26700-0260

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

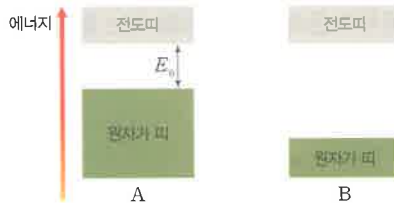
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 원자가 띠 내의 에너지 준위는 일부 겹쳐 있다.
- ㄴ. 띠 간격에 전자는 존재할 수 없다.
- ㄷ. 띠 간격은 반도체가 부도체보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0261

08 그림은 고체 A, B의 에너지띠 구조를 나타낸 것이다. A, B는 각각 반도체와 부도체를 순서 없이 나타낸 것이고, 초록색으로 색칠한 부분까지 전자가 채워져 있다. E_0 은 A의 띠 간격이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 반도체이다.
- ㄴ. 전기 전도성은 A가 B보다 좋다.
- ㄷ. A에서 원자가 띠의 전자가 전도띠로 전이하는 데 필요한 최소 에너지는 E_0 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0262

09 그림 (가)는 구리선을 피복으로 감싼 도선을, (나)는 도체의 에너지띠의 구조를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

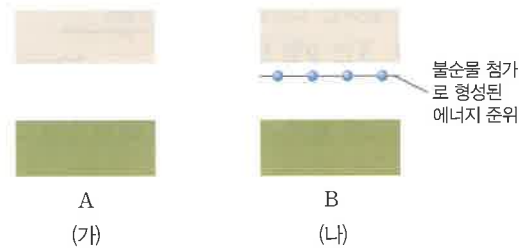
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 피복의 에너지띠 구조는 (나)와 같다.
- ㄴ. (나)는 띠 간격이 없다.
- ㄷ. 상온에서 (나)의 전도띠에는 전자가 매우 많다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0263

10 그림 (가)는 순수 반도체 A의 에너지띠 구조를, (나)는 A에 불순물을 첨가한 불순물 반도체 B의 에너지띠 구조를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

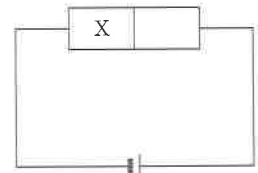
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 전기 전도성은 A가 B보다 좋다.
- ㄴ. 상온에서 전도띠의 전자는 B가 A보다 많다.
- ㄷ. A를 B와 같이 만들기 위해 A에 불순물을 첨가하는 것을 도핑이라고 한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0264

11 그림은 p-n 접합 다이오드를 직류 전원에 연결한 회로를 나타낸 것으로, 회로에는 전류가 흐르고 있다. X는 p형 반도체와 n형 반도체 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

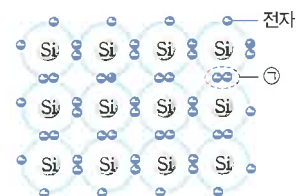
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 다이오드에는 순방향 전압이 걸려 있다.
- ㄴ. X는 p형 반도체이다.
- ㄷ. X는 주로 전자에 의해 전류가 흐른다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

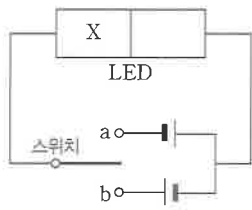
> 26700-0265

12 그림은 규소(Si)로만 이루어진 순수 반도체의 원자가 전자 배열을 나타낸 것이다. 규소(Si)가 이웃한 규소와 결합(㉠)하는 방법을 무엇이라고 하는지 쓰시오.



> 26700-0266

13 그림과 같이 p-n 접합 발광 다이오드(LED)와 직류 전원, 스위치로 회로를 구성하였다. 스위치를 a에 연결하면 LED에서 빛이 방출된다. X는 p형 반도체와 n형 반도체 중 하나이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



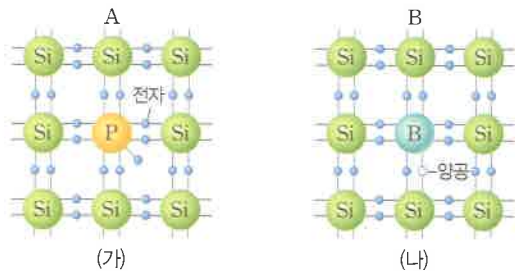
◀ 보기 ▶

- ㄱ. X의 주된 전하 운반자는 양공이다.
- ㄴ. 스위치를 a에 연결하면 LED에 순방향 전압이 걸린다.
- ㄷ. 스위치를 b에 연결하면 LED에서 빛이 방출된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0267

14 그림 (가), (나)는 각각 규소(Si)로 만들어진 순수 반도체에 각각 인(P)과 붕소(B)를 첨가한 불순물 반도체 A와 B의 원자가 전자 배열을 나타낸 것이다. A와 B는 p형 반도체와 n형 반도체를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

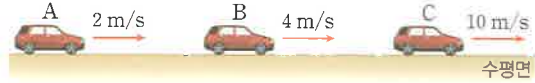
◀ 보기 ▶

- ㄱ. A는 n형 반도체이다.
- ㄴ. B는 주로 양공이 전류를 흐르게 한다.
- ㄷ. A와 B를 접합하면 정류 작용을 하는 반도체 소자를 만들 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0268

15 그림은 직선상에서 자동차 A, B, C가 각각 2 m/s, 4 m/s, 10 m/s의 속력으로 등속도 운동을 하는 모습을 나타낸 것이다. A가 측정한 B의 속력을 v_1 , C가 측정한 B의 속력을 v_2 라고 한다.

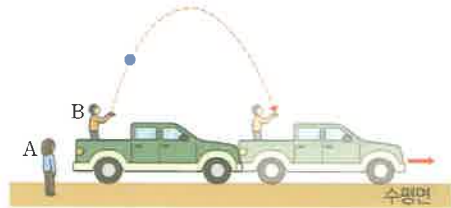


$v_2 - v_1$ 은?

- ① 1 m/s ② 2 m/s ③ 3 m/s ④ 4 m/s ⑤ 5 m/s

> 26700-0269

16 그림은 수평면에 정지해 있는 관찰자 A에 대해 관찰자 B가 탄 자동차가 등속 직선 운동을 하는 동안 B가 손에 있는 공을 연직 위 방향으로 던졌다가 받는 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 공기 저항은 무시한다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 공의 포물선 경로는 A의 관성계에서 측정한 경로이다.
- ㄴ. B의 관성계에서 공의 경로는 포물선 경로이다.
- ㄷ. 공의 가속도의 크기는 A의 관성계에서 B의 관성계에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0270

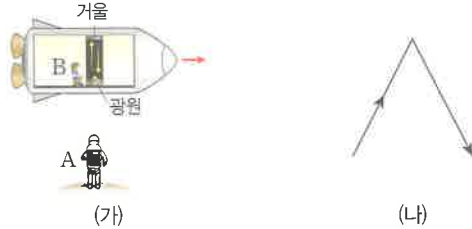
17 그림과 같이 우주 공간에서 민수에 대해 100 km/h의 속력으로 운동하는 기차에 탄 영희가 기차의 운동 방향으로 손전등을 비출 때, 영희와 민수가 관찰한 빛의 속력이 c 로 같다.



이처럼 관찰자와 광원의 좌표계와 관계없이 빛의 속력이 c 로 동일하다는 원리가 무엇인지 쓰시오. (단, c 는 진공에서의 빛의 속력이다.)

> 26700-0271

18 그림 (가)는 관찰자 A에 대해 관찰자 B가 탄 우주선이 광속에 가까운 속력으로 등속도 운동하는 모습을 나타낸 것이다. B의 관성계에서, 광원에서 거울을 향해 방출된 빛은 거울에서 반사되어 되돌아온다. 그림 (나)는 빛이 광원에서 거울까지 1회 왕복하는 동안 A의 관성계 또는 B의 관성계에서 측정한 빛의 경로이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

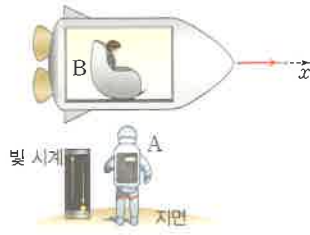
◀ 보기 ▶

- ㄱ. (나)는 B의 관성계에서 측정한 빛의 경로이다.
- ㄴ. 광원에서 거울까지 빛이 1회 왕복하는 데 걸린 시간은 A의 관성계에서가 B의 관성계에서보다 크다.
- ㄷ. 빛의 속력은 A의 관성계에서가 B의 관성계에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0272

19 그림은 지면에 정지해 있는 관찰자 A에 대해 관찰자 B가 탄 우주선이 광속에 가까운 속력으로 $+x$ 방향으로 등속도 운동하는 모습을 나타낸 것이다. 빛 시계는 A의 관성계에서 정지해 있고, A의 관성계에서 빛 시계의 빛이 1회 왕복하는 데 걸린 시간은 t 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

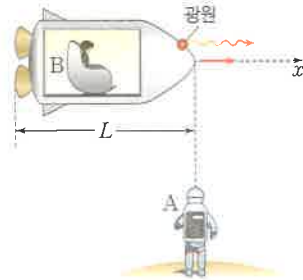
◀ 보기 ▶

- ㄱ. B의 관성계에서 빛 시계는 $-x$ 방향으로 운동한다.
- ㄴ. B의 관성계에서 빛 시계의 빛이 1회 왕복하는 데 걸린 시간은 t 보다 작다.
- ㄷ. x 방향의 우주선의 길이는 A의 관성계에서가 B의 관성계에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0273

20 그림은 관찰자 A에 대해 관찰자 B가 탄 우주선이 광속에 가까운 속력으로 $+x$ 방향으로 등속도 운동하는 모습을 나타낸 것이다. 우주선이 A를 지나는 순간 광원에서 $+x$ 방향으로 빛이 방출되고, A의 관성계에서 x 방향의 우주선의 길이는 L 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 진공에서 빛의 속력은 c 이다.)

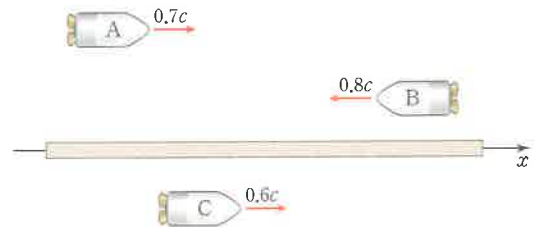
◀ 보기 ▶

- ㄱ. A의 관성계에서 B의 시간은 A의 시간보다 느리게 간다.
- ㄴ. B의 관성계에서 x 방향의 우주선의 길이는 L 보다 크다.
- ㄷ. A와 B의 관성계에서 빛의 속력은 c 로 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0274

21 그림은 x 축에 고정되어 정지한 막대에 대해 우주선 A, B, C가 각각 $+x$ 방향으로 $0.7c$, $-x$ 방향으로 $0.8c$, $+x$ 방향으로 $0.6c$ 의 속력으로 등속도 운동을 하는 것을 나타낸 것이다.



A, B, C의 관성계에서 측정한 막대의 길이가 각각 L_A , L_B , L_C 일 때, L_A , L_B , L_C 의 대소 관계를 부등호를 이용하여 비교 하시오. (단, 진공에서 빛의 속력은 c 이다.)



실력 향상 문제

> 26700-0275

01 그림 (가), (나), (다)는 각각 러더퍼드 원자 모형, 보어 원자 모형, 현대 원자 모형을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

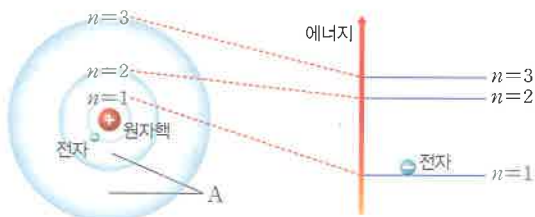
◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)는 수소 원자에서 전자의 안정성을 설명할 수 있다.
- ㄴ. (나)에서 수소 원자의 전자는 특정한 궤도 사이를 전이할 때 에너지를 흡수하거나 방출한다.
- ㄷ. (다)에서 원자 내의 전자는 확률적으로 분포하고 있다고 설명한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0276

02 그림은 보어의 수소 원자 모형에서 양자수 $n=1, 2, 3$ 인 궤도와 각 궤도에 해당하는 에너지 준위를 나타낸 것이다. 전자는 $n=1$ 인 상태에 있고, A는 $n=1, 2, 3$ 인 궤도 사이의 영역이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

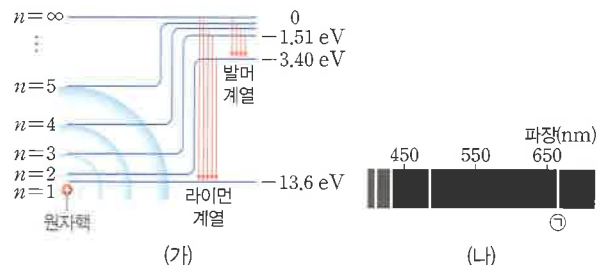
- ㄱ. 전자의 에너지 준위는 불연속적이다.
- ㄴ. 전자는 A에 머물 수 있다.
- ㄷ. 전자가 $n=1$ 인 궤도에서 $n=3$ 인 궤도로 전이할 때 전자는 에너지를 방출한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★ 중요

> 26700-0277

03 그림 (가)는 보어의 수소 원자 모형에서 양자수 n 에 따른 에너지 준위와 전자의 전이에 따른 스펙트럼 계열 중 라이먼 계열, 발머 계열을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)에서 방출되는 빛의 스펙트럼 계열 중 발머 계열을 파장에 따라 나타낸 것으로 ㉠은 발머 계열에서 파장이 가장 긴 빛의 스펙트럼선이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 라이먼 계열에서 방출되는 빛은 자외선 영역이다.
- ㄴ. ㉠에서 방출되는 광자 1개의 에너지는 1.89 eV이다.
- ㄷ. $n=1$ 인 궤도에 있는 전자가 9.8 eV의 에너지를 흡수하면 $n=2$ 인 궤도로 전이할 수 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

서술형

> 26700-0278

04 그림은 러더퍼드 원자 모형을 나타낸 것으로, 전자는 원자핵 주위에서 원운동을 하고 있다.

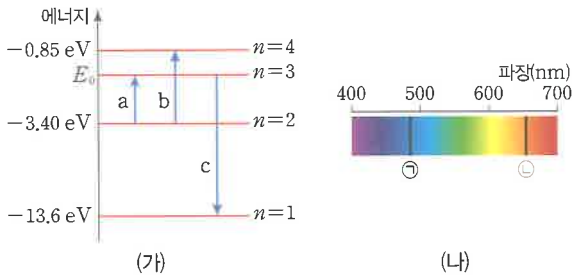


- (1) 러더퍼드 원자 모형에 근거하여 관찰될 것으로 예측한 스펙트럼 (가)와 실제로 관찰된 스펙트럼 (나)를 각각 쓰시오.
- (2) 실제로 관찰된 스펙트럼이 (나)와 같은 스펙트럼인 까닭을 서술하시오.

★중요

> 26700-0279

05 그림은 보어의 수소 원자 모형에서 양자수 n 에 따른 에너지 준위의 일부와 전자의 전이 a~c를 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)의 a, b에 의한 흡수 스펙트럼을 파장에 따라 나타낸 것으로, ㉠에서 흡수된 광자 1개의 에너지와 ㉡에서 흡수된 광자 1개의 에너지의 차는 0.66 eV 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

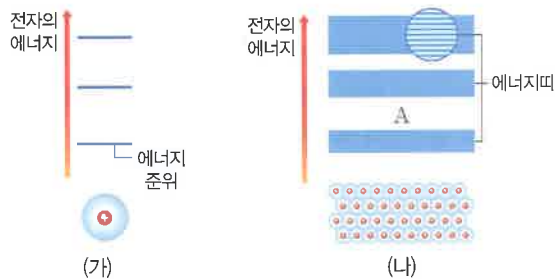
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 수소 원자의 에너지 준위는 양자화되어 있다.
- ㄴ. $E_0 = -1.38 \text{ eV}$ 이다.
- ㄷ. c에서 방출하는 광자 1개의 에너지는 12.09 eV 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0280

06 그림 (가)는 원자 1개의 에너지 준위를, (나)는 고체의 에너지띠를 나타낸 것이다. A는 에너지띠 사이의 띠 간격이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

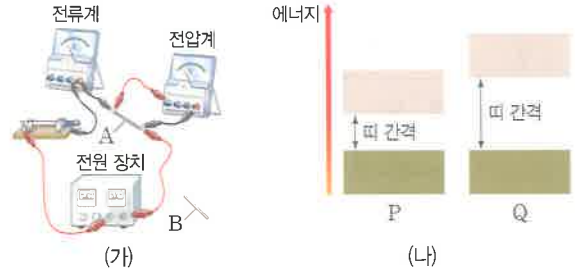
◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)에서 원자 내 전자는 특정한 에너지만을 갖는다.
- ㄴ. (나)에서 A에는 전자가 머물 수 없다.
- ㄷ. (나)에서 에너지띠 내에 동일한 에너지를 가진 전자들이 집단적으로 존재할 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0281

07 그림 (가)는 모양이 같은 고체 막대 A와 B, 전류계, 전압계, 전원 장치로 구성된 회로를 나타낸 것이다. A, B는 각각 반도체, 부도체 중 하나이다. A를 연결할 때는 전류계에 전류가 흐르고, B를 연결할 때는 전류가 흐르지 않는다. 그림 (나)의 P, Q는 각각 A, B의 에너지띠 구조를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

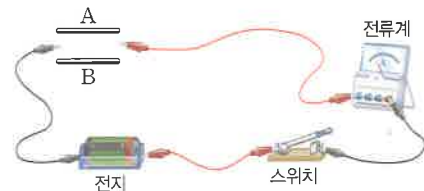
- ㄱ. 단위 부피당 전도띠에 있는 전자의 수는 A가 B보다 많다.
- ㄴ. B의 에너지띠 구조는 P이다.
- ㄷ. 원자가 띠의 전자가 전도띠로 전이하기 위한 최소 에너지는 P에서가 Q에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

※실험

> 26700-0282

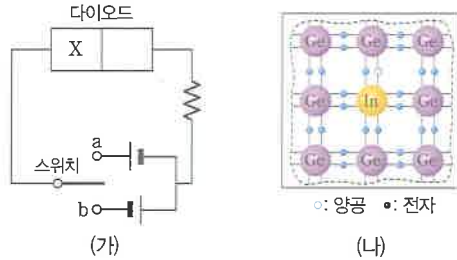
08 그림은 고체 막대 A와 B, 전류계, 스위치, 집게 도선, 전지로 구성된 회로를 나타낸 것이다. A, B는 각각 도체와 저마늄(Ge)으로 이루어진 반도체 중 하나이다. 두 집게를 A의 양 끝 또는 B의 양 끝에 연결한 후 스위치를 닫았더니 전류의 세기는 A일 때가 B일 때보다 컸다.



A, B의 전기적 성질에 따른 고체의 종류를 쓰고, 저마늄(Ge)으로 이루어진 반도체로 p형 반도체와 n형 반도체를 만드는 방법을 서술하시오.

> 26700-0283

09 그림 (가)는 p-n 접합 다이오드, 스위치, 저항, 전원 장치로 구성된 회로를 나타낸 것으로, X는 p형 반도체와 n형 반도체 중 하나이다. 그림 (나)는 X의 원자가 전자 배열을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. X는 주로 양공에 의해 전류가 흐른다.
- ㄴ. 스위치를 a에 연결하면 저항에 전류가 흐른다.
- ㄷ. 스위치를 b에 연결하면 다이오드에서 n형 반도체의 전자와 p형 반도체의 양공은 p-n 접합면에서 멀어진다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0284

10 그림 (가)와 같이 p-n 접합 발광 다이오드를 직류 전원에 연결하였다. 그림 (나)는 (가)의 발광 다이오드에서 빛이 방출될 때 전자와 양공이 결합하는 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

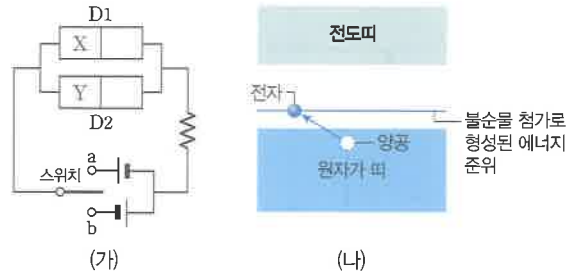
<보기>

- ㄱ. (가)에서 발광 다이오드는 순방향 연결되어 있다.
- ㄴ. 전도띠의 전자는 원자가 띠의 양공보다 에너지 준위가 낮다.
- ㄷ. (나)에서 방출되는 광자 1개의 에너지는 전도띠의 전자가 원자가 띠로 전이할 때 방출하는 에너지와 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0285

11 그림 (가)는 p-n 접합 다이오드 D1과 D2, 스위치, 저항, 전원 장치로 구성된 회로를 나타낸 것으로, X와 Y는 p형 반도체와 n형 반도체를 순서 없이 나타낸 것이다. 스위치를 a 또는 b에 연결하면 전류는 D1 또는 D2 중 하나에만 흐른다. 그림 (나)는 X의 에너지띠 구조를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

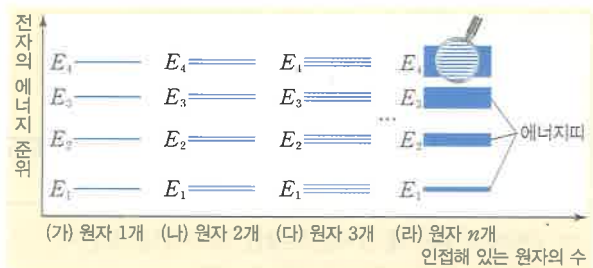
- ㄱ. X는 n형 반도체이다.
- ㄴ. 스위치를 a에 연결하면 D2에 순방향 전압이 걸린다.
- ㄷ. Y는 순수한 반도체에 원자가 전자가 5개인 원소를 불순물로 첨가한 반도체이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0286

서술형

12 그림과 같이 원자 1개일 때의 에너지 준위에서 원자 2개, 3개를 가까이 할 때 전자의 에너지 준위가 2개, 3개로 갈라지고, 고체와 같이 전자 n 개가 가까이 할 때 전자의 에너지 준위가 n 개로 갈라지며 에너지띠를 이루게 된다.

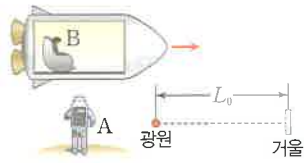


이처럼 에너지 준위가 갈라져 에너지띠를 이루는 까닭을 서술 하시오.

★중요

> 26700-0287

13 그림과 같이 관찰자 A에 대해 광원, 거울이 정지해 있고, 관찰자 B가 탄 우주선이 광원과 거울을 잇는 직선과 나란하게 광속에 가까운 속력으로 등속도 운동을 한다. B의 관성계에서, 광원과 거울 사이의 거리는 L_0 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 진공에서 빛의 속력은 c 이다.)

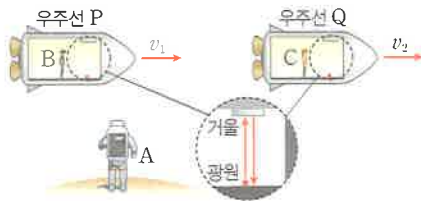
◀ 보기 ▶

- ㄱ. A의 관성계에서, 광원과 거울 사이의 거리는 L_0 보다 크다.
- ㄴ. B의 관성계에서, 광원에서 방출된 빛이 광원과 거울 사이를 1회 왕복하는 데 걸린 시간은 $\frac{2L_0}{c}$ 보다 크다.
- ㄷ. 광원에서 방출된 빛의 속력은 A의 관성계에서보다 B의 관성계에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0288

14 그림과 같이 관찰자 A에 대해 관찰자 B, C가 각각 탄 동일한 우주선 P, Q가 빛의 속력에 가까운 속력 v_1, v_2 로 등속도 운동을 한다. A의 관성계에서 우주선 바닥에 있는 광원에서 동일한 높이의 거울을 향해 운동 방향과 수직으로 빛을 방출한 후 거울에서 반사되어 되돌아오는 데 걸린 시간은 각각 t_1, t_2 이고, $t_1 > t_2$ 이다. 확대한 그림은 B, C의 관성계에서 빛의 경로를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 진공에서 빛의 속력은 c 이다.)

◀ 보기 ▶

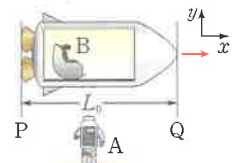
- ㄱ. $v_1 > v_2$ 이다.
- ㄴ. A의 관성계에서 운동 방향으로 우주선의 길이는 P가 Q보다 길다.
- ㄷ. 광원에서 방출된 빛의 속력은 A의 관성계에서보다 C의 관성계에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★중요

> 26700-0289

15 그림과 같이 관찰자 A에 대해 기준선 P, Q가 정지해 있고, 관찰자 B가 탄 우주선이 $+x$ 방향으로 광속에 가까운 속력으로 등속도 운동을 한다. A의 관성계에서, P와 Q 사이의 거리는 L_0 이고, 우주선의 앞쪽 끝과 뒤쪽 끝은 P와 Q에 동시에 도달한다.



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

◀ 보기 ▶

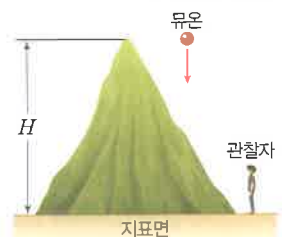
- ㄱ. 우주선의 앞쪽 끝에서 뒤쪽 끝까지의 길이는 L_0 보다 작다.
- ㄴ. 우주선의 앞쪽 끝이 Q에 도달하는 순간 우주선의 뒤쪽 끝은 P를 지나기 전이다.
- ㄷ. 우주선의 앞쪽 끝이 P에서 Q까지 이동하는 데 걸린 시간은 $\frac{L_0}{v}$ 보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★서술형

> 26700-0290

16 그림은 지표면의 정지 좌표계에서 볼 때, 높이가 H 인 산 꼭대기에서 생성된 뮤온을 나타낸 것이다. 이 뮤온은 매우 불안정한 입자여서 뮤온이 만들어지면 매우 빠른 시간에 붕괴하여 다른 입자로 변하기 때문에 이론상으로는 지표면에서 검출되지 않아야 하지만 지표면에서 검출된다. 뮤온의 운동 속력은 $0.99c$ 이고, 정지 상태에서 뮤온의 평균 수명은 t 이다. (단, 진공에서 빛의 속력은 c 이다.)



- (1) 뮤온이 지표면에 도달할 수 있는 까닭을 뮤온의 관성계에서 거리에 대한 결과와 관련지어 서술하시오.
- (2) 뮤온이 지표면에 도달할 수 있는 까닭을 지표면에 정지해 있는 관찰자의 관성계에서 시간에 대한 결과와 관련지어 서술하시오.

정답과 해설

내신 기초 문제 · 실력 향상 문제 해설
2 물질과 시공간의 세계

2 물질과 시공간의 세계

탐구 활동

본문 134쪽

1~2 해설 참조

1 **모범 답안** 전자가 불연속적인 특정한 궤도에서 다른 특정한 궤도로 전이할 때 두 궤도의 에너지 준위 차에 해당하는 빛을 방출하기 때문이다.

2 **모범 답안** 기체의 원소마다 양자수에 따른 궤도의 에너지 준위가 다르기 때문이다.

수행평가 탐구 문제

본문 135쪽

01~05 해설 참조

01 **모범 답안** 백열등을 관찰한 스펙트럼은 A이고, 백열등에서 나타나는 스펙트럼은 모든 파장의 영역에서 빛의 색깔이 연속적으로 나타난다.

02 **모범 답안** B는 선 스펙트럼이고, 선 스펙트럼이 관찰된 까닭은 B에 해당하는 기체의 원자 내의 전자가 높은 에너지 준위에서 낮은 에너지 준위로 전이할 때 두 에너지 준위의 차에 해당하는 에너지를 빛으로 방출하기 때문에 발생한다.

03 **모범 답안** B와 C는 서로 다른 종류의 기체이므로 원자 내의 전자의 에너지 준위가 서로 다르다. 따라서 전자가 높은 에너지 준위에서 낮은 에너지 준위로 전이할 때 방출하는 에너지도 다르므로 스펙트럼선이 다르다.

04 **모범 답안** 광원에서 방출된 빛이 저온의 가스를 통과하면서 저온 가스의 원자 내의 전자가 높은 에너지 준위로 전이하는 데 필요한 에너지를 흡수하기 때문에 두 에너지 준위의 차이에 해당하는 에너지의 빛이 흡수되어 검은 선이 나타나는 것이다.

05 **모범 답안** (나)의 고온 가스와 (다)의 저온 가스를 통과한 선 스펙트럼의 스펙트럼선이 일치하고 있으므로 (나)의 고온 가스와 (다)의 저온 가스를 구성하는 원소는 같은 원소이다.

내신 기초 문제

본문 136~139쪽

01 ① 02 ⑤ 03 ② 04 ⑤ 05 ③

06 원자핵 07 ② 08 ⑤ 09 ④ 10 ④

11 ③ 12 공유 결합 13 ② 14 ⑤ 15 ④

16 ① 17 광속 불변 원리 18 ② 19 ①

20 ⑤ 21 $L_C > L_A > L_B$

01 **정답 맞히기** ㄱ. 러더퍼드 원자 모형은 알파(α) 입자 산란 실험을 통해 원자핵을 발견한 것이 적용되었다.

오답 피하기 ㄴ. 원자는 대부분 빈 공간으로 되어 있다.

ㄷ. 러더퍼드 원자 모형에서 전자는 궤도를 따라 원운동을 할 때 전자기파를 방출하여 에너지가 감소함으로 원자핵과 충돌할 위험이 있다. 전자가 특정한 궤도를 따라 안정적인 원운동을 하는 원자 모형은 보어의 수소 원자 모형이다.

02 **정답 맞히기** ㄱ. (가)는 가시광선의 색깔이 연속적으로 나타나는 연속 스펙트럼이다.

ㄴ. 태양 빛의 스펙트럼을 관찰하면 연속 스펙트럼이 나타나므로 (가)와 같은 스펙트럼을 볼 수 있다.

ㄷ. 기체 방전관에서 나오는 스펙트럼은 특정한 파장에 선이 나타나는 선 스펙트럼이므로 스펙트럼의 종류는 (나)와 같다.

03 **정답 맞히기** ㄴ. 전자의 에너지는 양자수 n 에 따라 특정한 궤도에서의 에너지 준위를 가지므로 불연속적이다.

오답 피하기 ㄱ. 전자의 에너지는 양자수 n 이 클수록 크므로 $n=1$ 인 궤도에서가 $n=2$ 인 궤도에서보다 작다.

ㄷ. 전자는 양자수 n 에 따른 궤도에만 머물 수 있고, 궤도와 궤도 사이에는 머물 수 없다.

04 **정답 맞히기** ㄱ. 전자의 에너지는 불연속적이므로 양자화되어 있다.

ㄴ. 전자가 방출하는 광자 1개의 에너지는 두 에너지 준위의 차에 해당하므로 a에서가 b에서보다 크다.

ㄷ. c에서 전자는 낮은 에너지 준위에서 높은 에너지 준위로 이동하므로 에너지를 흡수한다.

05 **정답 맞히기** ㄱ. 가시광선 영역은 발머 계열이므로 a~d는 발머 계열이다.

ㄴ. 방출되는 광자 1개의 에너지는 파장이 짧을수록 크므로 a에서가 d에서보다 크다.

오답 피하기 ㄷ. 진공에서 빛의 속력은 파장, 진동수에 관계없이 일정하다. 따라서 a, b, c, d에서 방출되는 빛의 속력은 같다.

06 [정답 맞추기] 알파(α) 입자 산란 실험에서 원자의 중심에 알파(α) 입자의 경로를 처음 방향에서 매우 큰 각으로 바꾸는 질량이 크고 양(+)전하인 입자(원자핵)가 있다는 것을 발견하였다.

07 [정답 맞추기] ㄴ. 띠 간격은 에너지 띠 사이의 간격으로, 전자는 이 영역의 에너지 준위를 가질 수 없다.

오답 피하기 ㄱ. 원자가 띠 내의 에너지 준위는 아주 미세하게 나뉘어져 있고, 전기력에 의해 겹쳐 있는 에너지 준위는 없다.
ㄷ. 띠 간격은 반도체가 부도체보다 작아서 반도체가 부도체보다 전기 전도성이 좋다.

08 [정답 맞추기] ㄱ. 원자가 띠와 전도 띠 사이의 띠 간격이 A가 B보다 좁으므로 A는 반도체, B는 부도체이다.

ㄴ. 띠 간격이 좁을수록 전기 전도성이 좋으므로 전기 전도성은 A가 B보다 좋다.
ㄷ. 띠 간격은 원자가 띠의 전자가 전도 띠로 전이하는 데 필요한 최소한의 에너지와 같으므로 A에서 원자가 띠의 전자가 전도 띠로 전이하는 데 필요한 최소 에너지는 E_0 이다.

09 [정답 맞추기] ㄴ. (나)는 띠 간격이 없는 도체의 에너지 띠 구조이다.

ㄷ. 상온에서 도체에는 자유 전자가 매우 많으므로 (나)에서 전도 띠에는 전자가 매우 많다.

오답 피하기 ㄱ. 피복은 부도체이고, (나)는 도체의 에너지 띠 구조이므로 피복의 에너지 띠 구조는 (나)와 같지 않다.

10 [정답 맞추기] ㄴ. 상온에서 전도 띠의 전자는 불순물 반도체가 순수 반도체보다 많다. 따라서 상온에서 전도 띠의 전자는 B가 A보다 많다.

ㄷ. 전기 전도성을 향상시키기 위해 순수 반도체에 불순물을 첨가하는 과정을 도핑이라고 한다. 따라서 A를 B와 같이 만들기 위해 A에 불순물을 첨가하는 것을 도핑이라고 한다.

오답 피하기 ㄱ. A는 순수 반도체이고, B는 불순물 반도체이다.

11 [정답 맞추기] ㄱ. 회로에 전류가 흐르고 있으므로 다이오드에는 순방향 전압이 걸려 있다.

ㄷ. 다이오드에 순방향 전압이 걸려 있으므로 X는 n형 반도체이다. 따라서 X는 주로 전자에 의해 전류가 흐른다.

오답 피하기 ㄴ. 다이오드의 n형 반도체에 전원의 (-)극이 연결되어야 순방향 연결이므로 X는 n형 반도체이다.

12 [정답 맞추기] 규소(Si)는 이웃한 규소 원자와 전자를 한 개씩 주고받으며 결합(①)하는데, 이러한 결합 방법을 공유 결합이라고 한다.

13 [정답 맞추기] ㄴ. 스위치를 a에 연결하면 회로에 전류가 흐르므로 LED에 순방향 전압이 걸린다.

오답 피하기 ㄱ. 스위치를 a에 연결하면 LED에 순방향 전압이 연결된 것이므로 X는 n형 반도체이고, n형 반도체의 주된 전하 운반자는 전자이다.

ㄷ. 스위치를 b에 연결하면 LED에 역방향 전압이 걸리므로 LED에서 빛이 방출되지 않는다.

14 [정답 맞추기] ㄱ. A는 원자가 전자가 5개인 인(P)을 불순물로 첨가한 반도체이므로 A는 n형 반도체이다.

ㄴ. B는 p형 반도체이므로 주로 양공이 전류를 흐르게 한다.
ㄷ. A와 B를 접합하면 반도체 소자인 다이오드를 만들 수 있고, 다이오드는 정류 작용을 한다.

15 [정답 맞추기] ④ $v_1 = 4 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s} = 2 \text{ m/s}$ 이고, C가 측정한 B의 속도는 $4 \text{ m/s} - 10 \text{ m/s} = -6 \text{ m/s}$ 이므로 $v_2 = 6 \text{ m/s}$ 이다. 따라서 $v_2 - v_1 = 6 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s} = 4 \text{ m/s}$ 이다.

16 [정답 맞추기] ㄱ. A의 관성계에서 공은 포물선 운동을 한다.

오답 피하기 ㄴ. B의 관성계서 공의 경로는 연직 위로 올라갔다 내려오므로 직선 경로의 운동을 한다.

ㄷ. 공에는 모두 중력만 작용하므로 A의 관성계에서와 B의 관성계에서 공의 가속도의 크기가 같다.

17 [정답 맞추기] 광원이나 관찰자의 운동에 관계없이 빛의 속력은 항상 일정하다는 것을 광속 불변 원리라고 한다.

18 [정답 맞추기] ㄴ. 빛이 1회 왕복하는 데 걸린 시간은 A의 관성계에서는 팽창된 시간, B의 관성계에서는 고유 시간이다. 따라서 빛이 1회 왕복하는 데 걸린 시간은 A의 관성계에서가 B의 관성계에서보다 크다.

오답 피하기 ㄱ. 빛의 경로가 우주선이 이동하는 방향에 대해 수직이 아니므로 (나)는 A의 관성계에서 측정한 빛의 경로이다.
 ㄷ. 광속 불변 원리에 의해 빛의 속력은 A의 관성계에서와 B의 관성계에서가 같다.

19 [정답 맞히기] ㄱ. B가 탄 우주선이 $+x$ 방향으로 운동하므로 B의 관성계에서 빛 시계는 $-x$ 방향으로 운동한다.

오답 피하기 ㄴ. A의 관성계에서 측정한 t 는 고유 시간이다. 따라서 B의 관성계에서 빛 시계의 빛이 1회 왕복하는 데 걸린 시간은 팽창된 시간이므로 t 보다 크다.

ㄷ. x 방향의 우주선의 길이는 A의 관성계에서 수축된 길이이고, B의 관성계에서 고유 길이이다. 따라서 x 방향의 우주선의 길이는 B의 관성계에서가 A의 관성계에서보다 크다.

20 [정답 맞히기] ㄱ. A의 관성계에서 B의 시간은 시간 팽창에 의해 A의 시간보다 느리게 간다.

ㄴ. L 은 A의 관성계에서 운동 방향의 우주선의 길이이므로 길이 수축이 일어난 길이이다. B의 관성계에서 우주선의 길이는 고유 길이이므로 L 보다 크다.

ㄷ. 광속 불변 원리에 의해 빛의 속력은 A의 관성계에서와 B의 관성계에서가 같다.

21 [정답 맞히기] 우주선의 속력이 클수록 길이 수축의 정도가 커지므로 속력이 클수록 막대의 길이가 짧게 측정된다. 따라서 $L_C > L_A > L_B$ 이다.

01 [정답 맞히기] ㄴ. 보어의 수소 원자 모형 (나)에서 전자는 특정한 궤도에서 안정성을 가질 수 있고, 특정한 궤도 사이를 전이할 때 궤도 사이에 해당하는 에너지를 흡수하거나 방출한다.

ㄷ. 현대 원자 모형 (다)에서 원자 내의 전자는 특정한 시간에 특정한 위치에 있다고 정의할 수 없고, 원자핵 주변에 확률적으로 분포하고 있다.

오답 피하기 ㄱ. (가) 러더퍼드 원자 모형은 전자가 원자핵 주위를 돌면서 전자기파를 발생하기 때문에 전자의 안정성을 설명할 수 없다.

02 [정답 맞히기] ㄱ. 보어의 수소 원자 모형에서 원자 내의 전자의 에너지 준위는 특정한 값만을 가질 수 있으므로 불연속적이다.

오답 피하기 ㄴ. A는 전자가 머물 수 있는 특정한 궤도 사이의 영역이고, 이 영역에는 전자가 머물 수 없다.

ㄷ. 전자가 $n=1$ 에서 $n=3$ 으로 전이하는 것은 낮은 에너지 준위에서 높은 에너지 준위로 전이하는 것이므로 전자는 에너지를 흡수한다.

03 [정답 맞히기] ㄱ. 라이먼 계열은 전자가 양자수 $n=2, 3, 4, \dots$ 에서 $n=1$ 로 전이할 때 방출하는 빛으로, 자외선 영역이다.

ㄴ. ㉠은 전자가 $n=3$ 에서 $n=2$ 로 전이할 때 방출하는 빛의 스펙트럼선이므로 ㉠에서 방출되는 광자 1개의 에너지는 $|-1.51 - (-3.40)| = 1.89(\text{eV})$ 이다.

오답 피하기 ㄷ. 전자가 $n=1$ 에서 $n=2$ 로 전이할 때 흡수하는 에너지는 $|-3.40 - (-13.6)| = 10.2(\text{eV})$ 이다. 따라서 $n=1$ 인 궤도에 있는 전자가 9.8 eV의 에너지를 흡수하면 $n=2$ 인 궤도로 전이할 수 없다.

실력 향상 문제

본문 140~143쪽

- 01 ④ 02 ① 03 ③ 04 (1)(가): 연속 스펙트럼, (나): 선 스펙트럼 (2) 해설 참조 05 ③ 06 ③
 07 ① 08 해설 참조 09 ⑤ 10 ③ 11 ②
 12 해설 참조 13 ③ 14 ① 15 ④
 16 해설 참조

사술형

04

(1) 러더퍼드 원자 모형을 기준으로 관찰될 것으로 예측된 스펙트럼은 연속 스펙트럼이었으나 실제로 관찰된 스펙트럼은 선 스펙트럼이다.

(2) **모범 답안** 실제로 관찰된 스펙트럼이 선 스펙트럼인 까닭은 전자가 특정한 궤도에서 다른 특정한 궤도로 전이할 때 궤도에 해당하는 에너지 차이에 해당하는 빛을 방출하기 때문이다.

채점 기준	배점
전자의 특정 궤도 사이에서의 전이라는 핵심 원리를 바탕으로 스펙트럼이 연속이 아닌 선 스펙트럼으로 나타나는 까닭을 논리적으로 서술한 경우	100 %
핵심 원리 중 일부만 정확하게 서술했거나, 예측과 실제 관찰 결과의 차이를 제대로 서술하지 못한 경우	50 %
핵심 개념을 잘못 이해하여 주어진 문장을 단순히 나열한 경우	30 %

05 **정답 맞히기** ㄱ. 수소 원자의 에너지 준위는 불연속적이므로 양자화되어 있다.

ㄷ. c에서 방출하는 광자 1개의 에너지는 $|-1.51 - (-13.6)| = 12.09(\text{eV})$ 이다.

오답 피하기 ㄴ. ㉠은 b에서 흡수된 빛에 의한 스펙트럼선이고, ㉡에서 흡수된 광자 1개의 에너지와 ㉠에서 흡수된 광자 1개의 에너지의 차가 0.66 eV 이므로 $|-0.85 - (-3.40)| - |-3.40 - E_0| = 0.66(\text{eV})$ 에서 $E_0 = -1.51 \text{ eV}$ 이다.

06 **정답 맞히기** ㄱ. (가)에서 원자 내 전자는 양자수에 관련된 특정한 에너지만 갖는다.

ㄴ. (나)에서 A는 띠 간격으로 전자가 머물 수 없는 에너지 영역이다.

오답 피하기 ㄷ. 에너지띠는 미세하게 갈라진 연속적인 에너지 준위가 존재한다. 따라서 에너지띠 내에 동일한 에너지를 가진 전자들이 집단적으로 존재할 수 없다.

07 **정답 맞히기** ㄱ. A는 전류가 흐르므로 반도체이고, B는 전류가 흐르지 않으므로 부도체이다. 따라서 단위 부피당 전도띠에 있는 전자의 수는 A가 B보다 많다.

오답 피하기 ㄴ. 띠 간격은 P가 Q보다 작으므로 P는 반도체이고, Q는 부도체이다. 따라서 B의 에너지띠 구조는 Q이다.
ㄷ. 원자가 띠의 전자가 전도띠로 전이하기 위해서는 최소한 띠 간격에 해당하는 에너지를 흡수해야 하므로 원자가 띠의 전자가 전도띠로 전이하기 위한 최소 에너지는 P에서 Q에 서보다 작다.

시술형

08

모범 답안 A는 도체이고, B는 반도체이다. 저마늄으로 이루어진 반도체에 원자가 전자가 3개인 원소를 불순물로 첨가하면 p형 반도체

가 되고, 원자가 전자가 5개인 원소를 불순물로 첨가하면 n형 반도체가 된다.

채점 기준	배점
도체(A)와 반도체(B)를 옳게 구분하고, 불순물에 따른 반도체를 구별하여 서술한 경우	100 %
도체와 반도체의 구분, p형 반도체의 형성 원리, n형 반도체의 형성 원리 중 두 가지를 정확하게 연결하여 서술한 경우	50 %
한 가지만 맞게 서술한 경우	30 %

09 **정답 맞히기** ㄱ. X는 p형 반도체이므로 주로 양공에 의해 전류가 흐른다.

ㄴ. 스위치를 a에 연결하면 다이오드에 순방향 전압이 걸리므로 저항에 전류가 흐른다.

ㄷ. 스위치를 b에 연결하면 다이오드에 역방향 전압이 걸리므로 다이오드에서 n형 반도체의 전자와 p형 반도체의 양공은 p-n 접합면에서 멀어진다.

10 **정답 맞히기** ㄱ. (가)의 발광 다이오드에서 빛이 방출되므로 발광 다이오드는 순방향 연결되어 있다.

ㄷ. (나)에서 방출되는 광자 1개의 에너지는 전도띠의 전자가 원자가 띠로 전이할 때 방출하는 에너지와 같다.

오답 피하기 ㄴ. 전도띠의 전자가 원자가 띠로 전이할 때 에너지를 방출하므로 전도띠의 전자는 원자가 띠의 양공보다 에너지 준위가 높다.

11 **정답 맞히기** ㄷ. Y는 n형 반도체이므로 순수 반도체에 원자가 전자가 5개인 원소로 도핑한 반도체이다.

오답 피하기 ㄱ. (나)는 p형 반도체의 에너지띠 구조이므로 X는 p형 반도체이다.

ㄴ. 스위치를 a에 연결하면 D1에는 순방향 전압이 걸리고, D2에는 역방향 전압이 걸린다.

시술형

12

모범 답안 2개의 원자가 가까워지면 원자핵과 전자의 전기력에 의해 에너지 준위가 둘로 나뉜다. 이와 같이 원자 n 개가 가까워지면 원자핵과 전자의 전기력에 의해 에너지 준위가 n 개로 갈라지면서 띠를 이루게 되는데, 이를 에너지띠라고 한다.

채점 기준	배점
에너지띠의 형성 원리에 대해 핵심 개념을 포함하여 모든 내용을 정확하게 서술한 경우	100 %
에너지띠의 형성 원리에 대해 핵심 개념을 정확하게 서술했으나, 모든 내용을 완벽하게 서술하지 못한 경우	50 %
에너지띠의 형성 원리의 핵심 개념만을 정확히 서술한 경우	30 %

13 [정답 맞히기] ㄱ. B의 관성계에서 광원과 거울 사이의 거리 L_0 는 수축된 길이이므로 A의 관성계에서 광원과 거울 사이의 거리(고유 거리)는 L_0 보다 크다.

ㄴ. 광원과 거울 사이의 고유 거리가 L 일 때 $\frac{2L}{c}$ 은 빛이 광원과 거울 사이를 1회 왕복하는 데 걸리는 고유 시간이다. $L > L_0$ 이고 $\frac{2L}{c} > \frac{2L_0}{c}$ 이므로, B의 관성계에서 광원에서 방출된 빛이 광원과 거울 사이를 1회 왕복하는 데 걸린 시간은 시간 팽창에 의해 $\frac{2L_0}{c}$ 보다 크다.

[오답 피하기] ㄷ. 광속 불변 원리에 따라 광원에서 방출된 빛의 속력은 A의 관성계에서와 B의 관성계에서 같다.

14 [정답 맞히기] ㄱ. A의 관성계에서 시간 팽창은 B에서가 C에서보다 크므로 우주선의 속력은 $v_1 > v_2$ 이다.

[오답 피하기] ㄴ. $v_1 > v_2$ 이므로 A의 관성계에서 길이 수축은 P에서가 Q에서보다 더 많이 일어난다. 따라서 A의 관성계에서 운동 방향으로의 우주선의 길이는 P가 Q보다 짧다.

ㄷ. 광원에서 방출된 빛의 속력은 광속 불변 원리에 따라 A, B, C의 관성계에서 모두 같다.

15 [정답 맞히기] ㄴ. B의 관성계에서 우주선의 길이는 L_0 보다 길기 때문에 우주선의 앞쪽 끝이 Q에 도달하는 순간 우주선의 뒤쪽 끝은 P를 지나기 전이다.

ㄷ. B의 관성계에서 P와 Q 사이의 거리는 L_0 보다 짧다. 따라서 우주선의 앞쪽 끝이 P에서 Q까지 이동하는 데 걸리는 시간은 $\frac{L_0}{v}$ 보다 작다.

[오답 피하기] ㄱ. A의 관성계에서 P와 Q 사이의 거리가 L_0 이므로 L_0 은 고유 길이이다. A의 관성계에서 짧아진 길이로 관측되는 우주선의 앞쪽 끝과 뒤쪽 끝이 P와 Q에 동시에 도달

하므로 우주선의 짧아진 길이가 L_0 이다. B의 관성계에서 우주선의 앞쪽 끝에서 뒤쪽 끝까지의 길이는 고유 길이이므로 L_0 보다 길다.

서술형

16

(1) **[모범 답안]** 뮤온의 관성계에서 뮤온이 진행하는 거리는 길이 수축으로 인해 H 보다 짧다. 따라서 뮤온은 짧은 수명에도 지표면에 도달할 수 있다.

채점 기준	배점
뮤온의 관성계에서 지표면까지의 거리가 길이 수축으로 인해 짧아지기 때문에 뮤온은 짧은 고유 수명에도 불구하고 지표면에 도달할 수 있음을 관성계와 상대성 이론의 개념을 정확히 들어 논리적으로 서술한 경우	100 %
뮤온이 지표면에 도달하는 까닭으로 상대성 이론이나 길이 수축을 언급하였으나, 관성계가 불분명하거나 이동 거리 감소와 수명 간의 인과 관계 서술이 충분하지 않은 경우	50 %
뮤온이 짧은 거리를 이동한다는 점만 언급하고, 길이 수축이나 관성계에 대한 물리적 서술이 거의 없는 경우	30 %

(2) **[모범 답안]** 관찰자의 관성계에서는 시간 팽창에 의해 뮤온이 생성된 후 붕괴될 때까지의 시간이 늘어난다. 따라서 뮤온이 붕괴하기 전에 지표면에 도달할 수 있다.

채점 기준	배점
관찰자의 관성계에서 시간 팽창이 발생하여 뮤온의 생성부터 붕괴까지의 시간이 늘어나고, 그 결과 뮤온이 붕괴하기 전에 지표면에 도달할 수 있음을 개념과 인과 관계를 명확히 서술한 경우	100 %
시간 팽창 또는 뮤온의 수명 증가를 언급하였으나, 관찰자의 관성계가 불분명하거나 시간 팽창과 지표면 도달 사이의 인과 관계 서술이 충분하지 않은 경우	50 %
뮤온의 수명이 늘어난다는 언급만 있을 뿐, 시간 팽창이나 관성계에 대한 물리적 서술이 거의 없는 경우	30 %