



메가 N제
특수상대성이론
Infinite devotion to the assignment

특수 상대성 이론

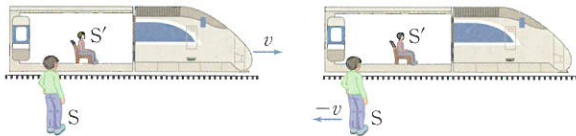
1 특수 상대성 이론의 기본 원리

(1) 상대 속도와 관성 좌표계

- ① 상대 속도: 움직이는 관찰자가 측정한 물체의 속도로, v_A 의 속도로 운동하는 관찰자가 v_B 의 속도로 운동하는 물체를 관찰할 때 A가 측정한 B의 상대 속도 v_{AB} 는 다음과 같다.

$$v_{AB} = v_B - v_A$$

- ② 관성 좌표계: 정지해 있거나 등속 직선 운동을 하는 관찰자를 기준으로 한 좌표계로, 한 관성계에 대해 일정한 속도로 움직이는 좌표계는 모두 관성 좌표계이다. 특수 상대성 이론은 관성 좌표계에서 성립하는 이론이다.



(가) S는 정지해 있고 S'가 v 의 속도로 운동한다고 생각한다.

(나) S'는 정지해 있고 S가 v 의 속도로 운동한다고 생각한다.

- (2) 특수 상대성 이론: 상대 운동하는 두 관찰자가 관측하는 시간, 길이 등의 물리량의 변화를 설명하는 이론이다.

(3) 특수 상대성 이론의 두 가지 가설 자료 1

- ① 상대성 원리: 모든 관성계에서 물리 법칙은 동일하게 성립한다.
→ 정지 상태와 등속도 운동 상태는 본질적으로 구분할 수 없으므로, 상대적으로 운동하는 관성계의 관찰자가 자연 현상을 설명하는 물리 법칙은 모두 같아야 한다.

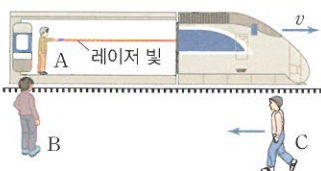


기차 안의 관찰자

지면 위의 관찰자

기차 안의 관찰자와 지면 위의 관찰자가 보는 공의 운동 경로는 다르지만, 공의 운동을 설명하는 물리 법칙은 $F=ma$ 로 동일하다.

- ② 광속 불변 원리: 모든 관성계에서 측정했을 때 진공에서 진행하는 빛의 속력은 광원이나 관찰자의 속도에 관계없이 광속 c 로 일정하다. → c 는 진공에서 빛의 속력으로 약 3×10^8 m/s이다.



속력 v 로 운동하는 기차 안에서 방출된 레이저 빛의 속력은 기차 안에 정지해 있는 관찰자 A가 측정하든, 지면에 정지해 있는 관찰자 B가 측정하든, 기차의 진행 방향과 반대 방향으로 운동하는 관찰자 C가 측정하든 모두 광속 c 로 측정된다.

2 특수 상대성 이론에 의한 현상 자료 4

- (1) 시간 팽창(시간 지연): 정지한 관찰자가 운동하는 관찰자를 볼 때 상대편의 시간이 느리게 가는 것으로 관찰된다. 자료 2

- ① 고유 시간: 어떤 관성계에서 측정할 때 동일한 위치에서 발생한 두 사건 사이의 시간 간격
② 시간 팽창의 이해

<p>v로 운동하는 우주선 안의 관찰자 A</p>		<p>우주선 안의 빛 시계에서 빛이 1회 왕복하는 동안 진행한 거리는 $2L$이므로 A가 측정한 시간은 $T_{\text{고유}} = \frac{2L}{c}$이다.</p>
<p>우주선 밖의 관찰자 B</p>		<p>지면에 정지해 있는 관찰자 B가 측정하면, 빛 시계의 빛이 1회 왕복하는 동안 진행한 거리는 $2d$이므로 B가 측정한 시간은 $T = \frac{2d}{c}$이다.</p>

[결론] A가 측정한 시간은 고유 시간이고, B가 측정한 시간은 고유 시간보다 크다. 이와 같이 B에 대해 운동하는 A의 시간은 B의 시간보다 느리게 흐른다. → $T_{\text{고유}} < T$

- (2) 길이 수축: 한 관성 좌표계에서 관찰자가 상대적으로 운동하는 물체를 관찰할 때 물체의 길이가 수축되는 것으로 관찰된다. 자료 3

- ① 고유 길이: 관찰자가 측정했을 때 정지 상태에 있는 물체의 길이 또는 한 관성 좌표계에 대해 고정된 두 지점 사이의 길이
② 길이 수축의 이해

<p>v로 운동하는 우주선 안의 관찰자 A</p>		<p>지구에 정지해 있는 관찰자 B</p>	
<p>A가 측정할 때 지구와 행성이 각각 v의 속력으로 운동하므로 지구와 행성 사이의 거리는 $L = vT_{\text{고유}}$이다.</p>		<p>B가 측정할 때 우주선은 v의 속력으로 운동하므로 지구와 행성 사이의 거리는 $L_{\text{고유}} = vT$이다.</p>	

[결론] B가 측정할 때 A는 운동하므로 시간은 $T_{\text{고유}} < T$ 이고, B에 대해 운동하는 A가 측정한 지구와 행성 사이의 거리는 B가 측정한 고유 길이보다 짧다. → $L < L_{\text{고유}}$ - 길이 수축은 물체의 속력이 광속에 크게 일어나며, 물체의 운동 방향에만 일어난다.

(3) 특수 상대성 이론이 사회에 미친 영향

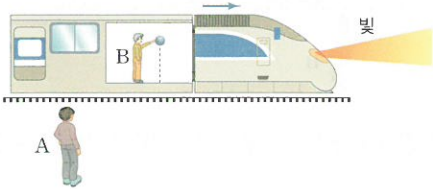
- ① 과학 분야: 상대성 원리를 적용하여 인공위성의 시간을 보정한다.
② 표준 단위 분야: 광속 불변 원리에 따라 빛의 속도를 상수로 정의하고, 빛의 속력을 이용하여 1 m를 정의한다.
③ 일상생활 분야: 핵에너지를 활용하여 원자력 발전을 한다.

다음 자료에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

자료 1 특수 상대성 이론의 두 가지 가설

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림은 관찰자 A에 대해 관찰자 B가 탄 기차가 일정한 속도로 운동하는 모습을 나타낸 것이다. 기차에서는 빛이 진행 방향으로 방출되며, B는 공을 가만히 놓았다.

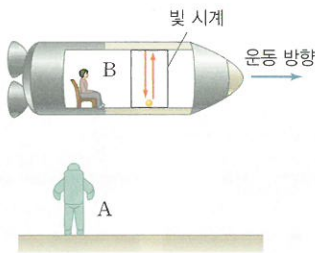


- 529 B의 관성계에서는 A가 일정한 속도로 운동한다. ○/×
- 530 기차에서 방출된 빛의 속력은 A의 관성계에서 B의 관성계에서보다 크다. ○/×
- 531 공의 운동 경로는 A가 관찰할 때와 B가 관찰할 때가 같다. ○/×
- 532 A와 B의 관성계에서는 모두 뉴턴 운동 제2법칙 ($F=ma$)이 성립한다. ○/×

자료 2 시간 팽창

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림과 같이 관찰자 A에 대해 관찰자 B가 탄 우주선이 광속에 가까운 속도로 운동한다. 우주선 안에 있는 빛 시계에서 빛이 왕복한다.

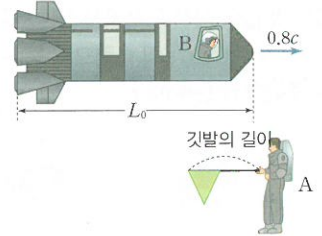


- 533 빛이 한 번 왕복하는 동안, 빛이 진행한 거리는 A의 관성계에서 B의 관성계에서보다 크다. ○/×
- 534 빛이 한 번 왕복하는 데 걸린 고유 시간은 B의 관성계에서 측정한 시간이다. ○/×
- 535 빛이 한 번 왕복하는 데 걸린 시간은 A의 관성계에서와 B의 관성계에서가 같다. ○/×
- 536 A의 관성계에서 B의 시간은 A의 시간보다 느리게 간다. ○/×
- 537 B의 관성계에서 A의 시간은 B의 시간보다 빠르게 간다. ○/×

자료 3 길이 수축

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림과 같이 깃발을 들고 있는 관찰자 A에 대해 관찰자 B가 탄 우주선이 $0.8c$ 의 일정한 속도로 운동한다. B가 측정한 우주선의 길이는 L_0 이다. (단, c 는 빛의 속력이다.)

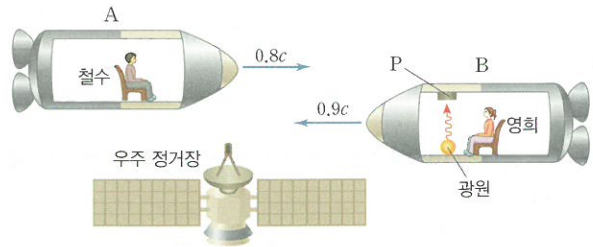


- 538 A가 측정한 깃발의 길이는 고유 길이이다. ○/×
- 539 A가 측정한 우주선의 길이는 L_0 보다 크다. ○/×
- 540 B의 관성계에서 깃발의 속력은 $0.8c$ 이다. ○/×
- 541 B의 관성계에서 깃발의 길이는 수축된다. ○/×
- 542 길이 수축은 물체의 운동 방향과 나란한 방향으로만 일어난다. ○/×

자료 4 특수 상대성 이론에 의한 현상

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림은 정지해 있는 우주 정거장에 대해 철수와 영희가 탄 우주선 A, B가 각각 일정한 속력 $0.8c$, $0.9c$ 로 직선 운동을 하는 것을 나타낸 것이다. A, B의 고유 길이는 같다. 철수와 영희는 각각 B 안의 광원에서 나온 빛이 검출기 P에 도달하는 데 걸리는 시간을 $t_{\text{철수}}$, $t_{\text{영희}}$ 로 측정한다.

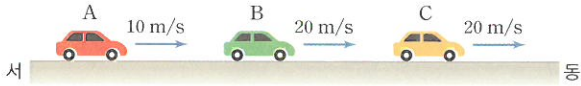


- 543 광원과 P 사이의 고유 길이는 영희가 측정한 길이이다. ○/×
- 544 $t_{\text{철수}} < t_{\text{영희}}$ 이다. ○/×
- 545 광원에서 나온 빛의 속력은 철수가 측정할 때와 영희가 측정할 때가 서로 같다. ○/×
- 546 철수가 측정한 B의 속력과 영희가 측정한 A의 속력은 같다. ○/×
- 547 철수가 측정한 B의 길이는 영희가 측정한 A의 길이보다 짧다. ○/×
- 548 철수와 영희가 측정한 우주 정거장의 길이는 같다. ○/×

1 특수 상대성 이론의 기본 원리

549

그림과 같이 직선 도로에서 자동차를 탄 사람 A, B, C가 각각 10 m/s, 20 m/s, 20 m/s의 속력으로 등속도 운동을 하고 있다. A, B, C는 모두 동쪽으로 운동한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A가 측정할 때 B의 속력은 10 m/s이다.
- ㄴ. B가 측정할 때 A는 동쪽으로 운동한다.
- ㄷ. C가 측정할 때 B는 정지해 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

☆ 고빈출 550

그림은 특수 상대성 이론에 대해 학생 A, B, C가 대화하는 모습을 나타낸 것이다.

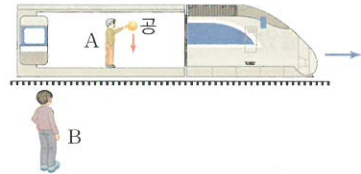


제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② B ③ A, C
- ④ B, C ⑤ A, B, C

551

그림은 지면에 정지해 있는 관찰자 B에 대해 기차가 일정한 속도로 운동하는 모습을 나타낸 것이다. 기차에 타고 있는 관찰자 A는 공을 가만히 놓았다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

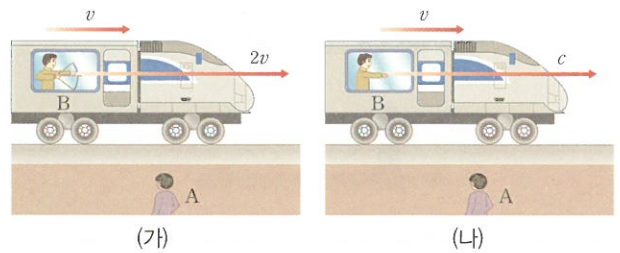
보기

- ㄱ. A의 관성계에서 B는 등속도 운동을 한다.
- ㄴ. 공의 운동 경로는 A와 B가 관찰했을 때 같다.
- ㄷ. 공의 가속도와 공에 작용하는 힘의 관계식은 A의 관성계에서와 B의 관성계에서가 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

☆ 고빈출 552

그림 (가), (나)는 지면에 정지해 있는 관찰자 A에 대해 v 의 속력으로 등속도 운동을 하는 기차 안에서 각각 관찰자 B에 대해 화살이 $2v$ 의 속력으로 운동하는 모습과 B가 쏜 레이저 빛이 c 의 속력으로 진행하는 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, c 는 빛의 속력이다.)

보기

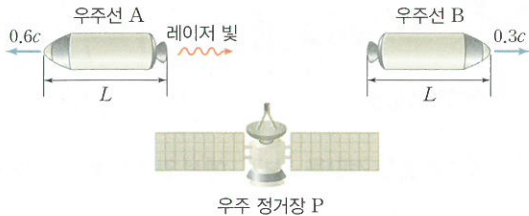
- ㄱ. (가)에서 B가 측정한 A의 속력은 v 이다.
- ㄴ. (가)에서 A가 측정한 화살의 속력은 $3v$ 이다.
- ㄷ. (나)에서 A가 측정한 빛의 속력은 $v+c$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2 특수 상대성 이론에 의한 현상

553

그림은 우주선 A, B가 우주 정거장 P에 대해 서로 반대 방향으로 직선 운동을 하는 모습을 나타낸 것이다. P에 대해 A, B의 속력은 각각 $0.6c$, $0.3c$ 이다. A에서는 B를 향해 레이저 빛을 쏘고 있고, P에서 측정할 때 A와 B의 길이는 L 로 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, c 는 빛의 속력이다.)

보기

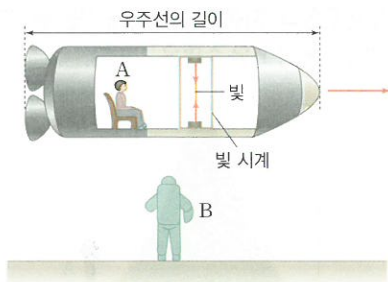
- ㄱ. B의 관성계에서 레이저 빛의 속력은 c 보다 작다.
- ㄴ. 우주선의 고유 길이는 A가 B보다 크다.
- ㄷ. P의 관성계에서 B에서의 시간이 A에서의 시간보다 느리게 간다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

고빈도

554

그림과 같이 관찰자 A가 탄 우주선이 관찰자 B에 대해 광속에 가까운 속력으로 등속도 운동을 한다. 우주선 안에 있는 빛 시계 속에서 빛이 왕복한다.



A의 관성계에서의 물리량이 B의 관성계에서의 물리량보다 큰 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

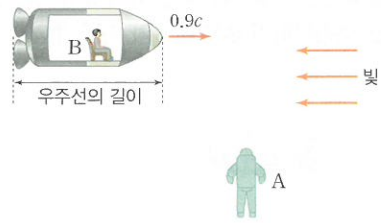
보기

- ㄱ. 빛 시계 속 빛의 속력
- ㄴ. 빛 시계 속 빛이 1회 왕복하는 데 걸린 시간
- ㄷ. 우주선의 길이

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

555 서술형

그림과 같이 관찰자 B가 탄 우주선이 관찰자 A에 대해 $0.9c$ 의 일정한 속도로 운동하고, 빛은 우주선의 운동 방향과 반대 방향으로 진행한다.



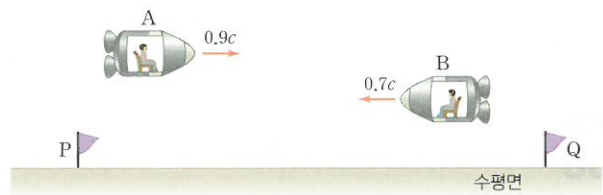
(1) A의 관성계와 B의 관성계에서 빛의 속력을 비교하여 서술하십시오. (단, c 는 빛의 속력이다.)

(2) 고유 길이를 언급하여 A의 관성계와 B의 관성계에서 우주선의 길이를 비교하여 서술하십시오.

고빈도

556

그림과 같이 관찰자 A, B가 탄 우주선이 수평면에 대해 각각 $0.9c$, $0.7c$ 의 일정한 속도로 운동한다. 수평면에는 깃발 P, Q가 고정되어 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, c 는 빛의 속력이다.)

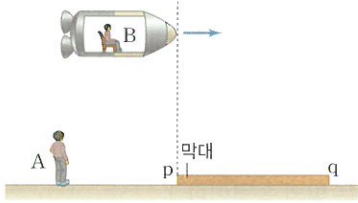
보기

- ㄱ. A의 관성계에서 P의 속력은 $0.9c$ 이다.
- ㄴ. A의 관성계에서 B에서의 시간은 A에서의 시간보다 느리게 간다.
- ㄷ. P와 Q 사이의 거리는 B의 관성계에서 A의 관성계에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

557

그림은 수평면에 있는 관찰자 A에 대해 관찰자 B가 타고 있는 우주선이 광속에 가까운 속력으로 등속도 운동을 하는 모습을 나타낸 것이다. B의 관성계에서 측정한 수평면에 놓인 막대의 길이는 L 이고, 막대의 왼쪽 끝 p가 지난 순간부터 오른쪽 끝 q가 지날 때까지 걸린 시간은 t_0 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

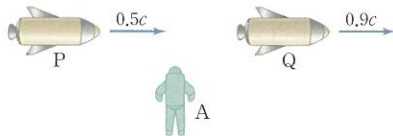
보기

- ㄱ. B의 관성계에서 A의 시간은 B의 시간보다 느리게 간다.
- ㄴ. 막대의 고유 길이는 L 보다 크다.
- ㄷ. A의 관성계에서 우주선의 속력은 $\frac{L}{t_0}$ 보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

☆ 고비풀 558

그림은 관찰자 A에 대해 우주선 P, Q가 각각 $0.5c$, $0.9c$ 의 일정한 속력으로 등속도 운동을 하는 모습을 나타낸 것이다. P와 Q의 고유 길이는 L_0 로 같다.



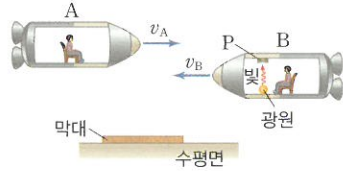
A의 관성계에서 P, Q의 길이를 각각 L_P , L_Q 라고 할 때, L_0 , L_P , L_Q 를 옳게 비교한 것은? (단, c 는 빛의 속력이다.)

- ① $L_0 > L_P > L_Q$ ② $L_0 > L_Q > L_P$ ③ $L_P > L_0 > L_Q$
- ④ $L_P > L_Q > L_0$ ⑤ $L_Q > L_P > L_0$

559

난이도 상

그림과 같이 관찰자 A, B가 탄 우주선이 서로 반대 방향으로 각각 v_A , v_B 의 일정한 속도로 운동한다. 표는 B가 탄 우주선의 광원에서 방출된 빛이 검출기 P에 도달할 때까지 빛이 진행한 거리와 걸린 시간을 A, B가 측정한 것을 나타낸 것이다. 수평면에 놓인 막대의 길이는 A의 관성계에서 B의 관성계에서보다 크다.



관찰자	빛이 진행한 거리	걸린 시간
A	L_A	t_A
B	L_B	t_B

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

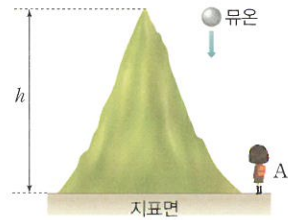
- ㄱ. $L_A > L_B$ 이다.
- ㄴ. $v_A < v_B$ 이다.
- ㄷ. $\frac{L_A}{L_B} = \frac{t_A}{t_B}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

▽ 최다오답

560

그림과 같이 산의 정상 부근에서 생성된 뮤온이 지표면에 대해 광속에 가까운 속력으로 운동한다. 지표면에 정지해 있는 관찰자 A가 측정한 산의 높이는 h 이고, 뮤온의 고유 수명은 T 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

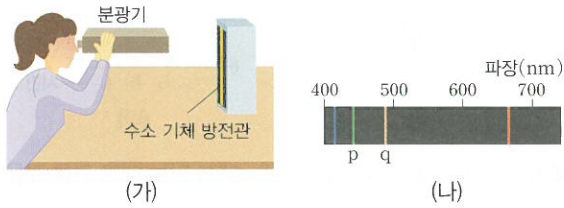
- ㄱ. 산의 고유 길이는 h 이다.
- ㄴ. A의 관성계에서 뮤온의 수명은 T 보다 짧다.
- ㄷ. 뮤온의 관성계에서 산의 높이는 h 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

13 에너지 준위, 에너지띠와 반도체

☆ 고빈도
561

그림 (가)는 수소 기체 방전관에서 나오는 빛을 분광기로 관찰하는 것을 나타낸 것이고, (나)는 (가)에서 관찰한 가시광선 영역의 선 스펙트럼을 파장에 따라 나타낸 것이다. p는 전자가 양자수 $n=5$ 에서 $n=2$ 로 전이할 때 나타낸 스펙트럼선이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

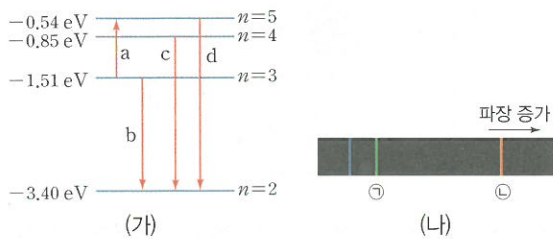
보기

- ㄱ. 수소 원자의 에너지 준위는 불연속적이다.
- ㄴ. 광자 1개의 에너지는 p에 해당하는 빛이 q에 해당하는 빛보다 크다.
- ㄷ. q는 전자가 $n=6$ 에서 $n=2$ 로 전이할 때 나타낸 스펙트럼선이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

562

그림 (가)는 보어의 수소 원자 모형에서 양자수 n 에 따른 에너지 준위의 일부와 전자의 전이 a~d를 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)의 b, c, d에서 방출되는 빛의 스펙트럼을 파장에 따라 나타낸 것이고, ㉠은 c에 의해 나타난 스펙트럼선이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

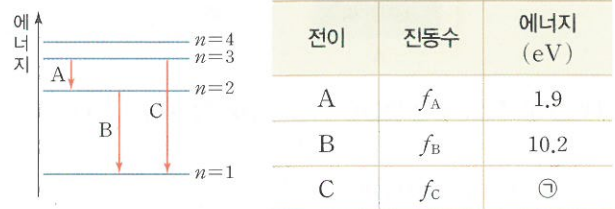
보기

- ㄱ. a에서 흡수되는 광자 1개의 에너지는 0.97 eV이다.
- ㄴ. 방출되는 빛의 진동수는 c에서가 b에서보다 크다.
- ㄷ. ㉠은 d에 의해 나타난 스펙트럼선이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

563

그림은 보어의 수소 원자 모형에서 양자수 n 에 따른 에너지 준위와 전자의 전이 A, B, C를 나타낸 것이다. 표는 A, B, C에서 방출되는 빛의 진동수와 광자 1개가 갖는 에너지를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

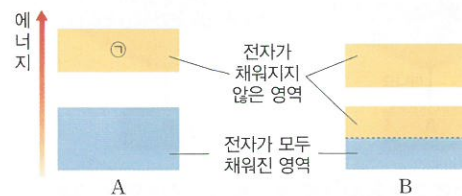
보기

- ㄱ. $f_A > f_B$ 이다.
- ㄴ. ㉠은 12.1이다.
- ㄷ. $f_C = f_B + f_A$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

☆ 고빈도
564

그림은 고체 A, B의 에너지띠 구조를 나타낸 것이다. A와 B는 도체와 반도체를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

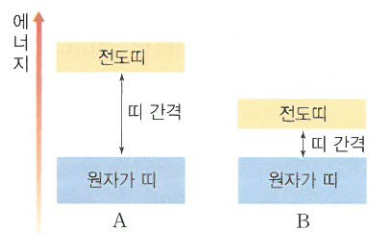
보기

- ㄱ. A의 ㉠은 원자가 띠이다.
- ㄴ. 온도가 높을수록 A의 ㉠에 존재하는 전자의 수는 증가한다.
- ㄷ. B는 도체이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

565

그림은 고체 A, B의 에너지띠 구조를 나타낸 것이다. A, B는 각각 규소(Si)와 다이아몬드 중 하나이다.



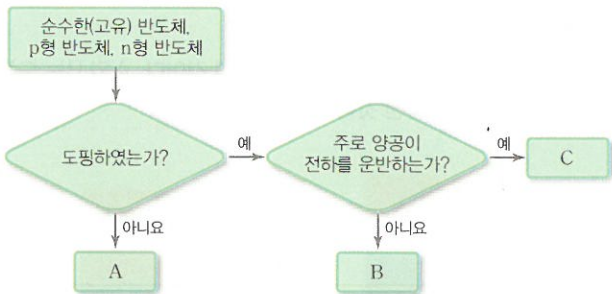
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 전기 전도성은 A가 B보다 좋다.
 - ㄴ. B는 규소(Si)이다.
 - ㄷ. 원자가 띠의 전자가 에너지를 흡수하면 띠 간격으로 전이할 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

566

그림은 반도체의 종류를 그 특성에 따라 분류한 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

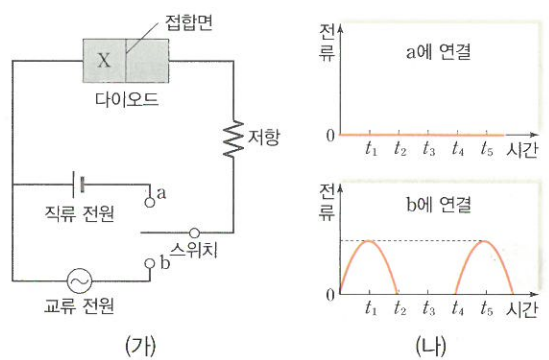
- 보기
- ㄱ. 전기 전도성은 A가 B보다 좋다.
 - ㄴ. 상온에서 B의 전도띠에는 전자가 존재한다.
 - ㄷ. C는 순수한 반도체에 원자가 전자가 5개인 불순물을 첨가하여 만들어진다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

✔최다 오답

567

그림 (가)와 같이 p-n 접합 다이오드, 직류 전원, 교류 전원, 스위치, 저항을 이용하여 회로를 구성하였다. 그림 (나)는 스위치를 a에 연결할 때와 b에 연결할 때 저항에 흐르는 전류를 시간에 따라 나타낸 것이다.



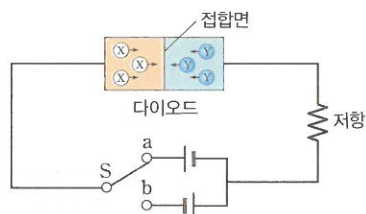
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. X는 주로 양공이 전류를 흐르게 한다.
 - ㄴ. 스위치를 b에 연결하고 t_3 일 때, 다이오드에서 p형 반도체의 양공은 접합면 쪽으로 이동한다.
 - ㄷ. 스위치를 b에 연결했을 때, 저항에 흐르는 전류의 방향은 t_1 일 때와 t_5 일 때가 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

568

그림과 같이 p-n 접합 다이오드를 이용하여 회로를 구성하였다. 스위치 S를 a에 연결했을 때 X와 Y가 접합면 쪽으로 이동하였고, 저항에는 전류가 흘렀다. X, Y는 전자와 양공을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. X는 전자이다.
 - ㄴ. S를 b에 연결하면 Y는 접합면에서 멀어지는 쪽으로 이동한다.
 - ㄷ. 공핍층은 S를 a에 연결할 때가 b에 연결할 때보다 두껍다.

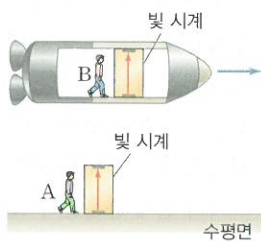
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

14 특수 상대성 이론

상고비중

569

그림은 수평면에 정지해 있는 관찰자 A에 대해 관찰자 B가 탄 우주선이 수평 방향으로 광속에 가까운 속력으로 등속도 운동을 하는 모습을 나타낸 것이다. 수평면과 우주선 안에는 고유 길이가 같은 동일한 빛 시계가 놓여 있다. A의 관성계에서 우주선 안에 있는 빛 시계에서 빛이 한 번 왕복하는 데 걸린 시간은 t_0 이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, c 는 빛의 속력이다.)



보기

- ㄱ. 빛 시계의 고유 길이는 ct_0 보다 작다.
- ㄴ. B의 관성계에서 수평면에 놓인 빛 시계에서 빛이 한 번 왕복하는 데 걸린 시간은 t_0 보다 크다.
- ㄷ. A의 관성계에서 수평면에 놓인 빛 시계에서 빛이 한 번 왕복하는 데 걸린 시간은 t_0 보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

570

그림과 같이 우주선이 우주 정거장에 대해 $0.8c$ 의 일정한 속도로 운동하며 우주 정거장을 향해 레이저 빛을 쏘고 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, c 는 빛의 속력이다.)

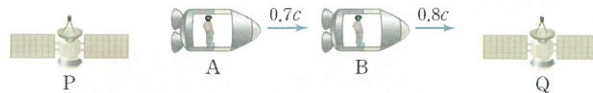
보기

- ㄱ. 우주선의 관성계에서 우주 정거장의 속력은 $0.8c$ 이다.
- ㄴ. 우주선의 관성계에서 우주 정거장에서의 시간은 우주선에서의 시간보다 느리게 간다.
- ㄷ. 우주 정거장의 관성계에서 빛의 속력은 c 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

571

그림은 관찰자 A, B가 탄 우주선이 우주 정거장 P에 대해 각각 $0.7c$, $0.8c$ 의 일정한 속도로 우주 정거장 Q를 향해 운동하는 모습을 나타낸 것이다. Q는 P에 대해 정지해 있고, A, B가 탄 우주선의 고유 길이는 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, c 는 빛의 속력이다.)

보기

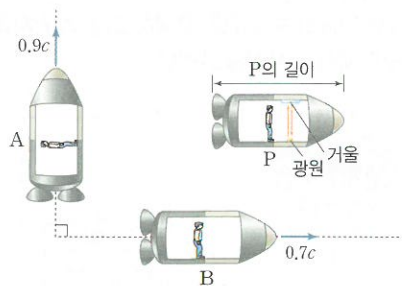
- ㄱ. A의 관성계에서 P의 속력은 $0.7c$ 이다.
- ㄴ. A의 관성계에서 B의 시간은 P의 시간보다 느리게 간다.
- ㄷ. P와 Q 사이의 거리는 A의 관성계에서 B의 관성계에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

572

난이도 상

그림과 같이 우주선을 탄 관찰자 A, B가 우주선 P에 대해 서로 수직 방향으로 각각 $0.9c$, $0.7c$ 의 일정한 속도로 운동한다. P에서는 광원에서 방출된 빛이 거울에 반사되어 되돌아온다.



A의 관성계에서 B의 관성계에서보다 큰 물리량만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, c 는 빛의 속력이다.)

보기

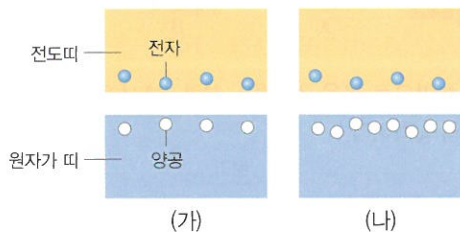
- ㄱ. 빛의 속력
- ㄴ. P의 길이
- ㄷ. 빛이 1회 왕복하는 데 걸린 시간

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

서술형 문제

573

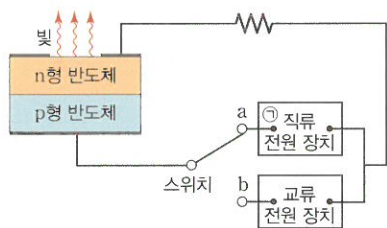
그림 (가)는 상온에서 순수한 반도체의 에너지띠 구조를, (나)는 (가)에서 불순물을 도핑한 불순물 반도체의 에너지띠 구조를 나타낸 것이다. (나)는 p형 반도체와 n형 반도체 중 하나이다.



(나)의 반도체의 종류를 쓰고, 그 까닭을 서술하시오.

574

그림과 같이 p-n 접합 발광 다이오드와 직류 전원 장치, 교류 전원 장치, 스위치, 저항을 이용하여 회로를 구성하였다. 스위치를 a에 연결했다면 발광 다이오드에서 빛이 방출되었다.



(1) 직류 전원 장치의 전극 ㉠의 종류를 쓰시오.

(2) 스위치를 a, b에 각각 연결했을 때, 발광 다이오드에서 관찰되는 빛의 차이에 대해서 서술하시오.

575

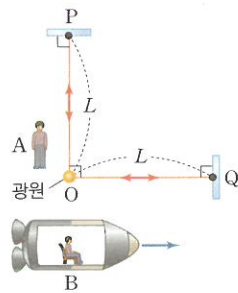
다음은 뮤온에 대한 설명이다.

지구 대기로부터 들어오는 고속의 입자가 대기와 충돌하여 뮤온이 생성된다. 이때 뮤온은 약 $0.99c$ 의 광속에 가까운 속도로 튀어나오며 뮤온의 수명은 약 2×10^{-6} 초 정도로 짧아 뮤온이 진행할 수 있는 거리는 $0.99 \times (3 \times 10^8 \text{ m/s}) \times (2 \times 10^{-6} \text{ s}) \approx 600 \text{ m}$ 정도로 지표면에 도달하기 전에 붕괴하여 도달할 수 없게 된다. 그러나 실제 뮤온은 수 km의 거리를 진행하여 지표면에서 발견된다.

뮤온의 관성계와 지표면의 관성계에서 뮤온이 지표면에 도달할 수 있는 까닭을 각각 서술하시오. (단, c 는 빛의 속력이다.)

576

그림과 같이 점 O에 있는 광원에서 빛이 방출되어 수직으로 놓인 거울 P, Q에서 반사되어 되돌아온다. 광원, P, Q는 관찰자 A에 대해 정지해 있고, A의 관성계에서 O와 P, O와 Q 사이의 거리는 L 로 같다. 관찰자 B는 A에 대해 광속에 가까운 속력으로 O와 Q를 잇는 직선과 나란한 방향으로 등속도 운동을 한다.



(1) B의 관성계에서 O와 P 사이의 거리와 O와 Q 사이의 거리를 비교하여 서술하시오.

(2) B의 관성계에서 O에서 방출된 빛이 P와 Q에 도달하는 데 걸린 시간을 비교하여 서술하시오.
