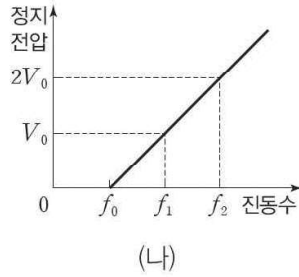
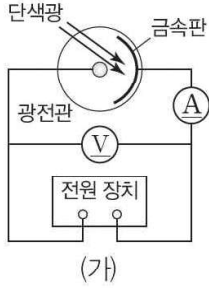


2024 학년도 수능특강 물리학2

#강	14	#쪽	195	#번	002	#문항코드	23027-0278
----	----	----	-----	----	-----	-------	------------

[문제 15]

그림 (가)와 같이 광전 효과 실험 장치에 단색광을 비추어 정지 전압을 측정하였다. 그림 (나)는 (가)에서 금속판에 비추는 단색광의 진동수에 따라 측정된 정지 전압을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 기본 전하량은 e 이다.)

- < 보 기 > —
- ㄱ. 금속판의 문턱(한계) 진동수는 f_0 이다.
 - ㄴ. 단색광의 진동수가 f_1 일 때 광전자의 최대 운동 에너지는 eV_0 이다.
 - ㄷ. $f_2 = 2f_1$ 이다.

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

[정답/모범답안]

3

[해설]

광전자의 최대 운동 에너지와 정지 전압
진동수가 f 인 빛을 문턱(한계) 진동수가 f_0 인 금속판에 비추었을 때 광전자의 최대 운동 에너지는 $E_k = hf - hf_0$ (h : 플랑크 상수)이다.

ㄱ. 광전자는 금속판의 문턱(한계) 진동수보다 큰 진동수의 빛을 금속판에 비출 때 방출되고, 방출된 광전자의 최대 운동 에너지는 정지 전압이 V_s , 기본 전하량이 e 일 때 eV_s 와 같다. 따라서 금속판의 문턱(한계) 진동수는 f_0 이다.

ㄴ. 정지 전압은 광전자의 최대 운동 에너지 E_k 에 비례한다. 따라서 단색광의 진동수가 f_1 일 때 광전자의 최대 운동 에너지는 eV_0 이다.

ㄷ. 금속판의 일함수 $W = hf_0$ 이고, $hf_1 - hf_0 = eV_0$, $hf_2 - hf_0 = 2eV_0$ 이다.
 $f_1 = f_0 + \frac{eV_0}{h}$, $f_2 = f_0 + \frac{2eV_0}{h}$ 이므로 $f_2 < 2f_1$ 이다.

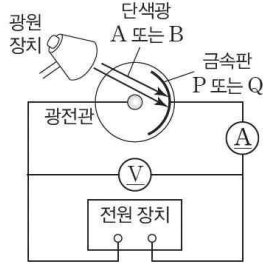
2024 학년도 수능특강 물리학2

#강	14	#쪽	198	#번	003	#문항코드	23027-0287
----	----	----	-----	----	-----	-------	------------

[문제16]

다음은 광전 효과 실험이다.

[실험 과정]



- (가) 그림과 같이 전원 장치, 진동수가 각각 f , $1.5f$ 인 단색광 A, B를 방출하는 광원 장치, 금속판 P, Q를 준비한다.
- (나) 광전관에 P를 설치한 후, 단색광 A를 광전관에 비춘다.
- (다) 광전류의 최대 전류값을 측정하고 전압을 조절하여 정지 전압을 측정한다.
- (라) (나)에서 단색광만을 B로 바꾸어 과정 (다)를 반복한다.
- (마) (나)에서 금속판만을 Q로 바꾸어 과정 (다)를 반복한다.
- (바) A의 세기를 바꾸어 과정 (마)를 반복한다.

[실험 결과]

과정	(다)	(라)	(마)	(바)
정지 전압	V_0	⊖	$0.5V_0$	$0.5V_0$
전류값	I_0	I_0	I_0	$0.5I_0$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

- ㄱ. ⊖은 V_0 보다 작다.
- ㄴ. 금속의 일함수는 P가 Q보다 크다.
- ㄷ. 금속판에 비추는 단색광의 세기는 (바)에서가 (마)에서보다 작다.

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

[정답/모범답안]

2

[해설]

광전 효과 실험

광전 효과 실험에서 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지는 $E_k = hf - W$ 이므로 비추는 단색광의 진동수가 클수록 크고, 최대 운동 에너지가 클수록 정지 전압이 크다.

ㄱ. (다), (라)는 금속판 P에 단색광 A, B를 각각 비춘 것이다. B의 진동수가 A의 진동수보다 크므로 B를 비추었을 때가 A를 비추었을 때보다 방출된 광전자의 최대 운동 에너지와 정지 전압이 크다. 따라서 ⊖은 V_0 보다 크다.

ㄴ. (다), (마)는 단색광 A를 금속판 P, Q에 각각 비춘 것이다. 정지 전압이 (다)에서보다 (마)에서가 더 작으므로 금속판의 일함수는 Q가 P보다 크다.

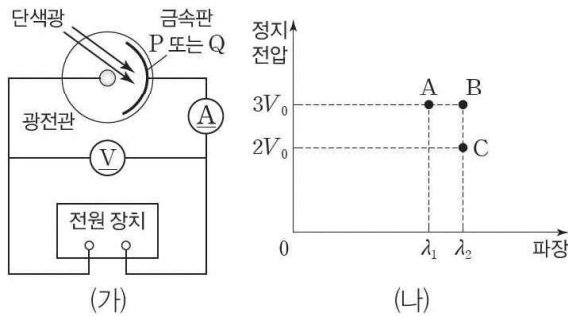
ㄷ. 금속판에 비추는 단색광의 진동수가 같을 때 단색광의 세기가 클수록 방출되는 광전자의 수가 많아 광전류의 세기가 커진다. 따라서 금속판에 비추는 단색광의 세기는 (바)에서가 (마)에서보다 작다.

2024 학년도 수능특강 물리학2

#강	14	#쪽	198	#번	004	#문항코드	23027-0288
----	----	----	-----	----	-----	-------	------------

[문제16]

그림 (가)는 광전 효과 실험 장치의 금속판에 단색광을 비추는 것을 나타낸 것이고, (나)의 A, B, C는 파장이 각각 λ_1 , λ_2 , λ_3 인 단색광을 (가)의 금속판 P 또는 Q에 비추었을 때 측정한 정지 전압을 나타낸 것이다. 일함수는 P가 Q의 2배이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 > —
- ㄱ. A는 λ_1 인 단색광을 Q에 비추었을 때의 실험 결과이다.
 - ㄴ. $\lambda_2 = \frac{5}{4}\lambda_1$ 이다.
 - ㄷ. Q에 $5\lambda_1$ 보다 짧은 파장의 단색광을 비출 때 광전자가 방출될 수 있다.

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

[정답/모범답안]

4

[해설]

금속판의 일함수와 정지 전압

정지 전압은 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지에 비례하고, 광전자의 최대 운동 에너지는 금속판에 비추어 준 광자의 에너지 $E = \frac{hc}{\lambda}$ (h : 플랑크 상수, c : 빛의 속도)와 금속판의 일함수 W 의 차와 같다.

ㄱ. B와 C는 파장이 λ_2 인 단색광을 금속판에 비추었을 때 방출된 광전자의 최대 운동 에너지가 각각 $3eV_0$, $2eV_0$ (e : 기본 전하량)이다. 금속판에 빛을 비출 때 금속판의 일함수가 클수록 방출된 광전자의 최대 운동 에너지는 작고, 정지 전압은 광전자의 최대 운동 에너지에 비례한다. 따라서 B는 일함수가 P보다 작은 Q에 비추었을 때의 실험 결과이고, C는 P에 비추었을 때의 실험 결과이다. A는 B와 정지 전압이 같고, 금속판에 비춘 단색광의 파장이 짧으므로 B의 경우보다 일함수가 큰 금속판에서 측정한 실험 결과이다. 따라서 A는 P에 비추었을 때의 실험 결과이다.

ㄴ. P, Q의 일함수를 각각 W_P , W_Q 라고 하고 A, B, C에 적용하면,

$$\frac{hc}{\lambda_1} - W_P = 3eV_0, \quad \frac{hc}{\lambda_2} - W_P = 2eV_0,$$

$$\frac{hc}{\lambda_2} - W_P = 3eV_0, \quad W_P = 2W_Q \text{ 이므로}$$

$$W_P = 2eV_0, \quad W_Q = eV_0 \text{ 이고,}$$

$$\frac{hc}{\lambda_1} = 5eV_0, \quad \frac{hc}{\lambda_2} = 4eV_0 \text{ 이다. 따라서}$$

$$\lambda_2 = \frac{5}{4}\lambda_1 \text{ 이다.}$$

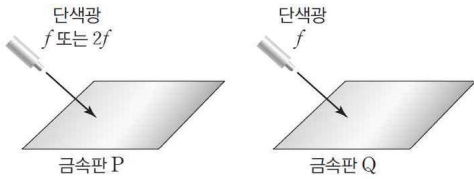
ㄷ. $W_Q = eV_0 = \frac{hc}{5\lambda_1}$ 이므로 Q에서 광전자가 방출되기 위한 빛의 최대 파장은 $5\lambda_1$ 이다. 따라서 Q에 $5\lambda_1$ 보다 파장이 짧은 빛을 비출 때 광전자가 방출된다.

2024 학년도 수능특강 물리학2

#강	14	#쪽	199	#번	005	#문항코드	23027-0289
----	----	----	-----	----	-----	-------	------------

[문제18]

그림은 금속판 P, Q에 단색광을 각각 비추는 것을 나타낸 것이고, 표의 실험 I~III은 P, Q에 비추는 단색광의 진동수와 방출되는 광전자의 물질파 파장의 최솟값 λ_{\min} 을 나타낸 것이다.



실험	금속판	진동수	λ_{\min}
I	P	f	$2\lambda_0$
II	P	$2f$	λ_0
III	Q	$2f$	$\sqrt{2}\lambda_0$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

— < 보 기 > —

ㄱ. 방출된 광전자의 최대 운동 에너지는 I에서가 II에서의 $\frac{1}{2}$ 배이다.

ㄴ. 문턱(한계) 진동수는 P가 Q의 $\frac{1}{2}$ 배이다.

ㄷ. 진동수가 f 인 단색광을 Q에 비추면 광전자가 방출되지 않는다.

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

[정답/모범답안]

4

[해설]

광전 효과와 물질파

진동수가 f 인 단색광을 문턱(한계) 진동수가 f_0 인 금속판에 비추었을 때 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지는 $E_k = hf - hf_0$ (h : 플랑크 상수)이고, 방출되는 광전자의 물질파 파장의 최솟값은

$$\lambda_{\min} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}} = \sqrt{\frac{h}{2m(f-f_0)}} \text{ 이다.}$$

ㄱ. 물질파 파장은 $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$ 이므로

방출된 광전자의 운동 에너지는 물질파 파장의 제곱에 반비례한다. 물질파 파장은 I에서가 II에서의 2배이므로 방출된 광전자의 최대 운동 에너지는 I에서가 II에서의 $\frac{1}{4}$ 배이다.

ㄴ. P의 문턱(한계) 진동수를 f_0 이라고 할 때 I, II에서 방출된 광전자의 최대 운동 에너지는 각각 $h(f-f_0)$, $h(2f-f_0)$ 이고, 방출된 광전자의 최대 운동 에너지는 II에서가 I에서의 4배이다. $h(2f-f_0) = 4 \times h(f-f_0)$ 에

서 $f_0 = \frac{2}{3}f$ 이다. 진동수가 $2f$ 인 단색광을 P, Q에 비추었을 때 방출된 광전자의 최대 운동 에너지는 II에서가 III에서의 2배이다. Q의 문턱(한계) 진동수를 f_1 이라고

할 때 $h\left(2f - \frac{2}{3}f\right) = 2h(2f - f_1)$ 에서 $f_1 = \frac{4}{3}f$ 이다. 따라서 문턱(한계) 진동수는 P가 Q의 $\frac{1}{2}$ 배이다.

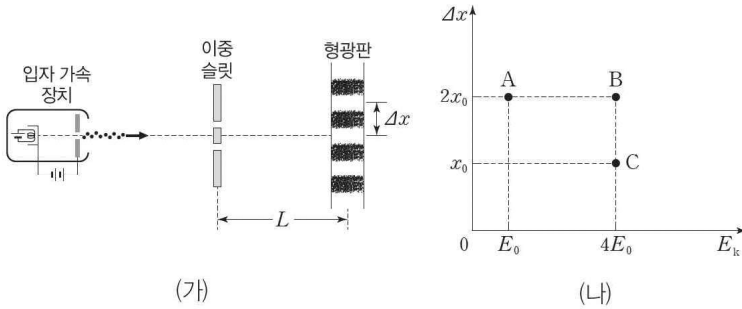
ㄷ. 진동수가 f 인 단색광을 문턱(한계) 진동수가 $\frac{4}{3}f$ 인 Q에 비추면 광전자가 방출되지 않는다.

2024 학년도 수능특강 물리학2

#강	14	#쪽	200	#번	007	#문항코드	23027-0291
----	----	----	-----	----	-----	-------	------------

[문제19]

그림 (가)는 입자 가속 장치에서 가속된 입자가 이중 슬릿을 통과하여 L 만큼 떨어진 형광판에 간섭 무늬를 만드는 것을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)의 입자 가속 장치에서 방출되어 등속도 운동을 하는 입자 A, B, C의 운동 에너지 E_k 와 형광판에서 이웃한 밝은 무늬 사이의 간격 Δx 를 나타낸 것이다.



입자에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 이중 슬릿의 간격과 L 은 일정하다.)

< 보 기 >

ㄱ. 물질파 파장은 A가 B의 2배이다.
 ㄴ. 속력은 B가 C의 2배이다.
 ㄷ. 질량은 A와 C가 같다.

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

[정답/모범답안]

4

[해설]

입자의 물질파

이중 슬릿에 의한 간섭무늬 사이의 간격 Δx 는 입자의 물질파 파장에 비례하고, 질량이 m 이고 운동 에너지가 E_k 인 입자의 물질파 파장은 $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$ 이다.

ㄱ. A, B에 의한 간섭무늬 사이의 간격이 같으므로 A에서와 B에서의 물질파 파장은 서로 같다.

ㄴ. B와 C의 운동 에너지가 같고, 물질파 파장은 B가 C의 2배이므로 B와 C의 질량을 각각 m_B, m_C , 물질파 파장을 λ_B, λ_C 라고 하면,

$$\lambda_B = \frac{h}{\sqrt{2m_B(4E_0)}}$$

$$\lambda_C = \frac{h}{\sqrt{2m_C(4E_0)}}$$

에서 질량은 $m_C = 4m_B$ 이다. 따라서 속력은 B가 C의 2배이다.

ㄷ. A의 질량을 m_A , 물질파 파장을 λ_A 라고 하면 물질파 파장은 A가 C의 2배이고, 운동 에너지는 C가 A의 4배이므로

$$\lambda_A = \frac{h}{\sqrt{2m_A E_0}}, \lambda_C = \frac{h}{\sqrt{2m_C(4E_0)}}$$

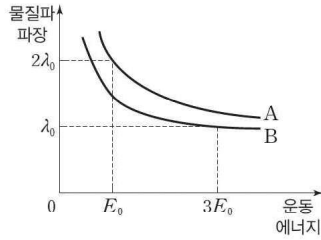
에서 $m_A = m_C$ 가 되어 질량은 A와 C가 같다.

2024 학년도 수능특강 물리학2

#강	14	#쪽	196	#번	007	#문항코드	23027-0283
----	----	----	-----	----	-----	-------	------------

[문제]

그림은 각각 질량이 m_A, m_B 인 입자 A, B의 물질파 파장을 입자의 운동 에너지에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

— < 보 기 > —

ㄱ. A, B의 물질파 파장이 $2\lambda_0$ 일 때 운동량의 크기는 A가 B보다 크다.

ㄴ. B의 운동 에너지가 E_0 일 때 B의 물질파 파장은 $\sqrt{3}\lambda_0$ 이다.

ㄷ. $m_A : m_B = 3 : 4$ 이다.

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

[정답/모범답안]

4

[해설]

드브로이 물질파

입자의 물질파 파장은

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$$

이다.

ㄱ. 입자의 물질파 파장은 $\lambda = \frac{h}{p}$ 로 운동량의 크기에 반비례한다. A, B의 물질파 파장이 같으면 운동량의 크기도 같다.

ㄴ. 입자의 물질파 파장은 $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$ 로 운동 에너지의 제곱근에 반비례한다. B의 운동 에너지가 E_0 일 때 B의 물질파 파장은 $\sqrt{3}\lambda_0$ 이다.

ㄷ. A와 B의 운동 에너지가 각각 $E_0, 3E_0$ 일 때 물질파 파장은 각각 $2\lambda_0, \lambda_0$ 이므로 A와 B의 질량을 각각 m_A, m_B 라고 하면

$$2\lambda_0 = \frac{h}{\sqrt{2m_A E_0}}, \quad \lambda_0 = \frac{h}{\sqrt{2m_B (3E_0)}}$$

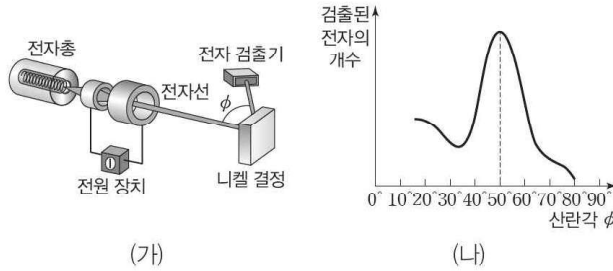
에서 $m_A : m_B = 3 : 4$ 이다.

21학년도 수능특강 물리학2

#강	14	#쪽	196	#번	006	#문항코드	23027-0282
----	----	----	-----	----	-----	-------	------------

[문제21]

그림 (가)는 전자를 54V로 가속시켜 니켈 결정에 입사한 전자선과 튀어나온 전자가 이루는 산란각 ϕ 에 따른 검출되는 전자수를 측정하는 실험을, (나)는 (가)의 실험 결과를 ϕ 에 따른 검출된 전자의 개수로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

- ㄱ. 산란된 전자의 물질파는 $\phi = 50^\circ$ 에서 보강 간섭 조건을 만족한다.
- ㄴ. 54V보다 큰 전압으로 가속시키면 니켈 결정에 입사하는 전자의 운동량의 크기는 54V일 때보다 증가한다.
- ㄷ. (나)의 결과는 전자의 파동성으로 설명할 수 있다.

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

[정답/모범답안]

5

[해설]

데이비슨·거머 실험

데이비슨·거머는 니켈 결정에 전자선을 입사시켜 튀어나온 전자의 수가 가장 많은 산란각을 구한 후 같은 각도에서 보강 간섭이 일어나는 X선의 파장과 입사시킨 전자의 물질파 파장이 거의 일치하는 것을 확인하였다.

ㄱ. 니켈 결정에 54V로 가속되어 입사한 전자의 물질파가 보강 간섭 조건을 만족하는 산란각이 50° 인 방향에서 검출되는 전자의 수가 가장 많다.

ㄴ. 정지해 있는 전자를 V 의 전압으로 가속시킬 때 전자의 운동 에너지는 eV (e : 기본 전하량)이다. 따라서 54V보다 큰 전압으로 가속시키면 니켈 결정에 입사하는 전자의 운동량의 크기가 증가한다.

ㄷ. 전자의 입자성으로 설명하면 니켈 결정과 전자가 충돌할 때 니켈 원자가 전자에 비해 매우 크므로 검출되는 전자의 수는 모든 방향에서 비슷해야 한다. (나)의 결과는 전자의 물질파가 니켈 결정에 의해 산란하면서 특정 각도에서 보강 간섭 조건을 만족하는 것을 보여준 것이므로 전자의 파동성으로 설명할 수 있다.