

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

1. 스칼라와 벡터

[정답 맞히기] ㉠ 벡터량은 크기와 방향을 함께 나타내는 물리량이다. 중력과 같은 힘은 크기와 방향을 모두 나타내는 벡터량이다. **정답③**

[오답 피하기] ㉡, ㉢ 스칼라량은 크기만으로 나타내는 물리량이다. 질량과 길이, 거리, 속력, 일 등은 크기만을 나타내는 스칼라량이다.

2. 전자기파의 분류와 이용

전자기파의 파장은 마이크로파 > 자외선 > X선 순이고, 파동의 파장이 길수록 회절이 잘 일어난다. 가시광선보다 회절이 잘되는 것은 가시광선보다 파장이 긴 마이크로파이고, 자외선과 X선은 가시광선보다 파장이 짧아 회절이 잘되지 않는다.

[정답 맞히기] ㄱ. X선은 가시광선보다 파장이 짧아 회절이 잘되지 않으며, 에너지가 크고 투과력이 강해 인체 내부 골격 구조를 볼 때 사용된다. B는 X선이다.

ㄴ. C는 자외선이고, A는 마이크로파이다. 자외선의 파장이 마이크로파의 파장보다 짧으므로 진동수는 자외선이 마이크로파보다 크다. **정답③**

[오답 피하기] ㄷ. C는 자외선으로 에너지가 커 살균, 소독 등에 주로 이용된다. 라디오 방송 통신에는 전파가 이용된다.

3. 포물선 운동

[정답 맞히기] 역학적 에너지가 보존되므로 A, B, C에서 물체의 역학적 에너지는 모두 같다. 물체의 질량을 m , 중력 가속도를 g 라고 하자. A와 C의 높이 차는 $R\cos\theta$ 이다. A에서 중력 퍼텐셜 에너지와 C에서 물체의 운동 에너지는 같으므로

$mgR\cos\theta = \frac{1}{2}mv_C^2$ 이다. 따라서 C에서 물체의 속력 $v_C = \sqrt{2gR\cos\theta}$ 이다. C에서 물체는 수평면과 θ 를 이루는 각으로 속력 v_C 로 던져진 것이므로 C와 D 사이의 거리인 수

평 도달 거리는 $\frac{v_C^2 \sin 2\theta}{g}$ 이다. 그러므로 $\theta = 30^\circ$ 일 때, C와 D 사이의 거리는

$\frac{v_C^2 \sin 2\theta}{g} = \frac{3}{2}R$ 이다. **정답⑤**

4. 단진자

[정답 맞히기] ㄱ. 단진동하는 추의 높이는 A에서가 가장 낮으므로 추의 속력은 A에서 최대이다. **정답①**

[오답 피하기] ㄴ. B에서 순간 속력은 0이지만 B에서 추에는 실이 당기는 힘과 중력이 작용하고 있으므로 알짜힘은 0이 아니다.

ㄷ. 길이가 l 인 단진자의 진동 주기는 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 이다. B에서 A까지 이동하는 데 걸린 시간은 진동 주기의 $\frac{1}{4}$ 배이므로 B에서 A까지 이동하는 데 걸린 시간은 $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{l}{g}}$ 이다.

5. 정상파

서로 반대 방향으로 진행하는 각 파동의 진폭은 A 이고, 파장은 $4d$ 이다. 파동의 속력이 v 이므로 파동의 주기는 $\frac{4d}{v}$ 이다.

[정답 맞히기] ㄱ. 서로 반대 방향으로 진행하는 각 파동의 진폭이 A 이므로 중첩되어 정상파를 만들었을 때 정상파의 진폭은 $2A$ 이다. 정답①

[오답 피하기] ㄴ. $t = \frac{d}{v}$ 일 때, Q에서 점선 파동의 변위는 A 이고, 실선 파동의 변위는 $-A$ 이므로 Q에서는 상쇄 간섭이 일어난다. 따라서 Q는 정상파의 마디에 해당한다. P는 Q로부터 반 파장만큼 떨어진 지점이므로 P도 정상파의 마디이다. 그러므로 P에서 상쇄 간섭이 일어난다.

ㄷ. $t = \frac{4d}{v}$ 일 때, R에서 점선 파동의 변위는 $-A$ 이고, 실선 파동의 변위도 $-A$ 이다. 따라서 R에서 정상파의 변위는 $-2A$ 이다.

6. 광전 효과

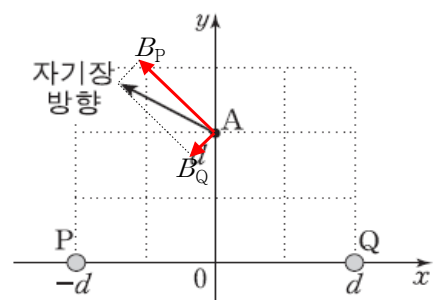
[정답 맞히기] 철수 : 금속 표면에 빛을 비추었을 때 광전자가 방출되는 현상을 광전 효과라고 한다.

영희 : 광전 효과에서 광전자의 최대 운동 에너지(E_k)는 광자의 에너지(hf)에서 일함수(W)를 뺀 값이다. 즉, $E_k = hf - W$ 이다. 따라서 비추는 빛의 진동수가 달라지면 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지도 달라진다. 정답④

[오답 피하기] 민수 : 빛의 진동수가 금속의 문턱 진동수보다 작을 때는 빛의 세기가 아무리 세도 광전자가 방출되지 않는다.

7. 전류에 의한 자기장

[정답 맞히기] A에서 P와 Q에 흐르는 전류에 의한 합성 자기장의 방향이 그림과 같이 되기 위해서는 P와 Q에 흐르는 전류에 의한 자기장 B_P , B_Q 의 방향은 그림과 같아야 한다. 이때 B_P 와 B_Q 의 방향이 90° 를 이루므로 자기장의 세기는 $B_P > B_Q$ 이다. 따라서 P와 Q에 흐르는 전류의 방향은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향으로 같



고, P에서 A까지의 거리와 Q에서 A까지의 거리가 같으므로 전류의 세기는 P에서가 Q에서보다 크다.

x 축 상에서 P에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은 $+y$ 방향이고, Q에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은 $-y$ 방향이다. P에 흐르는 전류의 세기가 Q에 흐르는 전류의 세기보다 크므로 자기장 B 가 0이 되는 곳은 $0 < x < d$ 에 있으며, $x=0$ 에서 자기장 B 의 방향은 $+y$ 방향이 되므로 가장 적절한 것은 ②이다. **정답②**

8. 양자 터널 효과

[정답 맞히기] ㄱ. 전자가 탐침과 시료의 표면 사이의 퍼텐셜 장벽을 뚫고 이동할 수가 있어 터널링 전류가 흐르게 된다. 이러한 현상을 양자 터널 효과라 하고 주사 터널 현미경(STM)은 양자 터널 효과를 이용한다.

ㄴ. 탐침과 시료의 표면 사이에는 진공으로 되어 있어 퍼텐셜 장벽이 존재한다.

정답④

[오답 피하기] ㄷ. 탐침을 시료의 표면에서 멀리하면 퍼텐셜 장벽의 폭이 증가하게 되므로 양자 터널 효과가 일어날 확률이 감소하게 되므로 터널링 전류의 세기는 감소한다.

9. 이상 기체의 분자 운동

[정답 맞히기] ㄱ. A와 B의 온도와 분자 수(몰수)가 같으므로 $PV=nRT$ 에서 부피가 작으면 압력은 크다. 따라서 기체의 압력은 A가 B보다 크다.

ㄴ. 기체 분자 1개의 평균 운동 에너지($\frac{3}{2}kT$)는 온도에 비례한다. 따라서 분자 1개의 평균 운동 에너지는 A와 B가 같다. **정답③**

[오답 피하기] ㄷ. 기체 분자 1개의 평균 운동 에너지는 $\frac{3}{2}kT = \frac{1}{2}m\overline{v^2}$ 이다. 즉, 기체 분자의 평균 속력은 $\sqrt{\frac{T}{m}}$ 에 비례한다. A와 B의 온도는 같고 질량은 B가 A의 2배이므로 평균 속력 $v_A : v_B = \sqrt{2} : 1$ 이다.

10. 열역학 법칙

[정답 맞히기] 기체의 내부 에너지 변화량은 $\Delta U = \frac{3}{2}nR(\Delta T)$ 이다. (가)와 (나)에서 기체의 상태는 모두 A에서 B로 되었으므로 온도 변화는 같다. 따라서 $\Delta U_{(가)} = \Delta U_{(나)}$ 이다.

압력-부피 그래프에서 그래프가 부피 축과 이루는 면적은 기체가 한 일이다. 따라서 기체가 외부에 한 일은 (가)에서가 (나)에서보다 크다. 열역학 제 1법칙 $Q = \Delta U + W$ 에서 내부 에너지의 변화량(ΔU)은 같고, 기체가 외부에 한 일(W)은 (가)에서가 (나)에서보다 크므로 기체가 외부에서 받은 열량은 $Q_{(가)} > Q_{(나)}$ 이다. **정답②**

11. 도플러 효과

[정답 맞추기] 수평면에서 음원의 속력을 v 라고 하면, 정지해 있는 음파 측정기에서 측정된 음파의 진동수는 $\frac{17}{16}f_0 = f_0 \frac{340}{(340-v)}$ 이다. 따라서 수평면에서 음원의 속력은 $v = 20\text{m/s}$ 이다. 음원은 높이 h 인 위치에서 내려왔으므로 $20\text{m/s} = \sqrt{2 \times 10 \times h}$ 이다. 따라서 $h = 20\text{m}$ 이다. 정답②

12. 전자기 유도

B와 C에서 자석의 N극 방향이 동일하므로 자석이 코일로 접근할 때 전압의 방향이 같은 것은 ㉠과 ㉢이다. 자석의 높이는 C에서가 B에서보다 높으므로 최대 유도 전압의 크기는 C에서가 B에서보다 크다. 따라서 B에 대한 결과는 ㉠이고, C에 대한 결과는 ㉢이며, ㉡은 A에 대한 결과이다.

[정답 맞추기] ㄱ. 실험 결과에서 전압의 부호가 변하므로 자석이 코일에 들어가기 직전과 빠져나간 직후 코일에 유도된 전류의 방향은 서로 반대이다.

ㄴ. ㉡은 실험 A의 결과이다.

ㄷ. ㉢은 실험 C의 결과이다. 정답⑤

13. 로런츠 힘과 드브로이파

전하량이 q 인 대전 입자가 자기장의 세기가 B 인 자기장 영역에서 속력 v 로 운동할 때, 대전 입자에 작용하는 로런츠 힘의 크기는 qvB 이고, 반지름이 r 인 원운동을 할 때 구심력의 크기는 $m \frac{v^2}{r}$ 이다. 운동량이 p 인 물질 입자의 드브로이 파장은 $\lambda = \frac{h}{p}$ 이다.

[정답 맞추기] 균일한 자기장 영역에서 원운동을 하는 대전 입자에 작용하는 로런츠 힘이 구심력 역할을 하므로 $qvB = m \frac{v^2}{r}$ 이다. 즉, 대전 입자의 운동량은 $p = mv = qBr$

이므로 드브로이 파장은 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{qBr}$ 이다. 따라서 A의 드브로이 파장은 $\lambda_A = \frac{h}{4qBr}$

이고, B의 드브로이 파장은 $\lambda_B = \frac{h}{2qBr}$ 이므로 $\frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{1}{2}$ 이다. 정답①

14. 축전기의 연결

[정답 맞추기] ㄱ. E에 충전된 전하량이 0이므로 E의 양단의 전위차는 0이다. 즉, E의 두 극판의 전위가 같고 A와 B의 한쪽 극판은 a에 연결되어 있으므로 축전기의 양단에 걸리는 전압은 A와 B가 서로 같다.

ㄴ. E에 충전된 전하량이 0이므로 E는 회로에서 없는 것과 같다. 따라서 A와 C는 직렬로 연결되어 있는 것이므로 A와 C에 충전된 전하량은 같다.

ㄷ. E의 양단의 전위차가 0이고, C와 D의 한쪽 극판은 b에 연결되어 있으므로 C와 D의 양단에 걸리는 전압도 서로 같다. C의 양단에 걸리는 전압을 V 라고 하면, C에

충전된 전하량은 $Q = 3C_0V$ 이고, A에 충전된 전하량도 $3C_0V$ 이므로 A의 양단에 걸리는 전압은 $3V$ 이다. 따라서 B의 양단에 걸리는 전압이 $3V$ 이므로 B에 충전된 전하량은 $6C_0V$ 이다. B와 D도 직렬 연결되어 있으므로 D에 충전된 전하량은 $6C_0V$ 이고, D의 양단에 걸리는 전압은 C와 같은 V 이다. 따라서 D의 전기 용량은 $6C_0$ 이다.

정답⑤

15. 빛의 굴절

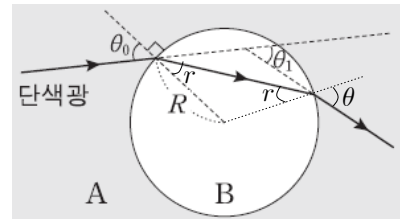
A와 B의 굴절률을 각각 n_A, n_B 라 하고 A에서 B로 진행할 때 굴절각을 r 라고 하면, 스넬 법칙에서 $n_A \sin \theta_0 = n_B \sin r$ 이다.

[정답 맞추기] ㄱ. 단색광이 A에서 B로 진행할 때 입사각(θ_0)보다 굴절각(r)이 작으므로 굴절률은 A가 B보다 작다.

ㄴ. 굴절률은 A가 B보다 작으므로 단색광의 속력은 A에서가 B에서보다 빠르다. 따라서 단색광의 파장은 A에서가 B에서보다 크다.

정답③

[오답 피하기] ㄷ. 그림과 같이 단색광이 A에서 B로 진행할 때 입사각 θ_0 이 감소하면 굴절각(r)도 감소하게 되고, 단색광이 B에서 A로 진행할 때의 입사각(r)이 감소하므로 B에서 A로 나올 때의 굴절각(θ)도 감소한다. 따라서 단색광의 진행 경로는 직선에 가까워지므로 θ_1 은 감소한다.



16. 렌즈에 의한 상

렌즈 공식은 $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ (a : 물체와 렌즈 사이의 거리, b : 상과 렌즈 사이의 거리, f : 렌즈의 초점 거리)이고, 배율은 $m = \left| \frac{b}{a} \right|$ 이다.

[정답 맞추기] ㄱ. 물체와 A 사이의 거리는 30cm이고, A의 초점 거리는 12cm이므로 $\frac{1}{30} + \frac{1}{b} = \frac{1}{12}$ 에서 $b = 20$ cm이다. 따라서 A와 I_1 사이의 거리는 20cm이다. 정답①

[오답 피하기] ㄴ. A를 지난 빛이 모여 상 I_1 을 만들게 되므로 I_1 은 실상이다.

ㄷ. 물체와 A 사이의 거리는 30cm이고, A와 I_1 사이의 거리는 20cm이므로 I_1 의 높이는 $\frac{2}{3}h$ 이다. B와 I_1 사이의 거리는 5cm이고 B와 상 I_2 사이의 거리를 b' 라고 하면,

$\frac{1}{5} + \frac{1}{b'} = \frac{1}{6}$ 에서 $b' = -30$ cm이므로 I_2 는 허상이고 B와 I_2 사이의 거리는 30cm이다.

따라서 I_2 의 높이는 I_1 의 높이의 6배이므로 $4h$ 이다.

17. 교류 회로

[정답 맞히기] ㄱ. (가)에서 코일의 유도 리액턴스와 축전기의 용량 리액턴스가 $\sqrt{\frac{L}{C}}$ 로 같으므로 회로의 임피던스는 R 이다. (나)에서도 코일의 유도 리액턴스와 축전기의 용량 리액턴스가 $2\sqrt{\frac{L}{C}}$ 로 같으므로 회로의 임피던스는 R 이다. 따라서 (가)와 (나)에서 회로의 임피던스가 R 로 같으므로 저항에 흐르는 전류의 최댓값은 (가)에서와 (나)에서가 같다.

ㄷ. (나)에서 코일의 유도 리액턴스와 축전기의 용량 리액턴스가 같으므로 코일과 축전기의 양단에 걸린 전압의 최댓값은 같다. **정답④**

[오답 피하기] ㄴ. (가)와 (나)에서 회로에 흐르는 전류의 최댓값은 서로 같지만, 축전기의 용량 리액턴스는 (가)에서가 (나)에서보다 작다. 따라서 축전기 양단에 걸린 전압의 최댓값은 (가)에서가 (나)에서보다 작다.

18. 파동 함수

길이가 L 인 1차원 상자에 갇혀 있는 전자의 드브로이 파장은 $\lambda = \frac{2L}{n}$ (n :양자수)이고,

운동량은 $p = \frac{h}{\lambda} = \frac{nh}{2L}$ 이며, 에너지는 $E = \frac{p^2}{2m} = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$ 이다.

[정답 맞히기] ㄴ. 전자의 에너지는 n^2 에 비례하고, 전자 전이에서 방출되는 빛(전자기파)에너지는 전이하는 두 에너지 준위 차와 같다. $n=1$ 인 상태에서 에너지를 E_0 이라고 하면, $n=2$ 인 상태에서 에너지는 $4E_0$, $n=3$ 인 상태에서 에너지는 $9E_0$ 이다. 따라서 전자 전이에서 방출되는 빛에너지가 $n=3$ 인 상태에서 $n=2$ 인 상태로 전이할 때가 $n=2$ 인 상태에서 $n=1$ 인 상태로 전이할 때보다 크므로 방출하는 전자기파의 진동수는 $n=3$ 인 상태에서 $n=2$ 인 상태로 전이할 때가 $n=2$ 인 상태에서 $n=1$ 인 상태로 전이할 때보다 크다. **정답②**

[오답 피하기] ㄱ. (가)에서 상자의 길이는 L 이므로 $n=3$ 인 상태에 있는 전자의 드브로이 파장은 $\frac{2L}{3}$ 이다.

ㄷ. 상자의 길이가 작을수록 인접한 두 에너지 준위 사이의 간격이 크다. 따라서 $n=2$ 인 상태에서 $n=1$ 인 상태로 전이할 때 방출하는 전자기파 에너지는 상자의 길이가 L 인 (가)에서가 $2L$ 인 (나)에서보다 크므로 전자기파의 파장은 (가)에서가 (나)에서보다 작다.

19. 전기장 내에서 대전 입자의 포물선 운동

영역 I 과 II에서 입자가 수평 방향으로 이동한 거리는 각각 d , $2d$ 이고, 걸린 시간은 각각 T , $2T$ 이므로 I 과 II에서 입자의 속도의 수평 성분은 서로 같다. 즉, II에서 입자에 작용하는 알짜힘의 수평 성분은 0이므로 II에서 전기장 방향은 $+y$ 방향이다.

[정답 맞히기] I 과 II에서 입자의 최고점 높이(B)는 같고, 걸린 시간은 II에서가 I에서의 2배이므로 입자의 가속도의 크기는 I에서가 II에서의 4배이다($h = \frac{1}{2}at^2$). 즉, I에서 입자의 가속도의 크기는 g 이므로 II에서 입자의 가속도의 크기는 $\frac{1}{4}g$ 이다. II에서 전기장의 세기를 E 라고 하면, $mg - qE = \frac{1}{4}mg$ 이므로 전기장의 세기는 $E = \frac{3mg}{4q}$ 이다. I에서 입자의 속도의 수평 성분을 v 라고 하면, A, B에서 입자의 속도의 연직 성분은 각각 v , 0이다. A에서 B까지 수평 방향으로 이동한 거리는 $d = vT$ 이고, 연직 방향으로 이동하는 거리는 $\frac{1}{2}vT = \frac{d}{2}$ 이다. 즉, B와 C 사이의 높이 차는 $h = \frac{d}{2}$ 이다. 따라서 B와 C 사이의 전위차는 $V = Eh = \frac{3mgd}{8q}$ 이다. 정답④

20. 운동량 보존

[정답 맞히기] 충돌 후 A의 속도의 x , y 성분 크기를 각각 v_{Ax} , v_{Ay} 라 하고, 충돌 후 B는 x 축과 45° 를 이루는 각으로 운동하므로 충돌 후 B의 속도의 x , y 성분 크기는 같고 v_B 라 하자.

A와 B의 충돌에서 운동량 보존을 적용하면,

$$x\text{축 성분 : } mv = mv_{Ax} + 2mv_B \text{ --- (식①)}$$

$$y\text{축 성분 : } 0 = mv_{Ay} - 2mv_B \text{ --- (식②)이다.}$$

위 식 ①과 ②를 정리하면 $v = v_{Ax} + v_{Ay}$ 이다.

탄성 충돌이므로 운동 에너지 보존을 적용하면,

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(v_{Ax}^2 + v_{Ay}^2) + \frac{1}{2}(2m)(\sqrt{2}v_B)^2 \text{ --- ③이다.}$$

식 ③을 정리하면 $v^2 = v_{Ax}^2 + v_{Ay}^2 + 4v_B^2$ 이고, $v = v_{Ax} + v_{Ay}$ 이므로 $v_{Ax} = \frac{1}{2}v_{Ay}$ 이다.

즉, $v_{Ax} = \frac{1}{3}v$, $v_{Ay} = \frac{2}{3}v$ 이다. 따라서 A는 $+y$ 방향으로 $\frac{2}{3}v$ 의 속력으로 d 만큼 이동하는 동안 $+x$ 방향으로 $\frac{1}{3}v$ 의 속력으로 $\frac{1}{2}d$ 만큼 이동한 것이다. C의 속력은 $\frac{5}{3}v$ 이므로 A와 C가 충돌할 때까지 C가 $-x$ 방향으로 이동한 거리는 $\frac{5}{2}d$ 이다. 그러므로 P의 x 좌표 $x_P = (\frac{1}{2}d + \frac{5}{2}d) = 3d$ 이다. 정답③