2016학년도 대학수학능력시험

과학탐구영역 물리Ⅱ 정답 및 해설

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

1. 속력과 속도

[정답맞히기] ㄴ. 평균 속력은 이동 거리를 걸린 시간으로 나눈 물리량이고, 평균 속도는 변위를 걸린 시간으로 나눈 물리량이다. 이동 거리가 변위의 크기보다 크므로 평균 속력은 평균 속도의 크기보다 크다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 이동 거리는 P에서 Q까지 곡선 경로의 길이이고, 변위의 크기는 P에서 Q까지 이은 직선의 길이이다. 무동력차는 P에서 Q까지 곡선 경로를 따라 이동하므로, 이동 거리는 변위의 크기보다 크다.

ㄷ. 무동력차는 곡선 경로를 따라 운동하면서 속력과 운동 방향이 변하므로 P에서 Q까지 무동력차의 운동은 가속도 운동이다.

2. 용수철 진자의 단진동

[정답맞히기] ㄴ. A의 진동 주기는 4초이고, B의 진동 주기는 2초이다. 용수철 진자의 진동 주기는 질량의 제곱근에 비례한다($T \propto \sqrt{m}$). 따라서 진동 주기가 A가 B의 2배이므로 질량은 $m_{\mathrm{A}} = 4m_{\mathrm{B}}$이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 1초일 때 A의 운동 에너지는 최대이므로 A는 평형점(진동 중심)을 지나고 있는 것이다. 평형점에서 A에 작용하는 알짜힘은 0이므로 가속도의 크기도 0이다. 가속도의 크기가 최대인 지점은 진동의 양 끝점에서이며 0초, 2초, 4초일 때 A의 가속도의 크기가 최대이다.

ㄷ. 물체의 운동 에너지의 최댓값과 용수철에 저장되는 탄성 퍼텐셜 에너지의 최댓값은 같다. 탄성 퍼텐셜 에너지의 최댓값은 $\frac{1}{2}kA^2$(A:진폭)이다. 따라서 운동 에너지의 최댓값은 A가 B의 2배이므로 단진동의 진폭은 A가 B의 $\sqrt{2}$배이다.

3. 파동의 표현

[정답맞히기] ㄱ. 변위-위치 그래프의 마루에서 인접한 마루까지의 거리가 파동의 파장이다. 파장은 A가 B보다 작다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 진동 중심에서 최대 변위까지의 거리가 진폭이므로 진폭은 A가 B보다 크다.

ㄷ. 파동의 속력은 $v = \frac{\lambda}{T}$이다. A와 B의 속력은 같고, 파장(λ)이 A가 B보다 작으므로 주기(T)는 A가 B보다 작다.

4. 이상 기체 상태 방정식과 열역학 법칙

[정답맞히기] ㄱ. A→B→C 과정에서 기체가 한 일은 $P_2(V_2-V_1)$이고, A→D→C 과정에서 기체가 한 일은 $P_1(V_2-V_1)$이다. $P_2>P_1$이므로 기체가 한 일은 A→B→C 과정에서가 A→D→C 과정에서보다 크다.

ㄴ. 기체의 내부 에너지 변화량(ΔU)은 온도의 변화(ΔT)에 비례한다. A→B→C 과정과 A→D→C 과정에서 기체의 상태는 모두 A에서 C로 된 것이므로 온도 변화가 같은 것이다. 따라서 기체의 내부 에너지 변화량도 같다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 이상 기체 상태 방정식 $PV=nRT$에서 1몰의 이상 기체의 상태가 A일 때 온도는 $T_A=\frac{P_1V_1}{R}$이고, C일 때 온도는 $T_C=\frac{P_2V_2}{R}$이다. $P_1V_1<P_2V_2$이므로 기체의 온도는 C에서가 A에서보다 높다.

5. 파동의 간섭

[정답맞히기] ㄱ. $\overline{S_1P}=\frac{5}{2}\lambda$이고, $\overline{S_2P}=\frac{5}{2}\lambda$이다. 따라서 S_1, S_2에서 P까지의 두 수면파의 경로차는 0이다.

ㄷ. P에서 $t=0$일 때는 두 수면파의 골과 골이 중첩되고, 수면파의 주기가 T(초)이므로 $t=\frac{T}{2}$초일 때는 두 수면파의 마루와 마루가 중첩된다. 따라서 수면의 높이는 $t=\frac{T}{2}$초일 때가 $t=0$일 때보다 높다. **정답④**

[오답피하기] ㄴ. $t=0$일 때, P에서는 골과 골이 중첩되고 Q에서는 골과 마루가 중첩되므로 수면의 높이는 Q에서가 P에서보다 높다.

6. 축전기의 연결

축전기의 전기 용량을 C_0, 전원의 전압을 V_0이라 하자. 스위치를 a에 연결하였을 때, A와 C는 병렬연결이므로 A와 C의 합성 전기 용량은 $2C_0$이다. 병렬연결된 A, C는 B와 직렬연결되어 있으므로 A와 C 양단의 전위차는 $\frac{1}{3}V_0$이고, B 양단의 전위차는 $\frac{2}{3}V_0$이다. 스위치를 b에 연결하였을 때, A와 B는 직렬연결이므로 A와 B 양단의 전위차는 $\frac{1}{2}V_0$으로 같고, C 양단의 전위차는 V_0이다.

[정답맞히기] ㄱ. A 양단의 전위차는 스위치를 b에 연결하였을 때($\frac{1}{2}V_0$)가 a에 연결하였을 때($\frac{1}{3}V_0$)보다 크다.

ㄷ. C에 저장된 전기 에너지는 스위치를 b에 연결하였을 때($\frac{1}{2}C_0V_0^2$)가 a에 연결하였을 때($\frac{1}{18}C_0V_0^2$)보다 크다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. B에 충전된 전하량은 스위치를 b에 연결하였을 때($\frac{1}{2}C_0V_0$)가 a에 연결하였을 때($\frac{2}{3}C_0V_0$)보다 작다.

7. 교류 회로

[정답맞히기] 교류 전원의 진동수가 $f=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$이므로 자체 유도 계수가 L인 코일의 유도 리액턴스는 $X_L=2\pi fL=\sqrt{\frac{L}{C}}$이고, 전기 용량이 C인 축전기의 용량 리액턴스는 $X_C=\frac{1}{2\pi fC}=\sqrt{\frac{L}{C}}$이다. 코일의 유도 리액턴스와 축전기의 용량 리액턴스가 같으므로 스위치를 a에 연결하였을 때와 b에 연결하였을 때 회로의 임피던스는 같다. 따라서 스위치를 b에 연결하였을 때 회로의 임피던스는 $2R$이다. **정답①**

8. 점전하에 의한 전위

[정답맞히기] ㄷ. 고정된 점전하는 양(+)전하이므로 B에 음(-)의 점전하를 놓으면 서로 당기는 전기력이 작용한다. 점전하는 A 쪽으로 전기력을 받는다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 점전하는 양(+)전하이므로 전위는 점전하에 가까운 A에서가 C에서보다 높다.

ㄴ. B와 C는 동일한 등전위선 상에 있는 지점이므로 전위가 서로 같다. A와 B 사이의 전위차와 A와 C 사이의 전위차가 같으므로 음(-)의 점전하의 전기적 위치 에너지 변화량(전하를 등속으로 이동시키는 동안 전하에 해 준 일)은 A에서 B로 이동할 때와 A에서 C로 이동할 때가 서로 같다.

9. 전자기 유도

[정답맞히기] ㄴ. 2초에서 4초까지 자기장의 세기가 일정하므로 시간에 따른 자기 선속의 변화율은 0이다. 따라서 3초일 때 유도 기전력은 0이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 0에서 2초까지 도선이 이루는 면에 수직으로 들어가는 방향의 자기 선속이 증가하므로 1초일 때 유도 전류는 b → R → a 방향으로 흐른다.

ㄷ. 시간에 따른 자기장 세기의 변화율은 5초일 때가 1초일 때의 2배이므로 유도 전류의 세기는 5초일 때가 1초일 때의 2배이다.

10. 오목거울에 의한 상

물체의 P에서 광축과 나란하게 진행하는 빛은 거울에 반사된 후 거울의 초점을 지나고, P에서 거울의 구심을 향해 진행하는 빛은 반사된 후 다시 구심을 지나게 된다.

[정답맞히기] ㄴ. 상을 작도하기 위해 그은 선들은 빛의 진행 경로를 나타낸다. P에서 나온 빛들이 오목거울에 반사된 후 한 지점을 지나므로 물체의 상은 실상이다.

ㄷ. 상의 작도 결과에서 선들은 ㉠(구심)과 ㉡(초점) 사이의 한 지점을 지나고 있으므

로 상의 위치는 ㉠과 ㉡ 사이에 있다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. ㉠은 구심이다.

11. 물질파

[정답맞히기] ㄱ. 이중 슬릿을 통과한 전자가 간섭 무늬를 만드는 것은 전자의 파동적 성질 때문이다.

ㄴ. 이중 슬릿과 형광판(스크린) 사이의 거리가 멀어질수록 간섭 무늬의 간격 Δx는 커진다.

ㄷ. 전자의 속력 v를 감소시키면 전자의 물질파 파장($\lambda = \frac{h}{mv}$)이 길어지므로 간섭 무늬의 간격 Δx는 커진다. **정답⑤**

12. 광전 효과

[정답맞히기] ㄴ. 광전자의 최대 운동 에너지가 클수록 정지 전압이 크다. 정지 전압은 A를 비추었을 때가 C를 비추었을 때보다 크므로 광전자의 최대 운동 에너지는 A를 비추었을 때가 C를 비추었을 때보다 크다.

ㄷ. 단위 시간당 방출되는 광전자의 수가 많을수록 광전류의 최댓값이 크다. 광전류의 최댓값은 B를 비추었을 때가 C를 비추었을 때보다 크므로 방출되는 광전자의 수는 B를 비추었을 때가 C를 비추었을 때보다 많다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. 빛의 진동수가 클수록 광전자의 최대 운동 에너지가 크고 정지 전압이 크다. 정지 전압은 A를 비추었을 때가 B를 비추었을 때보다 크므로 진동수는 A가 B보다 크고 파장은 A가 B보다 짧다.

13. 도플러 효과

[정답맞히기] 음원인 구급차가 A에서 멀어지므로 A에서 측정한 경고음의 파장(λ_A)은 λ_0보다 크고, 구급차가 B에 가까워지므로 B에서 측정한 경고음의 파장(λ_B)은 λ_0보다 작다. 따라서 $\lambda_A > \lambda_0 > \lambda_B$이다. **정답①**

14. 자기력과 자기 모멘트

[정답맞히기] 정사각형 도선 C의 한 변의 길이를 x라고 하자. A, B, C에 흐르는 전류의 세기는 모두 I_0으로 같고, 전류의 방향이 같으면 서로 당기는 자기력이 작용하고 전류의 방향이 반대 방향이면 서로 밀어내는 자기력이 작용하게 된다. A가 C에 작용하는 자기력의 크기는 $F_{AC} = kI_0^2x(\frac{1}{d} - \frac{1}{d+x})$이고, B가 C에 작용하는 자기력의 크기는 $F_{BC} = kI_0^2x(\frac{1}{2d} - \frac{1}{2d+x})$이다. $F_{AC} = \frac{5}{2}F_{BC}$이므로 $x = 3d$가 된다. 따라서 C의 면적은 $A = 9d^2$이고, 전류의 세기는 $I = I_0$이므로 C의 자기 모멘트의 크기는 $\mu = IA = 9I_0d^2$이다. **정답③**

15. 양자 터널 효과

전자의 에너지(E)가 퍼텐셜 장벽의 높이(U_0)보다 작아도 전자의 파동 함수는 장벽 너머에 존재하게 된다. 즉, 전자는 퍼텐셜 장벽을 투과할 수 있으며 장벽의 높이와 전자의 에너지 차이(U_0-E)와 장벽의 폭 L에 따라 장벽을 투과할 확률이 달라진다.

[정답맞히기] ㄴ. 장벽의 폭 L이 작아질수록 전자가 장벽을 투과할 확률은 커진다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. 퍼텐셜 장벽의 높이 U_0이 커질수록 U_0-E의 값이 커져 전자가 장벽을 투과할 확률은 작아진다.

ㄷ. 전자의 속력이 작을수록 전자의 드브로이 파장이 길어지게 된다. 따라서 전자의 드브로이 파장이 길어질수록 전자의 에너지 E가 작으므로 U_0-E의 값이 커져 전자가 장벽을 투과할 확률은 작아진다.

16. 파동 함수

[정답맞히기] 길이가 L인 1차원 상자에 갇힌 입자는 양자수 $n=1$인 상태일 때 드브로이 파장은 $2L$이고, $n=2$일 때 드브로이 파장은 L이다. 즉, 드브로이 파장은 $\lambda=\frac{2L}{n}$이므로 $L=n\frac{\lambda}{2}$이다. 입자의 운동 에너지는 $E=\frac{p^2}{2m}=\frac{h^2}{2m\lambda^2}$이다. $\lambda=\frac{2L}{n}$이므로 양자수 n인 상태에 있는 입자의 에너지는 $E_n=\frac{n^2h^2}{8mL^2}$이다. **정답①**

17. 레이저의 원리

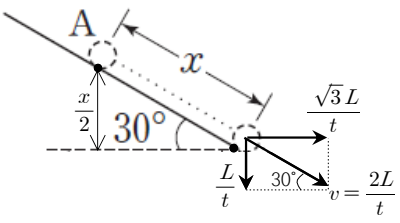
[정답맞히기] ㄱ. 에너지가 E_2인 상태에서 에너지가 E_1인 상태로 전이하면서 유도 방출이 일어나므로 E_2인 상태는 준안정 상태이다.

ㄴ. 전자가 에너지가 E_2인 상태에서 E_1인 상태로 전이하면서 방출되는 빛의 진동수가 f_2이므로 $hf_2=E_2-E_1$이다. 따라서 $f_2=\frac{E_2-E_1}{h}$이다.

ㄷ. 진동수가 f_2인 빛은 진동수가 f_1인 빛에 의해 유도 방출된 빛이며, 유도 방출은 동일한 진동수를 갖는 빛에 의해 일어난다. 따라서 $f_1=f_2$이다. **정답⑤**

18. 포물선 운동

[정답맞히기] A가 경사면의 끝 지점에서부터 포물선 운동하여 수평면에 도달할 때까지 걸린 시간을 t초라고 하면, 경사면의 끝 지점에서 A의 속도의 수평 성분은 $\frac{\sqrt{3}L}{t}$이므로 속도의 연직 성분은 $\frac{L}{t}$이다. 따라서 경사면의 끝 지점에서 A의 속력은 $v=\frac{2L}{t}$이다. A를 가만히 놓은 지점과 경사면



끝 지점 사이의 높이 차는 $\frac{x}{2}$이므로 $(\frac{2L}{t})^2 = 2g(\frac{x}{2})$에서 $4L^2 = gxt^2$ ---㉠이다.

경사면의 끝 지점에서 수평면에 도달할 때까지 걸린 시간은 t초이고, 이 시간 동안 연직 방향으로 이동한 거리는 $2L$이므로 $2L = (\frac{L}{t})t + \frac{1}{2}gt^2$에서 $t^2 = \frac{2L}{g}$---㉡이다. ㉠에 ㉡을 대입하면 $x = 2L$이다. **정답④**

19. 열역학 제 1법칙

[정답맞히기] 이상 기체의 부피는 V_0으로 일정하므로 이상 기체가 외부에 한 일은 0이다. 따라서 기체에 가해 준 열량 Q는 내부 에너지 증가량(ΔU)과 같다.

기체의 양은 n몰, 피스톤의 단면적은 A라고 하자. 열을 가하기 전 기체의 압력과 부피가 각각 $\frac{P_0}{2}$, V_0이므로 기체의 온도는 $T_1 = \frac{P_0 V_0}{2nR}$이다.

$F_A = \frac{1}{2}mg$일 때, 실이 피스톤에 작용하는 힘은 $\frac{1}{2}mg$이므로 실이 피스톤에 작용하는 힘에 의한 압력은 $\frac{mg}{2A} = \frac{P_0}{2}$이다.

열을 가해 $F_A = \frac{3}{4}mg$일 때, 실이 피스톤에 작용하는 힘은 $\frac{1}{4}mg$이므로 실이 피스톤에 작용하는 힘에 의한 압력은 $\frac{mg}{4A} = \frac{P_0}{4}$이다. 대기압은 P_0으로 일정하므로 열을 가한 후에 기체의 압력은 $\frac{3}{4}P_0$이고, 부피는 V_0이다. 따라서 열을 가한 후에 기체의 온도는 $T_2 = \frac{3P_0 V_0}{4nR}$이다. 그러므로 기체에 가해 준 열량은 $Q = \Delta U = \frac{3}{2}nR(T_2 - T_1) = \frac{3}{8}P_0 V_0$이다. **정답③**

20. 운동량 보존

[정답맞히기] 충돌 후 B의 속도(v_B)의 x, y 성분을 각각 v_{Bx}, v_{By}라고 하면 $v_B^2 = v_{Bx}^2 + v_{By}^2$이다. x 축 방향의 운동량 보존을 적용하면, $mv_0 - 2mv_0 = 2mv_{Bx}$에서 $v_{Bx} = -\frac{1}{2}v_0$이고, y 축 방향의 운동량 보존을 적용하면 $0 = mv_A + 2mv_{By}$에서 $v_{By} = -\frac{1}{2}v_A$이다. 따라서 $v_B^2 = \frac{1}{4}(v_0^2 + v_A^2)$ ---㉠이다.

탄성 충돌에서 충돌 전후 운동 에너지가 보존되므로

$\frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}(2m)v_0^2 = \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}(2m)v_B^2$에서 $3v_0^2 = v_A^2 + 2v_B^2$ ---㉡이다.

㉠과 ㉡을 이용하면 $v_A = \sqrt{\frac{5}{3}}v_0$이고, $v_B = \sqrt{\frac{2}{3}}v_0$이다. 따라서 $\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{5}{2}}$이다.

정답①