유성우 2회 모의평가 해설

1. ① 비연계

ㄱ. 낙엽의 운동 방향이 변했기 때문에 변위의 크기는 이동거리보다 작다. (O)

ㄴ. 변위와 이동거리를 걸린 시간으로 나누어 주면 각각 평균 속도와 평균 속력이 되므로 평균 속도의 크기는 평균 속력보다 작다. (X)

ㄷ. 낙엽의 운동 방향이 변했기 때문에 등가속도 운동이 아니다. (X)

2. ⑤ 비연계

ㄱ. 단진동의 진폭은 (가)에서 용수철이 늘어난 길이와 같다. 늘어난 길이를 x라 하면, 중력과 탄성력이 평형을 이루고 있으므로 $mg=kx$, 즉 $x=\frac{m}{k}g$이다. k가 2 : 1, m이 1 : 2이므로 x는 1 : 4이다. (O)

ㄴ. $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \propto \sqrt{x}$ 이므로 T는 1 : 2이다. (O)

ㄷ. 용수철이 원래 길이가 되었을 때 속력이 최대가 되므로 이때의 속력을 v라 하면, 에너지 보존법칙에 의해 $\frac{1}{2}kx^2=\frac{1}{2}mv^2$, 즉 $v^2=\frac{k}{m}x^2=gx$, $v\propto\sqrt{x}$ 이므로 v는 1 : 2이다. (O)

3. ④ 비연계

실의 장력은 추의 중력과 크기가 같고 ($T=Mg$) 장력의 수평 성분은 구심력과 같으므로 ($T\sin\theta=mL\sin\theta\omega^2$) 회전하는 물체의 각속도 $\omega=\sqrt{\frac{Mg}{mL}}$ 이다.

철수: $mg=T\cos\theta=Mg\cos\theta$이다. (물체의 중력은 장력의 수직 성분과 같다.) 이 때 m만 커지면 $\cos\theta$가 커져야 하고, 이 경우 θ는 줄어든다. 따라서 물체의 회전 반지름 $L\sin\theta$는 감소한다. (X)

영희: M이 커지면 $\cos\theta$가 작아져 θ는 증가한다. (O)

민수: 물체의 회전주기는 $t=2\pi\sqrt{\frac{mL}{Mg}}$ 이다. 이 때 L이 클수록 물체의 회전주기는 증가한다. (O)

4. ② 비연계

$PV=nRT$에서 V가 2배가 되고, T가 6배가 되려면 P가 3배가 되어야 한다. 따라서 A에서 압력이 P면, C에서 압력이 $3P$이다. 또한, D→A에서 부피가 줄어들고 온도가 줄어들었기 때문에 열을 방출한다. 따라서 이 과정에서는 엔트로피가 감소한다.

5. ② 비연계

진폭이 A, 파장이 λ인 두 파동이 만든 정상파의 진폭은 $2A$, 파장은 λ이므로 $\lambda=12\text{m}$이고, 배의 위치에서 매질의 변위가 최대인 순간이므로 $2A=6\text{m}$, $A=3\text{m}$이다. 따라서 $A:\lambda=1:4$이다.

6. ③ 비연계

전하 A는 $x>0$인 x축 상의 지점에서 전위가 양(+)으로 나타나므로 전하 종류는 양(+)이다.

또한, $x=d$인 지점에서 전위는 $\frac{V_0}{2}$이고, $x=0$ 지점에서는 전위가 2배인 V_0이므로 A는 $x=-d$인 지점에 위치하고, 따라서 전기력 $F=qE=\frac{qV}{d'}=\frac{qV_0}{4d}$ 이다. ($V=\frac{V_0}{2}$, $d'=2d$)

7. ⑤ 비연계

ㄱ. A는 편광되지 않은 빛이므로 편광판의 회전각에 상관없이 빛의 세기가 일정하다. (O)

ㄴ. B는 편광판의 회전각이 0일 때 빛의 세기가 0이므로 편광 방향은 이 때의 편광축과 수직이다. 이 때 편광축이 연직 방향과 나란하므로 B의 편광 방향은 연직 방향과 수직이다. (O)

ㄷ. A의 편광되기 전 빛의 세기를 I_0라 하면 편광된 후 빛의 세기는 $\frac{I_0}{2}$이다. B의 편광되기 전 빛의 세기는 $\frac{I_0}{2}$이다. (O)

8. ④ 비연계

ㄱ. 스위치가 열려 있을 때에는 저항값이 $2R$인 저항에는 전류가 흐르지 못하므로 전위차가 0이 되고, 따라서 B의 전위차도 0이므로 축전기 양단의 전위차는 B가 A의 3배일 수 없다. (X)

ㄴ. 스위치가 열려 있을 때 A에 충전되는 전하량은 $3CV$이고, 스위치를 닫을 때 A의 전위차는 $\frac{1}{3}V$이므로 충전되는 전하량이 CV이다. (O)

ㄷ. 스위치를 닫은 후 A에 저장되는 전기 에너지는 $\frac{1}{3}CV^2$, B에 저장되는 전기 에너지는 $\frac{4}{9}CV^2$이므로, A에 충전되는 전기 에너지는 B의 $\frac{3}{4}$배이다. (O)

9. ④ 비연계

ㄱ. 점 P에서 입사각이 굴절각보다 크므로 스넬의 법칙에 의해 단색광의 파장은 공기 중에서가 프리즘 속에서보다 크다. (X)

ㄴ. 점 Q, R에서의 입사각을 각각 θ_Q, θ_R, 임계각을 θ_c라 하면, 점 Q, R에서 모두 전반사가 일어났으므로 $\theta_Q>\theta_c$, $\theta_R>\theta_c$이다. $\theta_Q+\theta_R=90°$에서 $\theta_c<\frac{\theta_Q+\theta_R}{2}=45°$. (O)

ㄷ. $\overline{PQ}$와 $\overline{RS}$가 서로 평행함을 이용해 참임을 알 수 있다. (O)

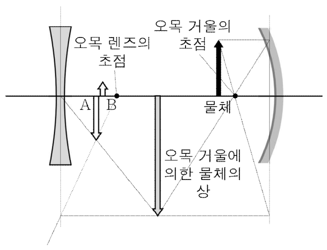
10. ③ 비연계

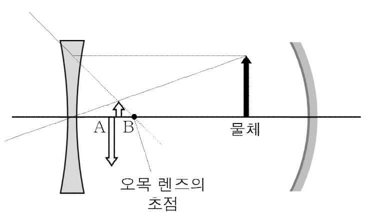
ㄱ. 1차 코일에 흐르는 전류가 최대일 때, 전류의 변화량이 0이므로 2차 코일은 유도 기전력이 0이다. (O)

ㄴ. 1차 코일에 흐르는 전류의 세기가 감소할 때, 그 방향으로 자기장이 줄어든다. (방향은 그대로이다.) 이 때, 유도 전류가 2차 코일에 만들어지려면 자기장의 방향은 1차 코일과 같아지게 된다. 따라서 자기 모멘트의 방향도 서로 같다. (O)

ㄷ. 1차 코일에 연결된 저항의 전류 방향이 바뀌어도 변화량의 부호는 바뀌지 않으므로 2차 코일에 흐르는 전류의 방향은 그대로이다. (X)

11. ③ 비연계





ㄱ. 오목 렌즈는 정립 허상만을 형성하므로 물체가 오목 렌즈에 의해 직접 맺힌 상은 B이다. 오목 거울의 초점 거리를 f, 물체와 오목 거울 사이의 거리를 d라 하면, A의 크기가 B보다 크므로 물체는 $f<d<2f$를 만족하고, 오목 거울에 의한 상이 오목 렌즈를 통과하여 A를 형성한다. (O)

ㄴ. A, B 모두 오목 렌즈를 통과했으므로 허상이다. (O)

ㄷ. 물체를 오른쪽으로 이동시키면 A는 왼쪽으로 이동하지만, B는 오른쪽으로 이동한다. (X)

12. ② 비연계

$x=\dfrac{l\lambda}{d}$이므로 x와 λ가 비례관계에 있다. 따라서 x와 단색광의 에너지($E=hf=\dfrac{hc}{\lambda}$)는 반비례한다. 이 때 금속판은 일함수가 있으므로 전자의 최대 운동 에너지 $E_K=\dfrac{k}{x}-E_0$의 꼴이 된다. (k는 상수, E_0는 일함수) 이를 만족하는 그래프는 ②번 뿐이다.

13. ① 비연계

ㄱ. 저항의 평균 소비 전력은 $P=\dfrac{V^2}{Z}$이다. 스위치를 a에 연결하였을 때 회로의 임피던스가 R이므로 $f=\dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$이다. 스위치를 a, b에 연결하였을 때 회로의 공진 주파수를 각각 f_a, f_b라 하고 임피던스를 각각 Z_a, Z_b라 하면, $f_a=\dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, $f_b=\dfrac{1}{2\pi\sqrt{2LC}}$이므로 $f_a=f$, $f_b\neq\dfrac{f}{2}$이다. 즉, $Z_a<Z_b$이므로 $P_a>P_b$이다. (O)

ㄴ. $Z=\sqrt{R^2+(X_L-X_c)^2}$에서 $X_{L,b}=\dfrac{1}{2}\sqrt{\dfrac{L}{C}}$, $X_{C,b}=\sqrt{\dfrac{L}{C}}$이므로 $Z_b=\sqrt{R^2+\dfrac{L}{4C}}$이다. (X)

ㄷ. 코일에 걸리는 전압의 위상은 스위치 a, b의 경우 모두 전류의 위상보다 빠르다. (X)

14. ② 비연계

ㄱ. 입자의 양자수는 $n=2$이다. (X)

ㄴ. 입자의 확률밀도를 보면, $\dfrac{L}{4}$와 $\dfrac{3L}{4}$ 사이의 면적은 전체의 절반이다. 따라서 그 사이에서 발견될 확률은 $\dfrac{1}{2}$이다. (O)

ㄷ. 양자수가 같을 때, 일차원 상자의 길이를 줄이면 드브로이 파장은 짧아진다. (X)

15. ④ 비연계

④ 장벽 안에서의 파동함수가 0이 아니므로 입자는 장벽 안에서도 존재할 수 있다.

16. ⑤ 비연계

ㄱ. $v=f\lambda$을 이용하면 도플러 효과에 의한 파장 변화를 도플러 공식에 넣을 수 있다. 즉, $f\left(\dfrac{V_0}{V_0+1}\right)=\dfrac{V_0}{6}$, $f\left(\dfrac{V_0}{V_0-1}\right)=\dfrac{V_0}{2}$이다. ($f$는 수면파 발생 장치의 진동수, V_0는 수조 내에서 수면파의 원래 속력이다.) 두 식을 나눈 뒤 연립하여 풀면 $V_0=2(\mathrm{cm/s})$, $f=0.5\mathrm{Hz}$가 나온다. (O)

ㄴ. 수면파 발생 장치의 속력은 1cm/s이므로, 3배를 하면 3cm/s이다. 이는 수조 내에서 수면파의 원래 속력인 2cm/s보다 빠르므로 충격파가 발생한다. (O)

ㄷ. ㄱ에서 세운 식을 일반화하면 임의의 수면파 속력 V에 대해 $f\left(\dfrac{V}{V+1}\right)=\dfrac{V}{\lambda_1}$, $f\left(\dfrac{V}{V-1}\right)=\dfrac{V}{\lambda_2}$이다. 즉, $\lambda_1=\dfrac{V+1}{f}$, $\lambda_2=\dfrac{V-1}{f}$이다. 이 때 $\lambda_1-\lambda_2=\dfrac{2}{f}=$일정이다. 따라서 발생하는 두 수면파의 파장의 차는 수면파의 속력이 빨라져도 일정하다. (O)

17. ① 비연계

전자의 운동에너지를 E라 하면, 균일한 전기장 영역에서의 전기 퍼텐셜 에너지가 이동거리에 비례하고, 영역 A의 중간 지점에서 전자의 운동에너지가 0이므로 전기장 영역 양단의 전기 퍼텐셜 에너지 차는 $2E$이다. 두 전자의 운동에너지의 비는 $1:3$이고, $E=\dfrac{p^2}{2m}$, $p=\dfrac{h}{\lambda}$이므로 $\lambda\propto\dfrac{1}{\sqrt{E}}$. 따라서 λ는 $\sqrt{3}:1$이다.

18. ⑤ 비연계

A, B의 운동 시간을 각각 t_1, t_2라 하고, B의 처음 속력을 v_y라 하자. 등가속도 운동 공식에 의해 $vt_1=\sqrt{2}L$, $v=\sqrt{2}gt_1$이다. 분리될 때 A의 수평방향 운동량은 $\sqrt{2}mv$, 수직방향 운동량은 0이므로 B, C의 수직방향 처음속도는 각각 $-v_y$, v_y이고 C의 수평방향 처음속도는 $\sqrt{2}v$이다. 물체가 분리될 때의 높이를 h라 하면, 등가속도 운동 공식에 의해

$h=\dfrac{1}{2}gt_1^2=v_yt_2+\dfrac{1}{2}gt_2^2=-2v_yt_2+2gt_2^2$이다. 이 식을 연립하여 풀면 $v_y=\dfrac{1}{2}gt_2$, $t_1=\sqrt{2}t_2$이다. B, C 사이의 거리는 C의 수평방향 이동거리와 같고, 그 값은 $2\sqrt{2}vt_2=2vt_1=2\sqrt{2}L$이다.

19. ⑤ 비연계

ㄱ. B는 (가)에서 (나) 과정으로 가면서 온도는 변화가 없지만, 부피가 절반으로 줄어들었으므로 압력이 2배이다. 따라서 고정되지 않은 피스톤을 사이에 두고 평형을 이루는 A도 압력이 2배가 된다. (O)

ㄴ. B는 (가)→(나) 과정에서 열을 방출하지 않으므로 A에서 한 일의 크기는 모두 B가 받은 일의 크기와 같아진다. (O)

ㄷ. (나)에서는 A의 부피가 B의 3배이다. 이 상태에서 고정 장치를 풀면 A는 단열 팽창 과정, B는 등온 팽창 과정이 되는데, 이 때 둘이 같은 압력(대기압)이 되는데 A의 부피 증가량(%)은 B의 증가량(%)보다 작기 때문에 A의 부피는 B의 부피의 3배보다 작아진다. (O)

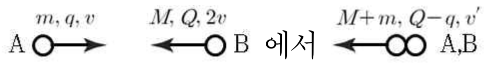
20. ④ 비연계

A의 물리량(질량, 전하량, 속력)을 각각 m, q, v, 자기장 영역 I의 세기는 B라고 하고, B의 물리량(질량, 전하량, 속력)을 각각 M, Q, V, 자기장 영역 II의 세기는 $2B$라고 하자. 같은 거리를 이동하는데 걸리는 시간은 A가 B의 두 배 이므로, 주기는 A가 B의 두 배이다.

즉, $\dfrac{2\pi m}{Bq}=2\cdot\dfrac{2\pi M}{2B\cdot Q}$ 이고, 따라서 $\dfrac{m}{q}=\dfrac{M}{Q}$ 이다.

또한 반지름은 둘이 같으므로 $R=\dfrac{mv}{Bq}=\dfrac{MV}{2BQ}$ 이고, $\dfrac{m}{q}=\dfrac{M}{Q}$ 에서 $V=2v$ 이다.

충돌할 때

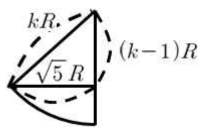


가 된다.

(두 자기장 영역의 방향은 같고, A, B의 회전 방향이 반대이면 대전된 전하 (+) 또는 (−)가 서로 다르다. 따라서 두 입자가 합쳐질 때 전하량은 빼야한다.)

이 때 v'는 운동량 보존에 의해 $2Mv-mv=(M+m)v'$ 에서 $v'=\dfrac{2Mv-mv}{(M+m)}$ 이다.

충돌 뒤 원운동의 반지름을 구하기 위해서 피타고라스의 공식을 사용하면



$5R^2+(k^2-2k+1)R^2=k^2R^2$ 에서 $k=3$이므로, 충돌 뒤 원운동의 반지름은 $3R$이다.

따라서 $\dfrac{2Mv-mv}{B(Q-q)}=\dfrac{3mv}{Bq}$ 에서 $\dfrac{2M-m}{3m}=\dfrac{Q-q}{q}$ 이고, $\dfrac{m}{q}=\dfrac{M}{Q}$ 에서 $Q=\dfrac{M}{m}q$를 대입하면 $\dfrac{2M-m}{3m}=\dfrac{M-m}{m}$ 이고, $2M-m=3M-3m$ 이므로 $M=2m$ 이다.

B의 질량은 $2m$, 충돌 전 속력 $2v$은이 되므로, A, B가 충돌한 뒤, 운동 에너지는 $E_0=\dfrac{1}{2}\cdot 3m\cdot v^2=\dfrac{3}{2}mv^2$ 이고, 충돌 전 B의 운동 에너지는 $\dfrac{1}{2}\cdot 2m\cdot(2v)^2=4mv^2=\dfrac{8}{3}E_0$ 이다.

출제자의 한마디

“비연계 모의고사”에 있는 문제들은 작년부터 출제한 약 200개의 문제들 중 우수한 문항들을 뽑아서 하나의 새로운 모의고사로 완성된 것입니다. 이 문제들은 대체로 검토가 충분히 되어 있지만 임의로 뽑은 문제들이기 때문에 문제들이 서로 조화를 이루지 못한 느낌을 받을 수도 있습니다. (또한 작년 EBS 연계를 조금 느낄지도 모릅니다.)

또한 어떤 문항들은 작년에 포만한이라는 카페에 올렸지만 묻힌 모의고사의 문항들 중 일부입니다. (그 문제들 역시 유성우 모의고사 출제진 중 한 명이 만든 것입니다.) 그 모의고사의 질이 떨어져서 문제들 중 일부를 추리고 수정하여 다시 이 모의고사에 실었습니다.

앞으로 선보일 3회의 비연계 모의고사마다 하나의 concept를 잡고 만들었는데, 이번 모의고사는 주제가 “어려운 모의고사”입니다. 따라서 문제들을 빠르게 풀기 위해서 개념을 정확히 파악해야 하고, 사소한 계산 실수나 오개념이 없어야 고득점을 할 수 있습니다. 1등급컷은 40점 정도에서 형성될 것 같습니다.

(이번 모의고사는 난이도가 높은 만큼 수능과 다소 벗어난 듯한 느낌의 문제들도 있다고 생각할 수 있습니다. 20번 같은 문제는 한 번만 이해하고 다시 안 풀어도 무방합니다.)