

2005

# 대학수학능력시험

4 교시

## (물리Ⅱ) 정답과 풀이

### 1. 문항 제목 : 빗면에서 물체의 운동      정답 ③

**출제 의도** : 마찰이 없는 빗면에서 물체의 운동을 해석할 수 있는지 묻는 문제이다.

**이래서 정답** : 마찰이 없는 빗면의 경사각과 지면이 이루는 각을  $\theta$  라고 할 경우 알짜힘  $F = ma = mg \sin \theta$ 에서 가속도는 질량  $m$ 과 무관하고 경사각  $\theta$ 와 관계 있다. 즉 가속도  $a = g \sin \theta$  이다. 따라서 직선 구간 A와 C에서는 등가속도 운동을 한다.

ㄴ. 가속도의 방향은 알짜힘의 방향을 의미하므로 힘의 방향이 변하면 가속도의 방향도 변하게 된다. 곡선 구간에서는 힘의 방향이 계속적으로 변하므로 가속도의 방향도 계속적으로 변하게 된다.

### 2. 문항 제목 : 등속 원운동      정답 ①

**출제 의도** : 반지름의 크기가 다르고 속력이 동일한 등속 원운동을 해석할 수 있는지 묻는 문제이다.

**이래서 정답** : 두 원통에 벨트가 연결된 상태에서 미끄러지지 않고 일정한 속력으로 회전하고 있으므로 원통의 반지름에 관계없이 p와 q점의 속력은 동일하다.

**오답 확인** : 물체의 속력이 일정할 경우

ㄴ. 회전 주기  $T = \frac{2\pi r}{v}$  이므로 반지름이 큰 p점의 주기가 q보다 크다.

ㄷ. 구심 가속도  $a = \frac{v^2}{r}$  이므로 반지름이 작은 q점의 구심 가속도가 p점보다 크다.

### 3. 문항 제목 : 속도-시간 그래프 해석      정답 ①

**출제 의도** : 주어진 속도-시간 그래프를 보고 물체의 운동 상태를 해석할 수 있는지 묻는 문제이다.

**이래서 정답** : 속도-시간 그래프에서 그래프의 면적은 이동 거리를 의미하고 기울기는 가속도를 의미한다. 또한 속도의 부호는 물체의 운동 방향을 뜻하므로 부

호가 (+)이면 동쪽으로 운동하고 부호가 (-)이면 서쪽으로 운동하는 것을 의미한다. 4초인 순간 속도의 부호가 (-)이므로 서쪽으로 운동한다.

**오답 확인** : ㄱ. 0초에서 3초까지 기울기가 계속적으로 변하므로 물체의 가속도도 계속적으로 변하고 있다.

ㄷ. 3초일 때 물체의 운동 방향이 변했으므로 3초 때 출발점으로부터 가장 멀리 있다.

### 4. 문항 제목 : 물체의 운동 방정식과 마찰력      정답 ⑤

**출제 의도** : 두 물체가 연결되어 함께 운동할 경우 최대 정지 마찰력 이상의 외력이 작용할 경우만 물체가 운동하게 되는 것을 알고 있는지 묻는 문제이다.

**이래서 정답** : 최대 정지 마찰력이란 정지해 있는 물체를 운동시키는 데 필요한 최소한의 외력을 말한다. 따라서 줄로 연결된 두 물체에서 질량  $m$ 의 중력이 질량  $M$ 의 최대 정지 마찰력보다 클 경우만 물체가 운동하게 된다.

마찰력  $R = \mu Mg$  보다 중력  $mg$  값이 커야만 물체는 운동한다. 이 조건을 만족하는 경우는 ㄱ, ㄷ이다.

### 5. 문항 제목 : 인공 위성의 등속 원운동      정답 ⑤

**출제 의도** : 인공 위성의 운동에 대해 정확하게 이해하고 있는지 묻는 문제이다.

**이래서 정답** : 물체의 원운동에서 가장 먼저 생각해야 하는 것은 어떤 힘이 구심력의 역할을 하느냐 하는 것이다. 인공 위성의 경우 지구와 인공 위성 사이에 작용하는 만유 인력이 구심력의 역할을 한다.

ㄴ. 물체의 운동 에너지는  $E_k = \frac{1}{2} m v^2$  이므로 이

식에 구심력  $F = m \frac{v^2}{r} = G \frac{mM}{r^2}$  을  $v^2$ 의 식

으로 정리해 대입하면 운동 에너지

$E_k = \frac{1}{2} G \frac{mM}{r}$  이 된다. 두 인공 위성의 질량이

동일하므로 P와 Q의 운동 에너지 비는 2:1이다.

+++++

ㄷ. 구심 가속도의 크기  $a = \frac{v^2}{r}$  이므로 이 식에 대입하거나 구심력  $F = ma = G \frac{mM}{r^2}$  를 이용하여

구심 가속도  $a = G \frac{M}{r^2}$  로 정리하면 더 쉽게 해결할 수 있다. 따라서 P와 Q의 구심 가속도 비는 4 : 1 이 된다.

**오답 확인 :** ㄱ. 등속 원운동하는 물체의 공전 주기는  $T^2 = k r^3$  이므로 1 :  $\sqrt{8}$  이 된다.

**6. 문항 제목 :** 단진동 운동의 해석 **정답 ①**

**출제 의도 :** 단진동 운동의 그래프를 보고 에너지 변화와 속도의 관계를 해석할 수 있는지 묻는 문제이다.

**이래서 정답 :** 그네 속도  $v$ 의  $x$ ,  $y$ 성분을  $v_x$ ,  $v_y$ 라 할 때  $y$ 성분의 윗방향을 양(+)의 방향으로 약속했기 때문에 A에서 B구간까지  $v_y$ 의 크기는 증가하나 부호는 (-)이어야 한다. 따라서 (나)그래프의 실선이  $v_y$ 를, 점선이  $v_x$ 를 의미한다.

**오답 확인 :** ㄴ. 지문에서 A에서 C구간까지의 운동 상태를 그래프로 표현했다고 하므로 A에서 C까지 가는 데 걸린 시간은 2초이다.

ㄷ. (나)그래프의 1초 때  $y$ 방향 그래프(=실선)는 기울기가 0이 아니다. 속도-시간 그래프에서 기울기가 가속도를 의미하므로 B점에서  $x$ 방향은 0,  $y$ 방향은 최대가 된다.

**7. 문항 제목 :** 열의 이동과 열평형 상태 **정답 ④**

**출제 의도 :** 열의 이동이 있을 경우 물체의 열용량과 비열에 대한 정의를 이해하고 있는지 묻는 문제이다.

**이래서 정답 :** ㄱ. 물체의 비열은 단위 질량(1kg)의 물체를  $1^\circ\text{C}$  변화시키는 데 필요한 열을 의미한다. 비열

$c = \frac{Q}{m\Delta t}$  에서 질량은 동일하고 같은 시간 같은 열을 가해 줬으므로 열량도 동일하다. 따라서 물체의 비열은 온도 변화에 반비례하므로 온도 변화가 큰 A의 비열은 B의 비열보다 작다.

ㄷ. 비가역 과정이란 자연계의 방향성을 의미하는 것으로 열이 고온에서 저온으로 이동하는 것이 대표적이다. 고온의 물체 A에서 저온의 물체 B로 열이 이동하여 온도가 동일해졌으므로 비가역 과정이라고 할

수 있다.

**오답 확인 :** 물체의 열용량은  $1^\circ\text{C}$  변화시키는 데 필요한 열을 의미하고 동일한 열을 가해줬으므로 열용량은 온도 변화가 작은 B가 A보다 크다.

**8. 문항 제목 :** 중력장에서 물체의 운동 **정답 ②**

**출제 의도 :** 중력장에서 물체의 운동을 해석할 수 있는지 묻는 문제이다.

**이래서 정답 :** 동일한 높이에서 같은 속력의 물체 A와 B를 A는 연직 위의 방향으로 운동시켰고 B는 연직 아래 방향으로 던졌다고 생각하면 쉽게 해결된다. A와 B에 작용하는 힘은 중력만 존재하므로 힘의 크기가 일정한 등가속도 운동을 한다고 할 수 있다.

**오답 확인 :** ㄱ. 동일한 높이에서 같은 속력의 물체 A와 B를 A는 연직 위의 방향, B는 연직 아래 방향으로 운동시켰으므로 A가 B보다 나중에 떨어진다.

ㄷ. 공기의 저항을 무시할 경우 중력장에서 물체의 역학적 에너지는 보존되므로 지면에 도달하는 순간의 속력은 A와 B가 같다.

**9. 문항 제목 :** 점전하에 의한 전기장의 합성 **정답 ②**

**출제 의도 :** 점전하에 의한 전기장의 의미와 전기장이 방향을 가진 물리량이란 것을 알고 있는지 묻는 문제이다.

**이래서 정답 :** 전기장이란 단위 양전하(+1C)가 받는 힘을 의미한다. 이것을 가식적으로 표현한 것이 전기력선이다. 따라서 전기력선은 (+)전하에서 나와 (-)전하로 진행하고 전기력선의 방향이 전기장의 방향이 된다.

전기장의 크기가 동일하므로  $E = \frac{F}{q} = k \frac{q'}{r^2}$  에서 전하량의 크기가 동일하다고 할 수 있다.

**오답 확인 :** ㄱ. 전기력선이 두 점전하에서 같은 크기로 방향을 가지고 멀어졌으므로 전하의 종류와 크기는 동일하다.

ㄷ. 두 점전하의 전하 부호를 동시에 바꿀 경우 전기장 E의 방향이 -y방향이 된다. 한쪽의 방향을 바꾸면 -y 방향이 되지 않는다.

**10. 문항 제목 :** 탄성력과 전기력 **정답 ③**

**출제 의도 :** 힘의 평형 상태가 성립할 경우 전기력과 탄성력 관계를 계산해 낼 수 있는지 묻는 문제이다.

+++++

이래서 정답 : 그림(나)에서 전하를 띤 물체가 정지한 상태이므로 알짜힘이 0인 힘의 평형 상태이다. 따라서 전기력과 탄성력이 같다. 전기력  $F = QE$  와 탄성력  $F = -kx$ 를 같게 놓으면 늘어난 길이  $d$ 는  $\frac{QE}{k}$ 가 된다.

11. 문항 제목 : 물체의 충돌 정답 ④

출제 의도 : 물체의 충돌 과정에서 물리량의 변화와 반발 계수에 따른 충돌의 종류를 구별할 수 있는지 묻는 문제이다.

이래서 정답 : ㄱ. 충돌 전후 충돌에 의해 물체의 속도는 변하므로 1초일 때 두 물체가 충돌했다는 것을 알 수 있다.

ㄴ. 위치-시간의 그래프에서 기울기는 물체의 속도를 의미하므로 충돌 전 A와 B의 속도는 각각 3m/s, 1m/s이고 충돌 후는 속도의 교환이 생겼다. 충돌 후 A와 B의 속도는 각각 1m/s, 3m/s이다. 이것을 반발

계수의 식  $e = \frac{V_B' - V_A'}{V_A - V_B}$ 에 대입하면 반발 계수가 1이 된다. 질량이 동일한 물체가 속도를 교환하면 완전 탄성 충돌이다.

오답 확인 : ㄷ. 완전 탄성 충돌에서는 운동 에너지와 운동량이 모두 보존된다. 여기서 주의할 것은 충돌 전후 운동량의 합이 보존된다는 것이지 각 물체의 운동량이 보존된다는 것은 아니다. 따라서 A의 운동량은 충돌 전보다 감소하였다.

12. 문항 제목 : 열역학 법칙 정답 ④

출제 의도 : 이상 기체의 압력-부피 관계 그래프를 보고 이상 기체의 물리적 변화량을 구할 수 있는지 묻는 문제이다.

이래서 정답 : 이상 기체 상태 방정식  $PV = nRT$ 에서 이상 기체의 절대 온도는  $PV$ 값에 비례한다. 따라서 D에서 절대온도가 T이면 A에서  $PV$ 값은 D점의 4배이므로 절대 온도가 4T라고 할 수 있다.

등온 과정은 온도가 일정한 변화 과정을 말한다. 보일의 법칙이 성립하므로  $PV$ 값은 일정해야 한다. 또한, 이상 기체 상태 방정식  $PV = nRT$ 에 대입할 경우 역시  $PV$ 값은 동일하다. 따라서 C점에서의 압력은 D점에 압력의 0.5배가 된다.

13. 문항 제목 : 키르히호프의 법칙 적용 정답 ④

출제 의도 : 복잡한 전기 회로에서 각 저항에 흐르는 전류와 전압을 계산할 때는 키르히호프의 법칙을 적용하여 식을 세울 수 있는지 묻는 문제이다.

이래서 정답 : 키르히호프의 법칙이란 복잡한 전기 회로를 해석하는 경우에 옴의 법칙을 이용하기에는 어려움이 있기 때문에 부차적으로 응용하는 것이다.

제1법칙은 전하량 보존의 법칙이며 어느 교차점을 흘러가는 전하량은 일정하게 보존되어야 한다. 즉, 들어간 전하량과 나가는 전하량이 같아야 한다. 따라서  $I_1 + I_2 = I_3$ 이다.

제2법칙은 에너지 보존의 법칙으로 단위 폐회로를 지나는 동안 전압 강하의 합은 기전력과 같아야 한다.

$$I_1 R_1 - I_2 R_2 = E_1$$

$$I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_2$$

이 식들과 비교하면 ㄱ, ㄷ이 맞는 지문이다.

14. 문항 제목 : 직류 회로 해석 정답 ①

출제 의도 : 내부 저항이 있는 기전력을 가진 전지를 이용하여 직류 회로를 꾸미고 해석할 수 있는지 묻는 문제이다.

이래서 정답 : ㄱ. 전기 회로에 전기량을 측정할 수 있는 전압계와 전류계를 연결할 경우 전류계는 회로에 직렬로 연결하고 전압계는 병렬로 연결한다. 따라서 병렬 연결된 P는 전압계이고, 직렬 연결된 Q는 전류계이다.

오답 확인 : ㄴ. 직류 회로의 기전력을  $E$ , 내부 저항을  $r$ , 단자 전압을  $V$ , 회로에 흐르는 전류를  $I$ , 외부 저항을  $R$ 이라고 할 경우  $E = I(R + r) = V + Ir$ 이 성립한다. 따라서 외부 저항  $R$ 을 최대로 하면 회로의 전류  $I$ 는 최소가 된다.

ㄷ. 전기 회로에서 외부 저항  $R$ 을 변화시켜도 전지의 기전력은 변화가 없다. 단지 외부 저항에 걸리는 단자 전압  $V$ 만 변할 뿐이다.

15. 문항 제목 : R-L-C 직렬 회로 해석 정답 ②

출제 의도 : R-L-C 직렬 회로에서 공진 조건을 구하고 진동수와 전기 용량과의 관계를 이해하고 있는지 묻는 문제이다.

이래서 정답 : 전기 용량이  $C_1, C_2$ 인 두 축전기가 병렬 연결되어 있으므로 합성 전기 용량

+++++

+++++

$C = C_1 + C_2$ 이다. 그런데 전기 공진이 발생하려면 다음의 식  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  을 만족해야 하므로 합성 전기 용량  $C$ 의 값은 일정하다. 따라서  $C_2$ 의 값도 일정해야 하므로 진동수와 전기 용량  $C_2$ 는 반비례 관계가 성립한다. 다른 방법으로 용량 리액턴스  $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$  값이 일정하다고 보고 풀면 쉽게 ②번을 찾을 수 있을 것이다.

16. 문항 제목 : 수소 원자 모형과 물질과 **정답 ②**  
**출제 의도** : 수소 원자 모형을 보고 물질파에 대해 해석할 수 있는지 묻는 문제이다.  
**이래서 정답** : 주어진 그림에서 A와 B의 양자수  $n$ 값은 각각 2와 3이다. 여기에 다음의 식,  
 $2\pi r = n\lambda$  ---양자 조건  
 $r_n = 0.53 n^2$  ---수소 원자 궤도 반지름  
 을 대입하면  $2\pi kn = \lambda$  이다. 따라서 물질파의 파장은 양자수  $n$ 과 비례 관계가 성립한다. A와 B의 파장의 비는 2:3이다.  
 물질파  $\lambda = \frac{h}{mv}$  에서 운동량  $p$ 와 파장은 반비례 관계이다. 그러므로 A와 B의 운동량 비는 3 : 2가 된다.

17. 문항 제목 : 수소 원자 모형 해석 **정답 ③**  
**출제 의도** : 수소 원자의 에너지 준위 관계를 명확하게 이해하고 있는지 묻는 문제이다.  
**이래서 정답** : 보어의 수소 원자 모형에 적용되는 식,  
 $2\pi r = n\lambda$  ---양자 조건  
 $E_n - E_m = hf$  ---진동수 조건  
 에 대입하면 에너지 준위 차이 만큼의 빛을 쏘여 줄 경우에만 들뜬 상태로 간다. 따라서 (가)는 첫번째 들뜬 상태가 되며, (나)는 바닥 상태에 그대로 존재하게 된다.

18. 문항 제목 : 원자핵 반응식 해석 **정답 ②**  
**출제 의도** : 원자핵 반응식에서 보존되는 것이 무엇인지를 알고 있는지 묻고 있는 문제이다.  
**이래서 정답** : 원자핵 반응식에서 전하량과 질량수가

보존되므로 A에 만족하는 것은  ${}^0_1n$ 인 중성자이고 B에 만족하는 것은 질량과 전하가 없는 감마선  $\gamma$ 이다.

19. 문항 제목 : 전자기력의 이해 **정답 ⑤**  
**출제 의도** : 자기장 내에서 전하를 띤 입자가 운동할 경우 전자기력이 작용함을 이해하고 있는지 묻는 문제이다.  
**이래서 정답** : 균일한 자기장 내에서 전하를 띤 입자는 전자기력에 의해 운동한다. 자기장에 수직으로 입사했으므로 전자기력이 구심력의 역할을 해서 속력은 일정하고 방향만 변하게 한다.  
 전기장에서 전자기력이 알짜힘 역할을 하므로  $F = ma = qE$ 의 식에서 가속도  $a$ 는  $\frac{qE}{m}$ 가 된다.  
**오답 확인** : (-)전하를 띤 입자가 윗방향으로 운동했으므로 전기장의 방향은  $-y$  방향이 된다.

20. 문항 제목 : 전자기력과 원자핵의 구성 입자 **정답 ③**  
**출제 의도** : 자기장 내에서 운동하는 입자를 보고 전하량과 입자를 구성하는 기본입자에 대해 이해하고 있는지 묻는 문제이다.  
**이래서 정답** : ㄷ. Z전하는 힘이 작용하지 않으므로 전하를 띠고 있지 않으므로 쿼크의 조합이 0이 되어야 한다. 따라서 쿼크 조합은  $udd$ 이다.  
**오답 확인** : ㄱ. 로렌츠의 힘이 구심력의 역할을 하므로 전류의 방향과 운동 방향이 일치하고 있다. 그러므로 전하의 종류는 (+)전하를 띠고 있다.  
 ㄴ. 구심력과 로렌츠의 힘을 동일하게 놓으면  $m\frac{v^2}{r} = qvB$  에서 자기장의 세기가 균일하므로 반지름이 큰 Y의 운동량이 X의 운동량보다 크다.

+++++