Physics No.1

중등교원 임용시험 대비 최신판

「핵심이론+핵심기출+완벽해설」이 증명한 합격불변의 법칙

임용/대학전공 올림피아드 참고도서

임용 전공물리 Master Key 시리즈

정승현 전공물리 기출문제집

정승현 편저

2002~2023년 기출문제

임용 박문각 편집

동영상강의 www.pmg.co.kr

pmg 박문각

Physics No.1

중등교원 임용시험 대비 최신판

임용 전공물리 Master Key 시리즈

정승현 전공물리 기출문제집

정승현 편저

2002~2023년 기출문제

박문각 임용 동영상강의 www.pmg.co.kr

박문각 PMG

PREFACE

머리말

모든 것은 만남으로 시작됩니다. 과거와 현재와의 만남, 현재와 미래와의 만남의 선상에 우리는 살아가고 있습니다. 현재 존재하는 우리들도 하루 일상에 수 없는 만남을 탄생시키고 있습니다. 길거리에 모르는 사람을 만나든 친구를 만나든 간에, 우리가 자의든 타의든 간에 우리는 만남의 틀 안에서 벗어날 수 없습니다. 역사를 보면 인도의 불교 미술과 헬레니즘 문화와의 교류로 인해 간다라 미술이 탄생되는 큰 만남이 있겠고, 한 폭의 그림 같은 알프스 평원과 거대 산맥을 두고 이루어진 르네상스가 또 하나의 역사적인 만남의 사건일 것입니다.

제가 만남을 강조하고 거론하는 이유는 우연의 상황에서 필연을 가장하여 사람을 만나고 그 연장선에서 다른 누군가를 만나는 것도 저에게는 큰 의미이자 보람이기 때문입니다.

온고지신이라 했습니다. 오늘의 하루하루가 시대를 통해 계속 이뤄나가는 것이고 또한 역사에 비춰 비슷한 현상들이 반복된다는 사실입니다. 그러한 틀 속에서 한 편의 연극의 주인공처럼 희로애락의 배움 및 가르침 생활을 해왔고 이제 새로운 도약을 앞두고 나니 새삼 어깨가 무거워지고 기분이 새롭습니다.

전공을 공부하면서 깨우치고 알아가는 과정이 너무 흥미로웠습니다. 그리고 누군가에게 제가 해석하고 느꼈던 일련의 것들을 가르쳐보고 싶다는 소망을 간직하고 있었던 와중에 꿈을 이루게 되어 매우 기쁩니다. 제 작은 능력이 도움이 되었으면 하는 바람, 이로써 게을러지지 않게 스스로를 매일 되돌아보게 되는 일상이 즐겁습니다. 과거의 완료성에서 현재의 진행성으로 이어져, 더 나아가 미래의 가능성이 탄생되는 것이라면 뒤돌아보는 것 또한 큰 의미인 듯합니다.

물리학을 공부하면서 많은 것을 느꼈습니다. 그중 위대한 지식이란 미래, 즉 시대를 뛰어넘기보다 차라리 미래를 받아내는 산파적인 역할이며 그 연장선에서 또 다른 지식이 양육된다는 사실입니다. 이름만 들으면 알만한 무수한 사람들이 쌓아 올린 많은 돌 위에 또 하나의 돌을 더 올리는 일 역시 아주 큰 성과이겠지만, 이를 해석하고 알리는 일 역시 아주 큰 보람입니다. 제 작은 능력이 인연이 닿은 많은 이들에게 도약을 위한 하나의 디딤돌이 되었으면 좋겠습니다. 학습에 있어 최고란 흥미와 반복이지만 무엇보다 자신 스스로에게 기회를 주는 것이 필요합니다. 무엇을 공부하고 성과를 내기 위해서는 다이빙 선수가 물속에 자신의 몸을 던지듯 학업에 몰두해야 한다고 생각합니다.

관심을 가지면 생각을 하게 되고 직접 찾아보고 의문을 가지기 시작합니다. 그러면서 겨울철 소리 없이 눈이 쌓이듯 점차적으로 그에 대한 능력이 발전하는 것 같습니다. 이러한 여정 속에 조력자 입장에서 제가 존재하는 이유이고 항상 관계된 모든 이들이 저를 통해 인격적으로나 학업적으로 조금이나마 나아진다면 더욱 바랄 것이 없을 것 같습니다. 예측할 수 없지만 언제나 다가오는 미래가 여러분이 간절히 바라는 하루의 시작이길 진심으로 기원합니다. 감사합니다.

편저자 정승현

가이드 출제경향

최근 10개년(2023~2014) 출제 분석자료표

과목		2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014
역학	기본	원운동, 회전 구름 운동, 충격량	2차원 충돌, 사이펀의 원리	회전 구름 운동	1, 2차원 충돌	용수철 일과 에너지, 중력장 원운동	포물선 운동, 운동 방정식	포물선 운동, 유체에서 훅의 법칙 –진동	운동 방정식	충돌+장력, 각속도	원운동, 단진동
	심화	중심력 운동, 라그랑지안	중심력 운동, 라그랑지안	유효퍼텐셜, 라그랑지안	유효 퍼텐셜, 라그랑지안	라그랑지안	팽이–세차 운동, 라그랑지안	퍼텐셜 에너지 특징	유효 퍼텐셜, 라그랑지안	라그랑지안	라그랑지안
전자기		변압 및 송전, 평행판 축전기, 자기장과 토크, 전자기유도	토로이드, TE(s–편광), 원통형 전기장 및 편극, PLC 감쇠진동	단순 키르히호프, 퍼텐셜 경계조건 (전기장), 전자기 유도 (로렌츠 힘), 원형 도선 자기장	축전기, 로렌츠 힘 (전자기 유도 응용), 표면전류밀도, 교류 회로	PL –키리히호프, 암페르 법칙, 전기용량, 전자기 유도	쿨롱의 법칙, 로렌츠 힘, 전자기 파동 방정식, 전자기 유도	쌍극자+ 구도체 전위, 전자기 유도, 암페르 법칙, 광자 충돌 에너지	전기적 평형, 도체구 이미지전하, 전자기 유도, 포인팅 벡터	쿨롱 법칙, RLC–키리 히호프, 자기쌍극자	전자기 유도, 키리히호프, 쌍극자+ 구도체 전위
열 및 통계	열역학	전도 열평형	열기관		용수철 열팽창	열기관		단열과정	등적–단열		열기관
	열통계	MB 연속 분포	MB 통계	엔트로피 전미분 관계식, 포논(고체)	FD 분배함수	자기공간에서 파티션F	엔트로피, 반데르발스	자기쌍극자–자유 에너지	조화 진동 –파티션 함수	맥스웰 분포, 엔트로피	반데르발스
광학	기하광학	볼록렌즈	렌즈 (볼록+오목)	망원경	렌즈 합성	스넬의 법칙	오목거울	볼록 렌즈	볼록 렌즈–각배율	볼록 렌즈	오목거울
	파동과학	다중슬릿	전기장 간섭	마이컬슨 간섭계	이중슬릿	다중슬릿 회절	정상파	맥놀이, 편광, 뉴턴링	간섭, 회절격자	이중슬릿 간섭	전자기파 투과, 반사, 이중슬릿 –회절
양자역학		연산자 성질, 각 운동량 파동함수, 3차원 무한 퍼텐셜 섭동	각운동량 세차, 유한 퍼텐셜, 스핀 공명, 무한 퍼텐셜 (상대 좌표계)	무한퍼텐셜 보존과 페르미온, 각운동량 고유함수, 조화 진동자	1차원 무한 퍼텐셜, 3차원 지름파동함수	연산자 성질, 전자스핀, 델타–함수 퍼텐셜	하모닉오실레이터, 전자스핀	전자스핀, 2차원 무한 퍼텐셜	전자스핀, 구형 무한 퍼텐셜, 섭동이론	연산자 성질, 1차원 무한 퍼텐셜, 자기영역 해밀토니안	연산자 성질, 하모닉오실레이터
현대물리		특수상대론 분열 및 도플러 효과	물질파 이론	특수상대론, 에너지 준위	특수상대론 π붕괴, 홀효과	방사성 붕괴, 특수상대론	전자회절, 쌍소멸, p–n다이오드	방사성 붕괴, 특수상대론	에너지띠–전자전이, 특수상대론	컴프턴 효과	특수상대론, 광전 효과

세부 출제영역

구분	세부영역
기본역학	운동법칙, 일과 에너지, 충돌, 포물선, 원운동, 진자운동, 유체역학
심화역학	회전관성, 회전운동, 행성운동, 라그랑지안 역학
열역학	열역학적 과정, 열기관 및 열역학 법칙
통계역학	반데르발스, 공간 및 에너지 분포, 분배함수
기하광학	스넬의 법칙, 렌즈, 거울, 광학기기
파동광학	소리, 정상파, 간섭, 회절, 빛의 세기, 광자충돌
전기회로	키르히호프, 직류 및 교류 회로
기본 전자기학	축전기, 쿨롱 법칙, 암페어 법칙, 페러데이 법칙
심화 전자기학	맥스웰 방정식, 로렌츠힘, 포인팅벡터, 파동방정식
양자역학	연산자 성질, 무한 퍼텐셜, 유한 퍼텐셜, 델타함수, 조화 진동자, 각운동량 및 스핀
현대물리	상대론, 광전 효과, 컴프턴 효과, 물질파, 반도체, 레이저, 홀효과, X선, 방사성 붕괴, 표준모형

가이드 물리에 필요한 수학

1. 벡터 및 좌표계

(1) 두 벡터의 내적(Inner product, scalar product, dot product)

두 벡터 $\vec{a}$, $\vec{b}$의 내적은 다음과 같이 정의된다.

$$\vec{a} = (a_1, a_2)\,,\ \vec{b} = (b_1, b_2)$$
$$\vec{a} \cdot \vec{b} \equiv |\vec{a}||\vec{b}|\cos(\theta) = a_1 b_1 + a_2 b_2$$

벡터의 내적은 상대 벡터로 연직선을 그렸을 때 두 벡터의 수평 성분의 곱이다.

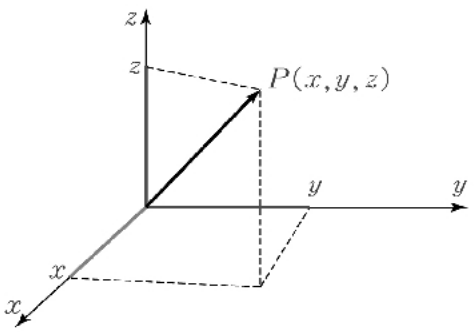
(2) 두 벡터의 외적(vector product, cross product)

두 벡터 $\vec{a}$, $\vec{b}$의 외적은 다음과 같이 정의된다.

$$\vec{a} \times \vec{b} \equiv |\vec{a}||\vec{b}|\sin(\theta)\vec{n}$$
$$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \hat{x} & \hat{y} & \hat{z} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix} = (a_y b_z - a_z b_y)\hat{x} + (a_z b_x - a_x b_z)\,\hat{y} + (a_x b_y - a_y b_x)\hat{z}$$

벡터의 외적은 두 벡터가 이루는 평행사변형의 넓이와 방향은 평행사변형과 수직한 방향이다. 회전 파트에서 주로 사용된다.

(3) 좌표계



① 직교 좌표계: x, y, z축 각 수직을 이루는 3차원 일반적인 좌표계이다. 평행이동 대칭성이 있어서 일반적인 병진운동에서 많이 활용된다.

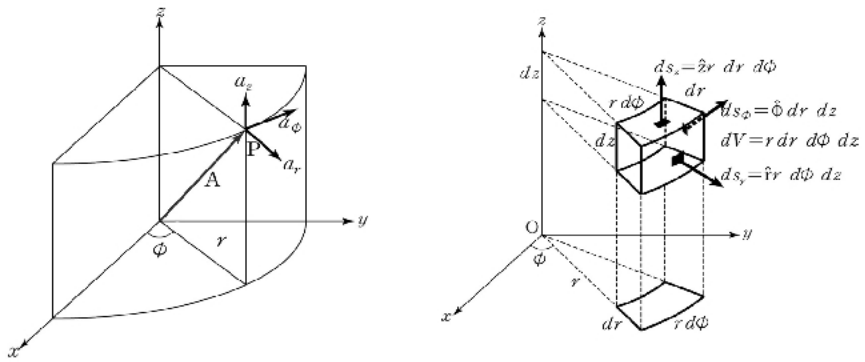
직교 좌표계는 회전대칭성과는 별개로 평행이동 대칭성을 관계에 있으므로 단위 벡터를 시간에 대해 미분한 값 즉, $\frac{d\hat{x}}{dt} = \frac{d\hat{y}}{dt} = \frac{d\hat{z}}{dt} = 0$

- 단위 벡터: $\hat{x}$, $\hat{y}$, $\hat{z}$
- 위치, 속도, 가속도

$$\vec{s} = \overrightarrow{OP} = (x, y, z) = x\hat{x} + y\hat{y} + z\hat{z}$$
$$\vec{v} = \frac{d\vec{s}}{dt} = (v_x, v_y, v_z) = \dot{x}\hat{x} + \dot{y}\hat{y} + \dot{z}\hat{z}$$
$$\vec{a} = \frac{d^2\vec{s}}{dt^2} = (a_x, a_y, a_z) = \ddot{x}\hat{x} + \ddot{y}\hat{y} + \ddot{z}\hat{z}$$

- 미소 부피: $dV = dxdydz$

② **원통형 좌표계**: ρ, ϕ, z축 각 수직을 이루는 3차원 좌표계이다. x, y 평면 회전 대칭성 및 z축 평행이동 대칭성이 있다.



- 단위 벡터 ρ, ϕ, z: 원통형 좌표계에서 단위 벡터 $\hat{\rho}$, $\hat{\phi}$는 회전대칭성을 가지므로 회전하게 되면 시간에 따라 단위 벡터의 방향이 바뀌게 된다. 즉, 시간에 대한 상수가 아니다.

- 위치, 속도, 가속도

$$\vec{s} = \overrightarrow{OP} = (x, y, z) = (\rho\cos\phi, \rho\sin\phi, z) = \vec{\rho} + \vec{z} = \rho\hat{\rho} + z\hat{z}$$

$$\frac{d\vec{s}}{dt} = (\dot{\rho}\cos\phi - \rho\dot{\phi}\sin\phi, \dot{\rho}\sin\phi + \rho\dot{\phi}\cos\phi, \dot{z}) = \dot{\rho}\hat{\rho} + \rho\dot{\phi}(-\sin\phi, \cos\phi) + \dot{z}\hat{z}$$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{s}}{dt} = \frac{d}{dt}(\vec{\rho} + \vec{z}) = \frac{d}{dt}(\rho\hat{\rho} + z\hat{z}) = \dot{\rho}\hat{\rho} + \rho\dot{\hat{\rho}} + \dot{z}\hat{z}$$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{s}}{dt} = (v_\rho, v_\phi, v_z) = \dot{\rho}\hat{\rho} + \rho\dot{\phi}\hat{\phi} + \dot{z}\hat{z}$$

$$\therefore \dot{\hat{\rho}} = \dot{\phi}\hat{\phi}$$

$$\hat{\phi} = (-\sin\phi, \cos\phi)$$

$$\dot{\hat{\phi}} = \dot{\phi}(-\cos\phi, -\sin\phi) = -\dot{\phi}\hat{\rho}$$

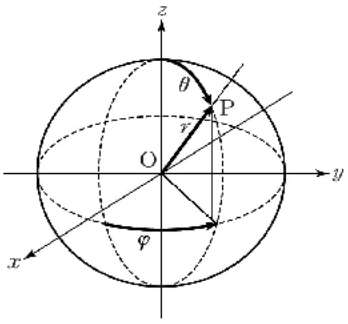
$$\vec{a} = (a_\rho, a_\phi, a_z) = \frac{d}{dt}(\dot{\rho}\hat{\rho} + \rho\dot{\phi}\hat{\phi} + \dot{z}\hat{z})$$

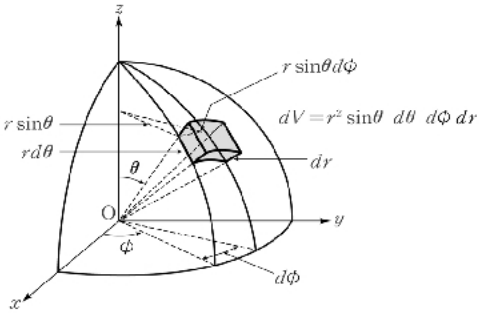
$$= \ddot{\rho}\hat{\rho} + \dot{\rho}\dot{\hat{\rho}} + \dot{\rho}\dot{\phi}\hat{\phi} + \rho\ddot{\phi}\hat{\phi} + \rho\dot{\phi}\dot{\hat{\phi}} + \ddot{z}\hat{z}$$

$$= (\ddot{\rho} - \rho\dot{\phi}^2)\hat{\rho} + (\rho\ddot{\phi} + 2\dot{\rho}\dot{\phi})\hat{\phi} + \ddot{z}\hat{z}$$

- 미소 부피: $dV = d\rho(\rho d\phi)dz = \rho\, d\rho d\phi dz$

③ 구면 좌표계: r, θ, ϕ축 각 수직을 이루는 3차원 좌표계이다. ϕ, θ회전 대칭성이 있다.





• 단위 벡터 $\hat{r}, \hat{\theta}, \hat{\phi}$: 구면 좌표계에서 $\hat{r}, \hat{\theta}, \hat{\phi}$는 회전대칭성을 가지므로 회전하게 되면 시간에 따라 단위 벡터의 방향이 바뀌게 된다. 즉, 시간에 대한 상수가 아니다.

• 위치, 속도

$$\vec{s} = \overrightarrow{OP} = (x, y, z) = (r\sin\theta\cos\phi, r\sin\theta\sin\phi, r\cos\theta) = r\hat{r}$$

$$\frac{d\vec{s}}{dt} = (\dot{r}\sin\theta\cos\phi + r\dot{\theta}\cos\theta\cos\phi - r\dot{\phi}\sin\theta\sin\phi,$$
$$\dot{r}\sin\theta\sin\phi + r\dot{\theta}\cos\theta\sin\phi + r\dot{\phi}\cos\phi, \dot{r}\cos\theta - r\dot{\theta}\sin\theta)$$
$$= \dot{r}\hat{r} + r\sin\theta\,\dot{\phi}(-\sin\phi, \cos\phi, 0) + r\dot{\theta}(\cos\theta\cos\phi, \cos\theta\sin\phi, -\sin\theta)$$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{s}}{dt} = \dot{r}\hat{r} + r\dot{\hat{r}}$$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{s}}{dt} = (v_r, v_\theta, v_\phi) = \dot{r}\hat{r} + r\dot{\theta}\hat{\theta} + r\sin\theta\dot{\phi}\hat{\phi}$$

$$\therefore \dot{\hat{r}} = \dot{\theta}\hat{\theta} + \sin\theta\dot{\phi}\hat{\phi}$$

• 미소 부피: $dV = dr(r\sin\theta d\phi)rd\theta = r^2\sin\theta\, dr d\theta d\phi$

2. 미적분 공식

(1) 3차원 미분 연산자 ∇

① Gradient $\vec{\nabla} f$: 기하적 의미는 특정좌표에서 기울기를 의미한다.

• 직교좌표계(x, y, z): $\nabla f = \left(\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, \frac{\partial f}{\partial z}\right)$

• 원통좌표계(ρ, ϕ, z): $\nabla f = (\frac{\partial f}{\partial \rho}, \frac{1}{\rho}\frac{\partial f}{\partial \phi}, \frac{\partial f}{\partial z})$

• 구면좌표계(r, θ, ϕ): $\nabla f = (\frac{\partial f}{\partial r}, \frac{1}{r}\frac{\partial f}{\partial \theta}, \frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial f}{\partial \phi})$

② Divergence $\vec{\nabla} \cdot \vec{F}$: 기하적 의미는 특정좌표계에서 각 좌표축 방향으로 이동 성분을 의미한다. 즉, 중심에 대해 퍼져나가는 성분을 말한다.

• 직교좌표계(x, y, z): $\nabla \cdot F = \frac{\partial F_x}{\partial x} + \frac{\partial F_y}{\partial y} + \frac{\partial F_z}{\partial z}$

• 원통좌표계(ρ, ϕ, z): $\nabla \cdot F = \frac{1}{\rho}\frac{\partial}{\partial \rho}(\rho F_\rho) + \frac{1}{\rho}\frac{\partial F_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial F_z}{\partial z}$

• 구면좌표계(r, θ, ϕ): $\nabla \cdot F = \frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}(r^2 F_r) + \frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial}{\partial \theta}(\sin\theta F_\theta) + \frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial F_\phi}{\partial \phi}$

③ Curl $\vec{\nabla} \times \vec{F}$: 기하적 의미는 특정좌표계에서 각 좌표축을 회전축으로 회전 성분을 의미한다. 즉, 중심에 대해 회전 성분을 말한다.

• 직교좌표계(x, y, z)

$$\nabla \times F = \begin{vmatrix} \hat{x} & \hat{y} & \hat{z} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix} = (\frac{\partial F_z}{\partial y} - \frac{\partial F_y}{\partial z}, \frac{\partial F_x}{\partial z} - \frac{\partial F_z}{\partial x}, \frac{\partial F_y}{\partial x} - \frac{\partial F_x}{\partial y})$$

• 원통좌표계(ρ, ϕ, z)

$$\nabla \times F = \frac{1}{\rho}\begin{vmatrix} \hat{\rho} & \rho\hat{\phi} & \hat{z} \\ \frac{\partial}{\partial \rho} & \frac{\partial}{\partial \phi} & \frac{\partial}{\partial z} \\ F_\rho & \rho F_\phi & F_z \end{vmatrix} = (\frac{1}{\rho}\frac{\partial F_z}{\partial \phi} - \frac{\partial F_\phi}{\partial z})\hat{\rho} + (\frac{\partial F_\rho}{\partial z} - \frac{\partial F_z}{\partial \rho})\hat{\phi} + (\frac{1}{\rho}\frac{\partial}{\partial \rho}(\rho F_\phi) - \frac{1}{\rho}\frac{\partial F_\rho}{\partial \phi})\hat{z}$$

• 구면좌표계(r, θ, ϕ)

$$\nabla \times F = \frac{1}{r^2\sin\theta}\begin{vmatrix} \hat{r} & r\hat{\theta} & r\sin\theta\hat{\phi} \\ \frac{\partial}{\partial r} & \frac{\partial}{\partial \theta} & \frac{\partial}{\partial \phi} \\ F_r & rF_\theta & (r\sin\theta)F_\phi \end{vmatrix}$$

$$= \frac{1}{r\sin\theta}\left[\frac{\partial}{\partial \theta}(\sin\theta F_\phi) - \frac{\partial F_\theta}{\partial \phi}\right]\hat{r} + \frac{1}{r}\left[\frac{1}{\sin\theta}\frac{\partial F_r}{\partial \phi} - \frac{\partial}{\partial r}(rF_\phi)\right]\hat{\theta} + \frac{1}{r}\left[\frac{\partial}{\partial r}(rF_\theta) - \frac{\partial F_r}{\partial \theta}\right]\hat{\phi}$$

(2) 가우스 발산 법칙

$$\int \vec{\nabla} \cdot \vec{F} dV = \int \vec{F} \cdot d\vec{S}$$

가우스 발산 법칙은 벡터장 $\vec{F}$의 발산, 즉 뻗어나가는 성분을 알아내는 데 사용된다.

(3) 스토크스 법칙

$$\int (\vec{\nabla} \times \vec{F}) \cdot d\vec{S} = \int \vec{F} \cdot d\vec{l}$$

스토크스 법칙은 벡터장 $\vec{F}$의 회전성분을 알아내는 데 사용된다.

3. 행렬

1차식 $ax + by = m,\ cx + dy = n$ 일 때 행렬로 표현하면

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m \\ n \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}^{-1}\begin{pmatrix} m \\ n \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \frac{1}{ad - bc}\begin{pmatrix} d & -b \\ -c & a \end{pmatrix}\begin{pmatrix} m \\ n \end{pmatrix}$$

복잡한 1차 방정식의 해를 동시에 구하거나 해의 존재성을 판명할 때 사용된다.

※ 회전 변환

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

▲ 점의 회전 변환

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

▲ 좌표축의 회전 변환

4. 삼각함수 공식

(1) 피타고라스 정리

- $\cos^2\theta + \sin^2\theta = 1$
- $1 + \tan^2\theta = \sec^2\theta$
- $1 + \cot^2\theta = \mathrm{cosec}^2\theta$

(2) 삼각함수 합차 공식

- $\sin(\alpha+\beta) = \sin\alpha\cos\beta + \cos\alpha\sin\beta$
- $\sin(\alpha-\beta) = \sin\alpha\cos\beta - \cos\alpha\sin\beta$
- $\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta$
- $\cos(\alpha-\beta) = \cos\alpha\cos\beta + \sin\alpha\sin\beta$
- $\tan(\alpha+\beta) = \dfrac{\tan\alpha + \tan\beta}{1-\tan\alpha\tan\beta}$
- $\tan(\alpha-\beta) = \dfrac{\tan\alpha - \tan\beta}{1+\tan\alpha\tan\beta}$

(3) 삼각함수 두배각 공식

- $\sin 2\theta = 2\sin\theta\cos\theta$
- $\cos 2\theta = \cos^2\theta - \sin^2\theta$
  $= 2\cos^2\theta - 1$
  $= 1 - 2\sin^2\theta$
- $\tan 2\theta = \dfrac{2\tan\theta}{1-\tan^2\theta}$

(4) 삼각함수 반각 공식

- $\cos^2\theta = \dfrac{1+\cos 2\theta}{2}$
- $\sin^2\theta = \dfrac{1-\cos 2\theta}{2}$

(5) 삼각함수 합성 공식

- $\sin A + \sin B = 2\sin(\dfrac{A+B}{2})\cos(\dfrac{A-B}{2})$
- $\sin A - \sin B = 2\cos(\dfrac{A+B}{2})\sin(\dfrac{A-B}{2})$
- $\cos A + \cos B = 2\cos(\dfrac{A+B}{2})\cos(\dfrac{A-B}{2})$
- $\cos A - \cos B = -2\sin(\dfrac{A+B}{2})\sin(\dfrac{A-B}{2})$

CONTENTS

차례

Part 07 전기회로

Part 08 기본역학

Part 09 심화 전자기학

Part 10 양자역학

Part 11 현대물리

핵심 이론정리

1 1, 2차원 운동

(1) 1차원 등가속도 직선운동

$$v = v_0 + at,\ s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2,\ v^2 - v_0^2 = 2as$$

(v_0 : 처음속도 v : 나중속도 s : 변위 a : 가속도 t : 시간)

(2) 2차원 포물선 운동

x축 방향 성분	y축 방향 성분
$a_x = 0$	$a_y = -g$
$v_x = v_{0x} + a_x t = v_0\cos\theta$	$v_y = v_{0y} + a_y t = v_0\sin\theta - gt$
$x = v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2 = v_0\cos\theta \cdot t$	$y = v_{0y}t + \frac{1}{2}a_y t^2 = v_0\sin\theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$

① 최고점 도달 시간 t_H : $t_H = \dfrac{v_0\sin\theta}{g}$

② 수평 도달 시간 t_R : $t_R = \dfrac{2v_0\sin\theta}{g}$

③ 최고점 높이 H : $H = \dfrac{(v_0\sin\theta)^2}{2g}$

④ 수평 도달 거리 $R(=x_{\max})$: $R = \dfrac{2v_0^2\sin\theta\cos\theta}{g} = \dfrac{v_0^2\sin 2\theta}{g}$

따라서 $\sin 2\theta = 1$일 때, 즉 $\theta = 45°$일 때 최댓값 $R_{\max} = \dfrac{v_0^2}{g}$을 가진다.

⑤ 운동 경로의 식

$x = v_0\cos\theta \cdot t$와 $y = v_0\sin\theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$에서 시간 t를 소거하여 정리하면

$y = \tan\theta \cdot x - \dfrac{g}{2v_0^2\cos^2\theta}x^2$(포물선 방정식)

$y = \tan\theta \cdot x - \dfrac{g}{2v_0^2}(\tan^2\theta + 1)x^2$(포물선 방정식)

운동 방향의 기울기 : $\tan\phi = \dfrac{v_y}{v_x} = \dfrac{v_0\sin\theta - gt}{v_0\cos\theta}$ (최고점 전에는 양수값을, 최고점 후에는 음수값을 가짐)

2 운동법칙

(1) 1법칙(관성의 법칙)

물체에 힘이 작용하지 않거나 (작용해도) 그 합이 0이면, 정지하고 있던 물체는 계속 정지해 있고(=정지 관성), 운동하던 물체는 등속직선운동을 계속(=운동 관성)한다.

① 관성(inertia) : 물체가 현재 가진 운동 상태를 계속 유지하려는 성질
물체의 질량이 클수록 관성도 크다.

㉠ 정지 관성 : 정지해 있는 물체가 계속 정지해 있으려는 성질

㉡ 운동 관성 : 운동하고 있는 물체가 속도의 변화 없이 그대로 계속 운동하려는 성질

② 관성 공간 vs 가속 공간

㉠ 관성 공간 : 정지 혹은 등속도운동 하는 물체 내부

㉡ 가속 공간 : 가속 운동하는 물체의 내부

③ 관성력 : 가속 운동하는 물체 내부에 작용하는 가상적인 힘

(2) 2법칙(가속도의 법칙)

$$a = \frac{F}{m} \quad ; \quad F = ma$$

물체에 힘이 작용할 때, 힘의 방향으로 가속도($a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{F}{m}$)가 생기며, 가속도의 크기는 힘의 크기에 비례하고 질량의 크기에 반비례한다.

(3) 3법칙(작용-반작용의 법칙)

물체 A가 물체 B에 힘(작용)을 작용하면 B도 A에 반드시 크기가 같고 방향이 반대인 힘(반작용)을 작용한다.

(4) 마찰력

외력에 저항하거나 운동을 방해하는 힘 (정지~ / 운동~)

① 정지마찰력 : 정지된 상태에서 물체가 받는 마찰력 (=가해준 힘의 크기)

② 최대정지마찰력 : 정지해 있는 물체를 운동시키려면 최대정지마찰력보다 큰 힘을 가해야 한다.

- **안 움직일 때** : $f = F_{외부}$
- **막 움직일 때** : $f = \mu_s N$ → 최대 정지 마찰력
- **움직일 때** : $f = \mu_k N$ → 운동 마찰력

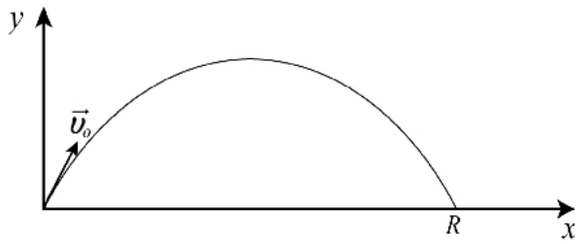
핵심 기출문제

● 정답 및 해설 2~16쪽

1 1, 2차원 운동

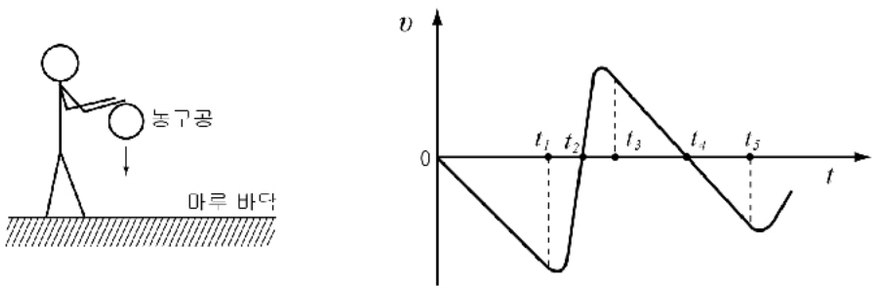
2006-10

01 중력가속도 g인 수평면 위에서 물체를 초기 속도 $\vec{v}_0$로 발사하여 수평 거리 R인 지점에 떨어지게 하려고 한다. 이 경우, 초기 속도의 수평 성분과 연직 성분의 곱 $v_{0x} \times v_{0y}$를 구하시오. 또, 수평 거리 R에 도달하기 위해서 물체가 가져야 할 최소의 초기 속력 $v_{\min}$을 구하시오.



2007-09

02 그림 (가)는 어떤 높이에서 잡고 있던 농구공을 단단한 마루 바닥을 향해 가만히 놓은 것을 나타내고, 그림 (나)는 시간 t에 따른 이 농구공의 속도 v를 나타낸 것이다. 그림 (나)에서 $0 \sim t_1$구간과 $t_3 \sim t_5$구간의 그래프는 직선이고, $t_1 \sim t_3$구간의 그래프는 직선이 아니다.



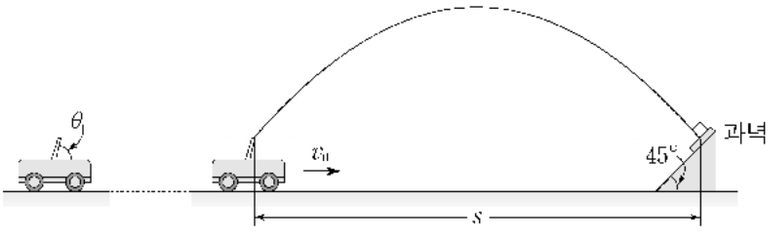
1) 이 농구공이 바닥에서 다시 튀어 오른 후 최고점에 도달한 시각을 찾으시오.

2) $t_3 \sim t_5$의 직선 구간에서 농구공의 가속도를 구하시오.

3) $t_3 \sim t_5$의 직선 구간에서 속도 $v(t)$를 g, t, t_4로 나타내시오. (단, 공기 저항은 무시하고, 중력가속도는 g이다.)

2018-A02

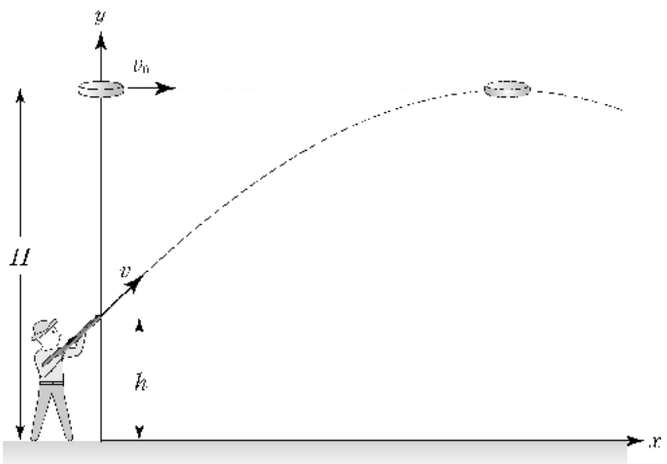
03 그림 (가)와 같이 정지해 있는 장난감 자동차에 총알이 속력 v_0으로 발사되는 장난감 총을 수평면과 이루는 각이 θ가 되도록 고정시켰다. 이 자동차가 일정한 속력 v_0으로 직선 운동할 때 총알을 발사하였더니 그림 (나)와 같이 총알이 포물선 운동을 하여 수평 거리 s만큼 날아가 수평면에 대해 45° 기울어진 과녁에 수직으로 충돌하였다.



v_0와 θ를 각각 구하시오. (단, 중력 가속의 크기는 g이고, 총알의 질량은 자동차의 질량에 비해 매우 작고, 공기 저항은 무시한다.)

2017-A02

04 그림은 장난감 총을 사용하여 지면으로부터 높이 H에서 일정한 속력 v_0으로 수평으로 날아가는 물체를 맞히려는 것을 나타낸 것이다.



물체가 총구 끝 연직 위를 지나는 순간에 총알을 발사하여 총알 궤적의 최고점에서 물체를 맞히기 위한 발사 속력 v를 구하시오. (단, 공기 저항과 물체의 크기는 무시하고, 지면으로부터 총구 끝의 높이는 h, 중력 가속도는 g이다.)

Part 03 열역학

● 본책 82 ~ 94쪽

1 열역학적 과정

01

○ 본책 P. 82

정답 1) $\frac{3}{2}RdT+PdV=0$, $PV=RT$,

2) $W=\frac{3}{2}R(T_H-T_L)$, 3) 해설 참고

영역	열역학
핵심 개념	단열과정
평가요소 및 기준	단열과정의 정의로부터 일과 보존되는 값 계산

해설

1) 열역학 1법칙은 에너지 보존법칙이다.

$dQ=dE_k+PdV$

$\therefore \frac{3}{2}RdT+PdV=0$

이상기체 상태방정식은 $PV=RT$ 이다.

2) $0=dE_k+PdV$ 이므로

$W=-\Delta E_k=-\frac{3}{2}R(T_L-T_H)$

$\therefore W=\frac{3}{2}R(T_H-T_L)$

3) $\frac{3}{2}RdT+PdV=0$, $PV=RT$

$\frac{3}{2}RdT+\frac{RT}{V}dV=0 \rightarrow \frac{dT}{T}+\frac{2}{3}\frac{dV}{V}=0$

$\ln\frac{T_H}{T_L}+\frac{2}{3}\ln\frac{V_f}{V_i}=0 \rightarrow \frac{T_H}{T_L}\left(\frac{V_f}{V_i}\right)^{2/3}=1$

$T_LV_i^{2/3}=T_HV_f^{2/3}$

$PV=RT$를 대입하면 $P_iV_i^{5/3}=P_fV_f^{5/3}$이다.

02

○ 본책 P. 83

정답 1) $W_{bc}=4P_0V_0$, 2) $Q_{bc}=10P_0V_0$,

3) $W_{cd}=0$, 4) $Q_{cd}=-\frac{27}{4}P_0V_0$

영역	열역학
핵심 개념	등압과정, 등적과정에서의 열출입과 한 일
평가요소 및 기준	상태방정식과 각 과정에서의 열역학적 정의

해설

1) 한일은 $P-V$다이어그램의 아래 넓이이다.

$W_{bc}=\int PdV=2P_0(3V_0-V_0)=4P_0V_0$

2) $T_b=T_0$라 하면, 이상기체 상태방정식으로부터

$2P_0V_0=RT_0$, $2P_0(3V_0)=RT_c \rightarrow T_c=3T_0$

등압과정에서 열량은

$Q_{bc}=C_P\Delta T=\frac{5}{2}R\Delta T=5RT_0=10P_0V_0$

참고로 등압과정에서 $\Delta Q=\frac{3}{2}nR\Delta T+nR\Delta T$ 이므로 등압과정에서 열량 ΔQ와 내부에너지 변화량 ΔE_k, 그리고 한일 W의 비는 $\Delta Q:\Delta E_k:W=5:3:2$이다.

3) 등적과정에서는 한일이 없다. $W_{cd}=0$

4) 이상기체 상태방정식 $\frac{P_0}{2}(3V_0)=RT_d \rightarrow T_d=\frac{3}{4}T_0$

$Q_{cd}=\Delta E_k=\frac{3}{2}R(T_d-T_c)$

$=-\frac{27}{8}RT_0=-\frac{27}{4}P_0V_0$

$\therefore Q_{cd}=-\frac{27}{4}P_0V_0$

03

○ 본책 P. 83

정답 1) $T_1=\frac{V_1}{V_0}T_0$, 2) $W_2=P_0V_0\ln\frac{V_1}{V_0}$,

3) $T_3=T_0\left(\frac{V_0}{V_1}\right)^{2/3}$

영역	열역학
핵심 개념	열역학적 과정에서 일구하기, 이상기체 상태방정식, 단열과정 공식
평가요소 및 기준	열역학적 과정에서 일의 정의 및 단열과정 보존식 활용

해설

이상기체 상태방정식에 의해서 $P_0V_0=RT_0$

1) 등압과정이므로

$P_0V_1=RT_1 \rightarrow \frac{RT_0}{V_0}V_1=RT_1$

$\therefore T_1=\frac{V_1}{V_0}T_0$

2) 일의 정의에 의해서

$$W_2 = \int_{V_0}^{V_1} PdV = RT_0 \int_{V_0}^{V_1} \frac{dV}{V} = RT_0 \ln \frac{V_1}{V_0}$$

$$\therefore W_2 = P_0 V_0 \ln \frac{V_1}{V_0}$$

3) 단열과정 공식에 의해서 이상기체의 비열비 $\gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{5}{3}$ 이다.

$$T_0 V_0^{\gamma-1} = T_3 V_1^{\gamma-1}$$

$$\therefore T_3 = T_0 \left(\frac{V_0}{V_1}\right)^{2/3}$$

04

본책 P. 84

정답 ②

영역	열역학
핵심 개념	이상기체 상태방정식, 열평형상태의 에너지 보존
평가요소 및 기준	열역학적 에너지보존 활용 및 두 기체의 상태방정식 연산

해설

이상기체 상태방정식 $PV = nRT$와 내부 에너지 $U = \frac{3}{2}nRT$를 이용하자.

기체가 섞여도 전체 내부에너지는 일정하다. 각각의 몰수를 n_1, n_2라 하면

$$U = \frac{3}{2}n_1 RT_1 + \frac{3}{2}n_2 RT_2 = \frac{3}{2}R(n_1 + n_2)\,T'$$

$$\rightarrow 6PV + PV = (n_1 + n_2)\,RT' = \left(\frac{6PV}{T_1} + \frac{PV}{T_2}\right)T'$$

$$\therefore T' = \frac{7T_1T_2}{T_1 + 6T_2}$$

두 기체가 섞였을 때의 압력을 P'이라 하고 전체 부피는 $3V$이므로 이상기체 상태방정식은

$$P'(3V) = (n_1 + n_2)RT' = 7PV$$

$$\therefore P' = \frac{7}{3}P$$

05

본책 P. 85

정답 ⑤

영역	열역학
핵심 개념	이상기체 상태방정식, 등온과정, 단열과정의 특징
평가요소 및 기준	등온, 단열 과정의 특징 및 연산

해설

등온과정 $P_1V_1 = nRT_1$

단열과정 $P_1V_1^{\gamma} = PV^{\gamma}$

ㄱ. 단열과정 $\Delta Q = 0 = \Delta E_k + W$인데 단열팽창하게 되면 일을 하기 때문에 내부에너지가 감소한다. 즉 온도가 낮아지므로 등온과정 아래에 있게 되므로 과정 A가 등온과정이다.

ㄴ. 위에서 말 한데로 단열팽창은 내부 에너지가 감소하게 된다.

ㄷ. $A: P = \frac{P_1V_1}{V}$

$$\rightarrow \frac{dP}{dV} = -\frac{P_1V_1}{V^2} = -\frac{P_1V_1}{V_0^2} = -\frac{2P_0V_0}{V_0^2}$$

$$\rightarrow \left(\frac{dP}{dV}\right)_A = -\frac{2P_0}{V_0}$$

$B: P = \frac{P_1V_1^{\gamma}}{V^{\gamma}}$

$$\rightarrow \frac{dP}{dV} = -\gamma\left(\frac{P_1V_1^{\gamma}}{V_0^{\gamma+1}}\right) = -\gamma\left(\frac{P_0V_0^{\gamma}}{V_0^{\gamma+1}}\right) = -\gamma\left(\frac{P_0}{V_0}\right)$$

$$\rightarrow \left(\frac{dP}{dV}\right)_B = -\gamma\left(\frac{P_0}{V_0}\right)$$

$$\therefore \left(\frac{dP}{dV}\right)_B \Big/ \left(\frac{dP}{dV}\right)_A = \frac{\gamma}{2}$$

06

본책 P. 86

정답 ⑤

영역	열역학
핵심 개념	이상기체 상태방정식
평가요소 및 기준	두 기체의 상태방정식 활용 및 계산

해설

왼쪽과 오른쪽의 몰수를 각각 n_1, n_2라 하면

$p_1V_1 = n_1RT$, $p_2V_2 = n_2RT$

이동하여 압력이 같아졌을 때는

$p\,V_1' = n_1RT = p_1V_1$

$p\,V_2' = n_2RT = p_2V_2$

두 식을 더하면

$p(V_1' + V_2') = p_1V_1 + p_2V_2$

$$p = \frac{P_1V_1 + p_2V_2}{V_1' + V_2'} = \frac{p_1V_1 + p_2V_2}{V_1 + V_2}$$

$(\because V_1 + V_2 = V_1' + V_2')$

$$\therefore p = \frac{p_1V_1 + p_2V_2}{V_1 + V_2}$$

정승현

전공물리 기출문제집

초판인쇄 | 2023. 2. 10. **초판발행** | 2023. 2. 15. **편저자** | 정승현
발행인 | 박 용 **발행처** | (주)박문각출판 **등록** | 2015년 4월 29일 제2015-000104호
주소 | 06654 서울특별시 서초구 효령로 283 서경 B/D **팩스** | (02)584-2927
전화 | 교재 문의 (02) 6466-7202, 동영상 문의 (02) 6466-7201

ISBN 979-11-6987-160-0 | 979-11-6987-159-4(SET)
정가 29,000원(분권포함)

2022 한국 브랜드 만족지수 1위
교육(교육서비스)부문 1위

2021 조선일보 국가브랜드 대상
에듀테크 부문 수상

2021 대한민국 소비자 선호도 1위
교육부문 1위 선정

2020 한국산업의 1등
브랜드 대상 수상

2019 한국우수브랜드
평가대상 수상

2018 대한민국 교육산업 대상
교육서비스 부문 수상

2017 대한민국 고객만족
브랜드 대상 수상

2017 한국소비자선호도 1위
브랜드 대상 수상

2016 한국 소비자
만족지수 1위 선정

브랜드스탁 BSTI
브랜드 가치평가 1위

정승현

전공물리 기출문제집

교재관련 문의 02-6466-7202
학원관련 문의 02-816-2030
온라인강의 문의 02-6466-7201

PMG 박문각 www.pmg.co.kr

ISBN 979-11-6987-160-0
ISBN 979-11-6987-159-4(SET)

(본 교재는 저작권법에 의해 보호받는 저작물입니다.)

정가 29,000원