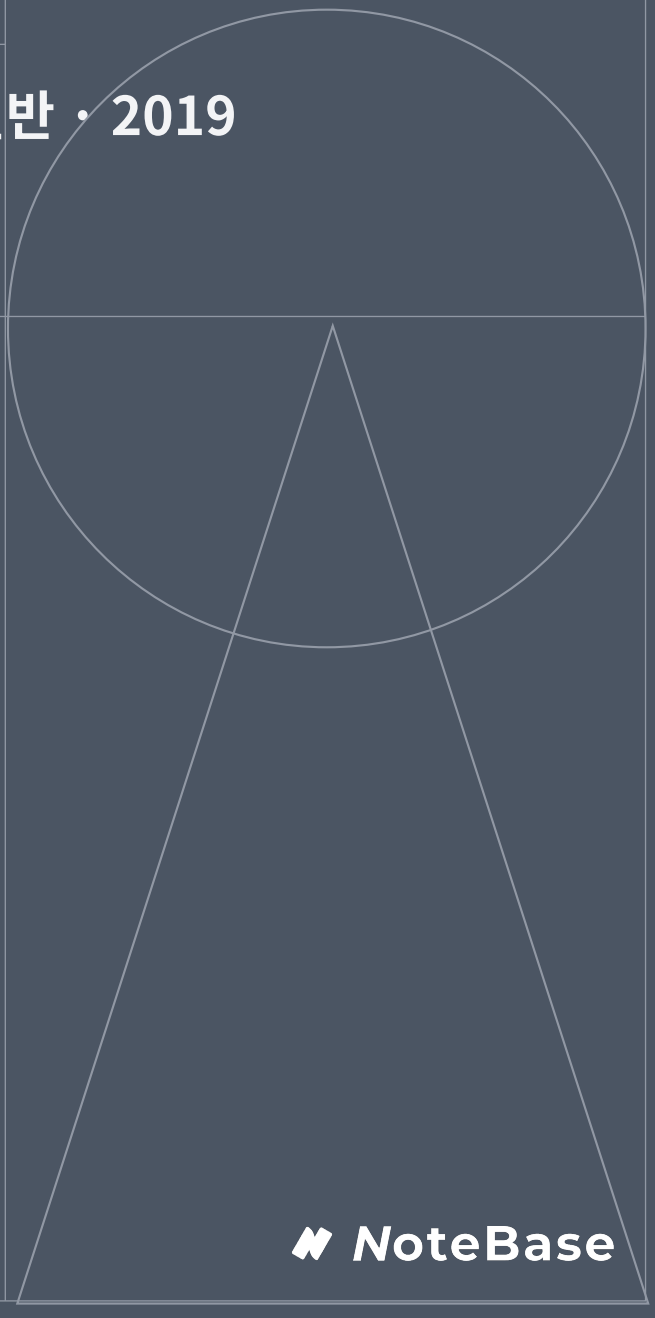
기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 기계일반 · 2019



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 기계일반 · 2019

공무원/국회직/9급 · 기계일반 · 2019

1. 지면에서 공을 v_0의 속도로 수직으로 던질 때와 지면과 30°의 각도를 이루도록 던질 때 공이 다시 지면에 닿는 소요시간을 측정하였다. 수직으로 던진 경우 소요시간을 t_1, 30°의 각도로 던진 경우 소요시간을 t_2라고 하면 $t_1 : t_2$는?

   ① $4 : 1$
   ② $2 : 1$
   ③ $\sqrt{2} : 1$
   ④ $1 : 1$
   ⑤ $1 : 2$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 공기 저항을 무시한 포물선 운동에서 연직방향의 운동만 이용해 비행시간의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 두 경우 모두 처음 속력은 v_0이고, 출발점과 도착점은 지면으로 높이가 같다.
구해야 할 값: 수직으로 던진 경우의 시간 t_1과 지면에서 30 °로 던진 경우의 시간 t_2의 비이다.
주의할 조건: 체공시간은 수평속도가 아니라 처음 속도의 연직성분으로 결정된다.

사용할 공식

처음 높이와 도착 높이가 같은 포물선 운동의 비행시간은
$T = \frac{2v_0 \sin\theta}{g}$
이다. 물체가 최고점에 도달하는 데 걸리는 시간 $v_0 \sin\theta / g$과 최고점에서 같은 높이로 내려오는 시간이 같으므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 수직으로 던질 때는 $\theta = 90\,^\circ$이므로
$t_1 = \frac{2v_0 \sin 90\,^\circ}{g} = \frac{2v_0}{g}$
이다.
2. $30\,^\circ$로 던질 때는
$t_2 = \frac{2v_0 \sin 30\,^\circ}{g} = \frac{v_0}{g}$
이다.
3. 따라서
$t_1 : t_2 = \frac{2v_0}{g} : \frac{v_0}{g} = 2 : 1$
이다.

선지 판단

① X — $t_1 : t_2$는 4 : 1이 아니다. 두 시간은 각각 $2v_0/g$, v_0/g이므로 올바른 비는 2 : 1이다.
② O — 계산 결과 $t_1 : t_2 = 2 : 1$이므로 옳다.
③ X — $t_1 : t_2$는 $\sqrt{2} : 1$이 아니다. 비행시간에는 속도의 연직성분 $v_0 \sin\theta$가 작용하므로 $\sin 30\,^\circ = 1/2$를 적용한 올바른 비는 2 : 1이다.
④ X — $t_1 : t_2$는 1 : 1이 아니다. 처음 속력은 같지만 연직성분이 각각 v_0, $v_0/2$로 다르므로 올바른 비는 2 : 1이다.
⑤ X — $t_1 : t_2$는 1 : 2가 아니다. 수직으로 던질 때의 연직성분이 더 크므로 t_1이 t_2의 2배이며, 올바른 비는 2 : 1이다.

오답 포인트

처음 속력 v_0가 같다는 이유로 체공시간도 같다고 판단하면 ④를 고르게 된다. 체공시간에는 전체 속력이 아니라 연직성분 $v_0 \sin\theta$만 관여하며, $30\,^\circ$에서는 이 값이 $v_0/2$가 된다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 높이에서 출발해 같은 높이에 도달하는 투사 운동은 먼저 $v_{0y} = v_0 \sin\theta$를 구한 뒤 $T = 2v_{0y}/g$에 대입하고, 공통인 v_0와 g를 약분해 시간의 비를 판단한다.

암기 포인트

같은 높이로 돌아오는 비행시간은 연직 초속도에 비례한다: $T \propto v_0 \sin\theta$.

NoteBase

2. 자동차가 $10m/s^2$의 일정한 가속도로 달리고 있다. 만약 정지 상태에서 출발하였다면 출발점을 기준으로 10초 후의 위치와 속도는?

① 450m, 100m/s
② 450m, 95m/s
③ 450m, 90m/s
④ 500m, 90m/s
⑤ 500m, 100m/s

정답 5번

출제 포인트

정지 상태에서 출발한 등가속도 운동의 속도와 위치를 각각 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 초기속도 $v_0 = 0$, 가속도 $a = 10m/s^2$, 시간 $t = 10s$이다.
구해야 할 값: 출발점으로부터의 위치 x와 10초 후 속도 v이다.
주의할 조건: 가속도가 일정하고 정지 상태에서 출발하므로 초기속도 항은 0이다.

사용할 공식

등가속도 직선운동에서 속도와 위치는 다음과 같다.
$v = v_0 + at$
$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$
가속도가 일정하고 초기속도, 가속도, 시간이 주어졌으므로 이 두 공식을 적용한다.

계산 과정

1. 10초 후 속도는
$v = 0 + (10m/s^2)(10s) = 100m/s$
이다.
2. 출발점으로부터의 위치는
$x = 0 + \frac{1}{2}(10m/s^2)(10s)^2 = 500m$
이다.
따라서 위치는 $500m$, 속도는 $100m/s$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 속도 100m/s는 맞지만 위치 450m가 틀리다. 올바르게는 위치 500m, 속도 100m/s이다.
② X — 위치 450m와 속도 95m/s가 모두 계산 결과와 다르다. 올바르게는 위치 500m, 속도 100m/s이다.
③ X — 위치 450m와 속도 90m/s가 모두 계산 결과와 다르다. 올바르게는 위치 500m, 속도 100m/s이다.
④ X — 위치 500m는 맞지만 속도 90m/s가 틀리다. 올바르게는 위치 500m, 속도 100m/s이다.
⑤ O — 위치 500m, 속도 100m/s로 두 계산 결과가 모두 일치한다.

오답 포인트

속도 공식 $v = at$와 위치 공식 $x = \frac{1}{2}at^2$를 혼동하는 것이 핵심 함정이다. 위치를 구할 때는 시간의 제곱과 $\frac{1}{2}$을 모두 반영해야 하며, 위치와 속도 중 하나만 맞는 ①과 ④도 정답이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

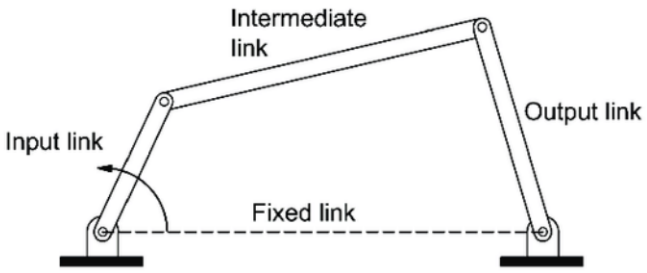
초기속도·가속도·시간을 먼저 정리한 뒤 속도는 $v = v_0 + at$, 위치는 $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$로 따로 계산하고, 마지막에 각 값의 단위를 확인한다.

암기 포인트

정지 출발 등가속도 운동에서는 $v = at$, $x = \frac{1}{2}at^2$이다.

NoteBase

3. 다음과 같은 4절 링크(Four-bar Linkage)의 자유도(Degree of Freedom)는?



① 0
② 1
③ 2
④ 3
⑤ 4

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 평면 기구의 자유도 공식인 그뤼블러-쿠츠바흐 식을 이용해 4절 링크의 자유도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 고정 링크를 포함한 링크 수는 $n = 4$이고, 회전 운동쌍의 수는 $j_1 = 4$이다.
구해야 할 값: 기구의 자유도 F이다.
주의할 조건: 고정 링크도 전체 링크 수에 포함하며, 그림의 네 연결부는 모두 1자유도 회전 운동쌍이다. 고차 운동쌍은 없으므로 $j_2 = 0$이다.

사용할 공식

평면 기구의 자유도 공식은 다음과 같다.
$F = 3(n-1) - 2j_1 - j_2$
n은 고정 링크를 포함한 전체 링크 수, j_1은 1자유도 하위 운동쌍 수, j_2는 고차 운동쌍 수이다. 이 기구는 평면에서 움직이고 모든 연결부가 회전 운동쌍이므로 이 공식을 적용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 고정 링크, 입력 링크, 중간 링크, 출력 링크를 세면 $n = 4$이다.
2. 회전 운동쌍 네 개를 세면 $j_1 = 4$이고, 고차 운동쌍은 없으므로 $j_2 = 0$이다.
3. 공식에 대입하면 다음과 같다.

$F = 3(4 - 1) - 2(4) - 0 = 9 - 8 = 1$

따라서 4절 링크의 자유도는 1이다.

선지 판단

① X — 자유도 0은 계산 결과 1과 다르다. 올바르게는 자유도 1이다.
② O — 계산 결과 $F = 1$이므로 옳다. 입력 링크의 회전각 하나를 정하면 나머지 링크의 위치가 결정된다.
③ X — 자유도 2는 계산 결과 1과 다르다. 올바르게는 자유도 1이다.
④ X — 자유도 3은 계산 결과 1과 다르다. 올바르게는 자유도 1이다.
⑤ X — 자유도 4는 계산 결과 1과 다르다. 올바르게는 자유도 1이다.

오답 포인트

고정 링크를 링크 수에서 빼고 $n = 3$으로 세거나, 링크 네 개와 회전 운동쌍 네 개를 단순히 같은 수로 보고 자유도를 판단하면 틀리기 쉽다. 공식의 $n - 1$이 이미 고정 링크의 구속을 반영하므로 전체 링크 수에는 고정 링크까지 포함해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

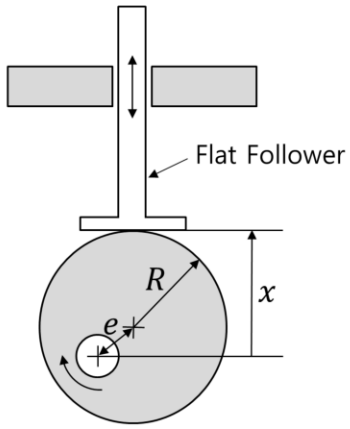
평면 링크 기구에서는 먼저 고정 링크를 포함한 전체 링크 수를 세고, 다음으로 회전·미끄럼 운동쌍과 고차 운동쌍을 구분한 뒤 $F = 3(n - 1) - 2j_1 - j_2$에 대입한다.

암기 포인트

평면 4절 링크는 링크 4개와 1자유도 회전 운동쌍 4개로 이루어져 자유도는 1이다.

NoteBase

4. 회전운동을 상하 직선운동으로 변환시켜주는 캠(Cam)에서 편심(e)에 의해 Flat Follower의 변위가 $x(t)=R+e\sin(\omega t)$로 주어질 때 가속도의 최대값은?



① e^2
② $e\omega$
③ $e\omega^2$
④ $R\omega^2$
⑤ $R^2\omega$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 캠에 의한 종동절의 변위식을 시간에 대해 두 번 미분하여 가속도의 최댓값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 변위: $x(t) = R + e\sin(\omega t)$
구해야 할 값: 가속도 $a(t)$의 최대 크기
주의할 조건: R은 시간에 따라 변하지 않는 상수이므로 미분하면 0이 된다.

사용할 공식

속도와 가속도는 각각 변위의 1차 및 2차 시간미분이다.
$v(t) = \frac{dx}{dt}, \qquad a(t) = \frac{d^2x}{dt^2}$
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 시간의 함수로 주어진 변위로부터 가속도를 구해야 하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 변위식을 한 번 미분하면 속도는 다음과 같다.

$v(t) = \frac{dx}{dt} = e\omega\cos(\omega t)$

2. 속도식을 다시 미분하면 가속도는 다음과 같다.

$a(t) = \frac{d^2x}{dt^2} = -e\omega^2\sin(\omega t)$

3. $|\sin(\omega t)|$의 최댓값은 1이므로 가속도 크기의 최댓값은 다음과 같다.

$a_{max} = e\omega^2$

선지 판단

① X — e^2은 편심을 제곱한 값일 뿐 시간에 대한 두 번의 미분에서 생기는 ω^2가 없다. e^2이 아니라 $e\omega^2$이다.

② X — $e\omega$는 속도 $v(t) = e\omega\cos(\omega t)$의 최대 크기이다. 가속도의 최댓값은 $e\omega^2$이다.

③ O — $a(t) = -e\omega^2\sin(\omega t)$이므로 그 크기의 최댓값은 $e\omega^2$이다.

④ X — R은 변위의 일정한 기준값이므로 미분 과정에서 사라진다. $R\omega^2$이 아니라 $e\omega^2$이다.

⑤ X — $R^2\omega$는 변위식을 두 번 미분한 결과가 아니며, 일정한 R은 가속도에 영향을 주지 않는다. $R^2\omega$가 아니라 $e\omega^2$이다.

계산 결과 $e\omega^2$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

②의 $e\omega$는 속도의 최댓값이므로 한 번만 미분하고 멈추면 고르기 쉽다. 또한 R은 캠의 기준 반지름에 해당하는 상수항이어서 가속도 계산에는 남지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

변위식에서 속도는 한 번, 가속도는 두 번 시간미분한다. 사인 또는 코사인의 최대 크기는 1로 두고, 상수항은 미분하면 사라지는지 확인한다.

암기 포인트

조화운동 $x = C + A\sin(\omega t)$에서는 최대 속도가 $A\omega$, 최대 가속도가 $A\omega^2$이다.

NoteBase

5. 기계 강재의 인장시험 결과인 응력-변형률(Stress-Strain) 선도로부터 구할 수 없는 것은?

① 포아송 비(Poisson's Ratio)
② 탄성 계수(Young's Modulus)
③ 인장 강도(Tensile Strength)
④ 파괴점(Fracture Point)
⑤ 항복 강도(Yield Strength)

정답 1번

출제 포인트

인장시험의 응력-변형률 선도에서 직접 구할 수 있는 기계적 성질과 별도의 가로 방향 변형률 측정이 필요한 성질을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

응력-변형률 선도는 인장 하중에 따른 축 방향 응력과 축 방향 변형률의 관계를 나타낸다. 이 선도의 초기 직선부 기울기에서 탄성 계수, 최대 응력에서 인장 강도, 항복이 시작되는 응력에서 항복 강도, 곡선의 끝점에서 파괴점을 구할 수 있다. 반면 푸아송 비는 탄성 범위에서 가로 변형률과 세로 변형률의 비인 v=-_가로/_세로이므로, 축 방향 응력-변형률 선도만으로는 구할 수 없다.

선지별 해설

① O — 푸아송 비는 가로 변형률과 세로 변형률을 함께 알아야 한다. 일반적인 축 방향 응력-변형률 선도에는 가로 변형률 정보가 없으므로 선도만으로 구할 수 없다.
② X — 탄성 계수는 응력-변형률 선도의 초기 탄성 직선부 기울기 $E = \Delta\sigma/\Delta\varepsilon$로 구할 수 있다. 틀린 판단은 탄성 계수를 선도에서 구할 수 없다고 보는 것이며, 올바르게는 초기 직선부 기울기에서 구할 수 있다.
③ X — 인장 강도는 공칭 응력-변형률 선도에서 최대 공칭 응력으로 구할 수 있다. 틀린 판단은 인장 강도를 선도에서 구할 수 없다고 보는 것이며, 올바르게는 선도의 최고점에서 구할 수 있다.
④ X — 파괴점은 시험편이 파단되어 응력-변형률 곡선이 끝나는 점으로 확인할 수 있다. 틀린 판단은 파괴점을 선도에서 구할 수 없다고 보는 것이며, 올바르게는 곡선의 끝점에서 확인할 수 있다.
⑤ X — 항복 강도는 뚜렷한 항복점이 있으면 그 응력으로, 뚜렷하지 않으면 규정된 오프셋법으로 선도에서 구할 수 있다. 틀린 판단은 항복 강도를 선도에서 구할 수 없다고 보는 것이며, 올바르게는 항복점 또는 오프셋법으로 구할 수 있다.

NoteBase

오답 포인트

푸아송 비도 인장시험 중 측정할 수 있다는 사실과 축 방향 응력-변형률 선도만으로 구할 수 있다는 판단을 혼동하기 쉽다. 푸아송 비를 구하려면 축 방향 데이터 외에 시험편 폭이나 지름의 가로 방향 변형률 측정값이 추가로 필요하다.

다시 나오면 이렇게 판단

선도의 기울기·최고점·항복점·끝점에 대응하면 각각 탄성 계수·인장 강도·항복 강도·파괴점을 구할 수 있다. 가로 변형률이 필요한 푸아송 비는 축 방향 응력-변형률 선도만으로 구할 수 없는 것으로 판단한다.

암기 포인트

선도에서는 기울기·최고점·항복점·끝점을 읽고, 푸아송 비에는 가로 변형률이 더 필요하다.

NoteBase

6. 단면적이 500mm^{2}인 봉에 무게 5kN의 추를 설치했더니 봉에 발생한 인장응력이 재료의 허용인장응력까지 도달했다. 이 봉재의 극한강도가 30MPa이면 안전율은?

① 1
② 2
③ 3
④ 4
⑤ 5

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 축하중으로 발생한 인장응력을 허용인장응력으로 보고, 극한강도와 허용인장응력의 비로 안전율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 단면적은 $A = 500\text{mm}^2$, 하중은 $P = 5\text{kN}$, 극한강도는 $\sigma_u = 30\text{MPa}$이다.
구해야 할 값: 안전율 n이다.
주의할 조건: 봉에 발생한 인장응력이 허용인장응력까지 도달했으므로, 계산한 인장응력과 허용인장응력은 같다.

사용할 공식

인장응력은 $\sigma = P/A$이고, 안전율은 $n = \sigma_u/\sigma_{allow}$이다.
축방향 하중을 단면적으로 나누면 봉에 발생한 인장응력을 구할 수 있다. 이 응력이 허용인장응력에 도달했다는 조건이므로 이를 안전율 공식의 분모에 사용한다.

계산 과정

1. 하중을 변환하면 $5\text{kN} = 5{,}000\text{N}$이다.
2. 인장응력은 $\sigma = \frac{P}{A} = \frac{5{,}000\text{N}}{500\text{mm}^2} = 10\text{N/mm}^2 = 10\text{MPa}$이다.
3. 허용인장응력은 10MPa이므로 안전율은 $n = \frac{\sigma_u}{\sigma_{allow}} = \frac{30\text{MPa}}{10\text{MPa}} = 3$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 안전율 1은 계산 결과와 다르다. 안전율이 1이라면 허용인장응력이 극한강도와 같은 30MPa여야 하지만, 이 봉의 허용인장응력은 10MPa이다. 올바른 안전율은 3이다.
② X — 안전율 2는 계산 결과와 다르다. 안전율이 2라면 허용인장응력은 30/2 = 15MPa여야 한다. 올바른 안전율은 3이다.
③ O — 극한강도 30MPa를 허용인장응력 10MPa로 나누면 안전율은 3이다.
④ X — 안전율 4는 계산 결과와 다르다. 안전율이 4라면 허용인장응력은 30/4 = 7.5MPa여야 한다. 올바른 안전율은 3이다.
⑤ X — 안전율 5는 계산 결과와 다르다. 안전율이 5라면 허용인장응력은 30/5 = 6MPa여야 한다. 올바른 안전율은 3이다.
계산 결과 안전율은 3이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

극한강도만 보고 안전율을 정하거나, 하중 5kN을 5,000N으로 변환하지 않는 실수가 핵심 함정이다. 또한 안전율은 허용응력을 극한강도로 나누는 값이 아니라 극한강도를 허용응력으로 나누는 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

축하중 문제에서는 먼저 $\sigma = P/A$로 실제 응력을 구하고, 실제 응력이 허용응력에 도달했다는 조건을 확인한 뒤 $n = \sigma_u/\sigma_{allow}$를 적용한다. 마지막으로 하중과 면적의 단위가 서로 맞는지 검산한다.

암기 포인트

안전율은 '극한강도 ÷ 허용응력'이며, $1\text{N/mm}^2 = 1\text{MPa}$이다.

NoteBase

7. (A)는 정밀 주조법의 일종으로, 기계 가공하여 제작한 금형에 용해된 알루미늄, 아연 등의 합금을 가압 주입하여 냉각 및 응고시켜 정밀 주물을 제조하는 공정이다. (A)에 들어갈 옳은 용어는?

① 원심 주조법
② 칠드 주조법
③ 인베스트먼트법
④ 다이캐스팅
⑤ CO_2 주조법

정답 4번

출제 포인트

용융 금속을 금형에 가압 주입하여 정밀 주물을 대량 생산하는 주조법의 명칭을 묻는 문제이다.

핵심 개념

다이캐스팅은 용융된 알루미늄·아연 등의 합금을 정밀하게 가공한 금속제 금형에 높은 압력으로 주입한 뒤 냉각·응고시키는 주조법이다. 핵심 구별어는 '금형', '가압 주입', '정밀 주물'이다.
원심 주조법은 회전하는 주형의 원심력을 이용하고, 칠드 주조법은 급랭으로 표면 등을 경화하며, 인베스트먼트법은 소모성 모형 주위에 내화재 주형을 만들고, CO_2 주조법은 CO_2 가스로 규산나트륨계 주형사를 경화한다.

선지별 해설

① X — 원심 주조법은 회전하는 주형에 용탕을 넣고 원심력으로 주물을 성형하는 방법이다. 틀린 표현은 '원심 주조법'이며, 제시된 공정은 다이캐스팅이다.
② X — 칠드 주조법은 금속 냉각재 등을 이용해 용탕을 빠르게 냉각하여 주물의 표면 등에 단단한 조직을 형성하는 방법이다. 틀린 표현은 '칠드 주조법'이며, 금형에 용탕을 가압 주입하는 방법은 다이캐스팅이다.
③ X — 인베스트먼트법은 왁스 등의 소모성 모형을 내화재로 둘러싼 뒤 모형을 제거하여 만든 주형에 용탕을 붓는 정밀 주조법이다. 틀린 표현은 '인베스트먼트법'이며, 금속제 금형에 직접 가압 주입하는 방법은 다이캐스팅이다.
④ O — 다이캐스팅은 정밀 가공한 금형에 알루미늄·아연 등의 용탕을 압력으로 주입하고 냉각·응고시키므로 제시된 설명과 일치한다.
⑤ X — CO_2 주조법은 규산나트륨을 점결제로 사용한 주형사에 CO_2 가스를 통과시켜 주형을 경화하는 방법이다. 틀린 표현은 'CO_2 주조법'이며, 용탕을 금형에 가압 주입하는 방법은 다이캐스팅이다.

NoteBase

오답 포인트

인베스트먼트법도 정밀 주물을 만들 수 있다는 점 때문에 ③과 혼동하기 쉽다. 그러나 '기계 가공한 금형에 용탕을 가압 주입'한다는 문구는 다이캐스팅을 직접 가리킨다.

다시 나오면 이렇게 판단

주조법은 주형의 종류와 용탕을 채우는 방식으로 구별한다. 금속제 금형에 압력으로 주입하면 다이캐스팅, 회전과 원심력이 나오면 원심 주조, 소모성 왁스 모형과 내화재가 나오면 인베스트먼트법으로 판단한다.

암기 포인트

금형 + 가압 주입 + 정밀 주물 = 다이캐스팅이다.

NoteBase

8. 고분자는 열을 가했을 때 재용융되는 (A)고분자와 열을 가해도 재용융되지 않는 (B)고분자로 나뉜다. 이 때 (A), (B) 각각에 알맞은 용어는?

① 열가소성, 열경화성
② 열경화성, 열가소성
③ 비결정성, 반결정성
④ 반결정성, 비결정성
⑤ 반결정성, 열가소성

정답 1번

출제 포인트

고분자를 가열 후 다시 성형할 수 있는지에 따라 열가소성 고분자와 열경화성 고분자로 구분하는 문제이다.

핵심 개념

열가소성 고분자: 가열하면 연화되고 냉각하면 다시 굳는 변화가 반복되어 재성형할 수 있는 고분자이다.
키워드는 재가열·재성형이다.
열경화성 고분자: 가열하여 경화될 때 가교된 망상 구조가 형성되므로 다시 가열해도 연화·재성형되지 않는 고분자이다. 키워드는 경화·비가역적 가교이다.
비결정성·반결정성은 분자 배열의 질서도에 따른 구조 분류이다. 열가소성·열경화성과는 구분 기준이 다르며, 열가소성 고분자에는 비결정성인 것과 반결정성인 것이 모두 있다.

선지별 해설

① O — 가열하면 재용융·재성형할 수 있는 (A)는 열가소성이고, 가열하여 한 번 경화된 뒤 다시 성형할 수 없는 (B)는 열경화성이므로 알맞다.
② X — '(A) 열경화성, (B) 열가소성'은 두 용어의 위치가 뒤바뀌었다. 올바르게는 '(A) 열가소성, (B) 열경화성'이다.
③ X — '비결정성, 반결정성'은 분자 배열에 따른 구분이므로 재가열 후 재성형 가능 여부를 나타내는 용어가 아니다. 올바르게는 '(A) 열가소성, (B) 열경화성'이다.
④ X — '반결정성, 비결정성'은 구조 분류이며, 모든 열가소성 고분자가 반결정성인 것도 아니다. 올바르게는 '(A) 열가소성, (B) 열경화성'이다.
⑤ X — (A)의 '반결정성'은 재성형 가능성을 나타내는 분류가 아니고, (B)의 '열가소성'은 가열하면 다시 성형할 수 있는 고분자를 뜻하므로 모두 맞지 않는다. 올바르게는 '(A) 열가소성, (B) 열경화성'이다.

NoteBase

오답 포인트

③~⑤는 열가소성·열경화성이라는 열적 성형 특성의 분류와 비결정성·반결정성이라는 분자 배열의 분류를 혼동하게 한다. 특히 열가소성 고분자가 반드시 반결정성이라는 식으로 대응시키면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

가열과 냉각을 반복해 다시 성형할 수 있으면 열가소성, 가열 경화 후 가교 구조 때문에 다시 성형할 수 없으면 열경화성으로 판단한다. 결정성 관련 용어는 재성형 가능 여부의 직접적인 분류명이 아니다.

암기 포인트

열가소성은 다시 녹여 성형, 열경화성은 한 번 경화되면 재성형 불가이다.

NoteBase

9. 다음 중 강의 처리 방법과 그 영향으로 옳지 않은 것은?

① 뜨임 - 담금질한 강의 인성 증가
② 담금질 - 경도 증가
③ 불림 - 재질의 균일화
④ 풀림 - 내부 응력 제거
⑤ 침탄 - 경도 감소

정답 5번

출제 포인트

강의 대표적인 열처리·표면경화 처리와 그에 따른 조직 및 기계적 성질의 변화를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

담금질은 강을 가열한 뒤 급랭하여 경도를 높이는 처리이고, 뜨임은 담금질한 강을 다시 적정 온도로 가열·냉각하여 취성을 줄이고 인성을 높이는 처리이다.
불림은 가열 후 공랭하여 조직과 재질을 균일하게 하고 결정립을 미세화하는 처리이며, 풀림은 충분히 가열한 뒤 서서히 냉각하여 연화하고 내부 응력을 제거하는 처리이다.
침탄은 저탄소강 표면에 탄소를 침투시킨 뒤 경화하여 표면 경도와 내마모성을 높이는 표면경화법이다.

선지별 해설

① O — 뜨임은 담금질로 단단하지만 취약해진 강의 취성을 줄여 인성을 증가시킨다.
② O — 담금질은 급랭으로 단단한 조직을 형성하여 강의 경도를 증가시킨다.
③ O — 불림은 가열 후 공랭하여 불균일한 조직을 정돈하므로 재질과 조직의 균일화에 도움이 된다.
④ O — 풀림은 서냉을 통해 재료를 연화하고 가공이나 열처리 과정에서 생긴 내부 응력을 제거한다.
⑤ X — 틀린 표현은 '경도 감소'이다. 침탄은 표면의 탄소 농도를 높이고 통상 후속 담금질로 표면을 경화하므로, 올바르게는 '침탄 - 표면 경도 증가'이다.

오답 포인트

⑤의 침탄을 풀림과 같은 연화 처리로 혼동하기 쉽다. 침탄은 표면을 단단하게 하는 처리이므로 '경도 감소'가 아니라 '표면 경도 증가'가 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

처리별 대표 효과를 연결한다. 담금질은 경도 증가, 뜨임은 인성 증가, 불림은 조직 균일화, 풀림은 연화·내부 응력 제거, 침탄은 표면 경도 증가로 판단한다.

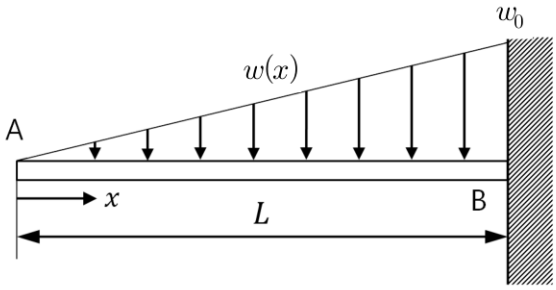
NoteBase

암기 포인트

담경·뜨인·불균·풀응·침표경: 담금질은 경도, 뜨임은 인성, 불림은 균일화, 풀림은 응력 제거, 침탄은 표면 경도 증가이다.

NoteBase

10. 외팔보가 그림과 같이 A에서 0이고 B에서 w_0인 삼각형 분포하중 $w(x)$를 받고 있다. B에서의 전단력과 굽힘모멘트는?



① $-\frac{w_0 L}{3}, -\frac{w_0 L^2}{9}$

② $-\frac{w_0 L^2}{3}, -\frac{w_0 L^3}{9}$

③ $-\frac{w_0 L}{3}, -\frac{w_0 L^2}{6}$

④ $-\frac{w_0 L^2}{2}, -\frac{w_0 L^3}{6}$

⑤ $-\frac{w_0 L}{2}, -\frac{w_0 L^2}{6}$

정답 5번

출제 포인트

삼각형 분포하중의 합력과 B점에 대한 모멘트를 적분하여 고정단 B의 전단력과 굽힘모멘트를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 보의 길이는 L이고, 하중은 A에서 0, B에서 w_0가 되도록 선형으로 증가하므로 $w(x) = w_0 x/L$이다.
구해야 할 값: B에서의 전단력 V_B와 굽힘모멘트 M_B이다.
주의할 조건: 하중은 아래쪽이며, 선지의 부호 규약에 따르면 이를 지지하는 B단의 내력은 음의 전단력과 음의 굽힘모멘트로 표시된다.

사용할 공식

$V_B = -\int_0^L w(x)dx$
$M_B = -\int_0^L w(x)(L-x)dx$
전단력은 전체 분포하중의 합력과 평형을 이루어야 하고, 굽힘모멘트는 각 미소하중이 B점에 만드는 모멘트의 합과 평형을 이루어야 하므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 삼각형 분포하중의 합력은 하중도의 면적과 같다.
$W = \int_0^L \frac{w_0 x}{L} dx = \frac{w_0 L}{2}$
따라서 B에서의 전단력은 $V_B = -w_0 L/2$이다.
2. 이 삼각형 하중의 합력 작용점은 A에서 $2L/3$, 즉 B에서 $L/3$ 떨어진 곳이다.
3. B점에 대한 하중의 모멘트 크기는 다음과 같다.
$W\left(\frac{L}{3}\right) = \frac{w_0 L}{2} \cdot \frac{L}{3} = \frac{w_0 L^2}{6}$
따라서 B에서의 굽힘모멘트는 $M_B = -w_0 L^2/6$이다.

선지 판단

① X — $-w_0 L/3$과 $-w_0 L^2/9$은 각각 삼각형 하중의 면적과 그 합력의 모멘트를 잘못 계산한 값이다. 올바르게는 $V_B = -w_0 L/2$, $M_B = -w_0 L^2/6$이다.
② X — 전단력에 $w_0 L^2$, 모멘트에 $w_0 L^3$을 사용하여 길이 차원이 하나씩 더 들어갔다. 올바르게는 전단력이 $w_0 L$ 차원인 $-w_0 L/2$, 모멘트가 $w_0 L^2$ 차원인 $-w_0 L^2/6$이다.
③ X — 굽힘모멘트 $-w_0 L^2/6$은 맞지만, 전단력 $-w_0 L/3$이 틀렸다. 삼각형 하중의 면적은 $w_0 L/2$이므로 전단력은 $-w_0 L/2$이다.
④ X — 전단력과 모멘트에 각각 길이가 하나씩 더 곱해져 단위가 맞지 않는다. 올바르게는 $V_B = -w_0 L/2$, $M_B = -w_0 L^2/6$이다.
⑤ O — 삼각형 하중의 합력은 $w_0 L/2$이고 B에서 합력 작용점까지의 거리는 $L/3$이므로 $V_B = -w_0 L/2$, $M_B = -w_0 L^2/6$이다.

오답 포인트

삼각형 하중의 도심 위치 $L/3$을 합력 계산에도 적용하여 전단력을 $w_0 L/3$으로 만드는 실수가 핵심 함정이다. $L/3$은 B에서 합력 작용점까지의 거리이고, 합력 자체는 삼각형 면적인 $w_0 L/2$이다. 또한 전단력의 차원은 $w_0 L$, 모멘트의 차원은 $w_0 L^2$이므로 ②와 ④는 단위만으로도 제외된다.

다시 나오면 이렇게 판단

분포하중 문제는 먼저 하중도 면적으로 합력을 구하고, 다음으로 하중도 도심에서 모멘트 기준점까지의 거리를 곱한 뒤, 마지막에 부호와 단위를 검산한다.

암기 포인트

삼각형 하중은 합력 = 밑변 × 높이 ÷2, 작용점 = 큰 하중 쪽에서 밑변의 1/3 지점이다.

NoteBase

11. 평면응력상태의 응력이 σ_x= 15MPa, σ_y= 75MPa, τ_{xy}= 40MPa로 주어졌을 때, 주응력은? (단위: MPa)

① σ_1= 75, σ_2= 15

② σ_1= 95, σ_2= 15

③ σ_1= 80, σ_2= 10

④ σ_1= 95, σ_2= -5

⑤ σ_1= 95, σ_2= -10

정답 4번

출제 포인트

평면응력상태에서 평균수직응력과 모어 원의 반지름을 이용하여 최대·최소 주응력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $\sigma_x = 15MPa$, $\sigma_y = 75MPa$, $\tau_{xy} = 40MPa$이다.
구해야 할 값: 큰 주응력 σ_1과 작은 주응력 σ_2이다.
주의할 조건: 전단응력은 평균수직응력에는 들어가지 않지만, 주응력 차이를 결정하는 반지름에는 제곱으로 들어간다.

사용할 공식

평면응력상태의 주응력 공식은 다음과 같다.
$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$
이 공식은 서로 수직인 두 면의 수직응력과 전단응력이 주어졌을 때, 전단응력이 0이 되는 면에서의 최대·최소 수직응력인 주응력을 구하는 식이다.

계산 과정

1. 평균수직응력을 구한다.
$\frac{15 + 75}{2} = 45MPa$
2. 모어 원의 반지름을 구한다.
$R = \sqrt{\left(\frac{15 - 75}{2}\right)^2 + 40^2} = \sqrt{(-30)^2 + 1600} = \sqrt{2500} = 50MPa$
3. 평균수직응력에 반지름을 더하고 빼면 주응력이 된다.
$\sigma_1 = 45 + 50 = 95MPa, \qquad \sigma_2 = 45 - 50 = -5MPa$

NoteBase

선지 판단

① X — $\sigma_1 = 75MPa$, $\sigma_2 = 15MPa$는 전단응력의 영향을 반영하지 않고 주어진 수직응력만 큰 값과 작은 값으로 배열한 결과이다. 올바르게는 $\sigma_1 = 95MPa$, $\sigma_2 = -5MPa$이다.
② X — $\sigma_1 = 95MPa$는 맞지만 $\sigma_2 = 15MPa$는 틀리다. 평균수직응력에서 반지름을 빼야 하므로 올바르게는 $\sigma_2 = 45 - 50 = -5MPa$이다.
③ X — $\sigma_1 = 80MPa$, $\sigma_2 = 10MPa$는 평균값 $45MPa$을 중심으로 한 반지름 $50MPa$을 반영하지 않은 값이다. 올바르게는 $\sigma_1 = 95MPa$, $\sigma_2 = -5MPa$이다.
④ O — 계산 결과가 $\sigma_1 = 95MPa$, $\sigma_2 = -5MPa$와 정확히 일치한다.
⑤ X — $\sigma_1 = 95MPa$는 맞지만 $\sigma_2 = -10MPa$는 틀리다. 올바르게는 $45 - 50 = -5MPa$이므로 $\sigma_2 = -5MPa$이다.
계산 결과 $\sigma_1 = 95MPa$, $\sigma_2 = -5MPa$이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

전단응력 $\tau_{xy} = 40MPa$을 빠뜨리면 ①처럼 주어진 수직응력 자체를 주응력으로 착각하게 된다. 또한 반지름 $50MPa$을 평균수직응력 $45MPa$에서 빼면 음수가 되므로, 작은 주응력의 부호를 반드시 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $\sigma_{avg} = (\sigma_x + \sigma_y)/2$를 구하고, 다음으로 $R = \sqrt{((\sigma_x - \sigma_y)/2)^2 + \tau_{xy}^2}$를 구한다. 마지막으로 $\sigma_1 = \sigma_{avg} + R$, $\sigma_2 = \sigma_{avg} - R$를 계산하고 두 값의 합이 $\sigma_x + \sigma_y$와 같은지 검산한다.

암기 포인트

주응력은 '평균수직응력 ± 모어 원의 반지름'이며, 두 주응력의 합은 원래 두 수직응력의 합과 같다.

NoteBase

12. $\phi 45_{0}^{+0.025}$인 구멍에 $\phi 45_{-0.016}^{0}$인 축(Shaft)을 끼워 맞춤할 때 최대틈새와 최대죔새의 차이는? (단위: mm)

① 0.025
② 0.016
③ 0.041
④ 0.009
⑤ 0

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 치수공차가 표시된 구멍과 축의 최대·최소 허용치수를 구한 뒤 최대틈새를 계산하는 문제이다.

조건 정리

구멍의 기준치수는 45mm, 위 치수허용차는 $+0.025mm$, 아래 치수허용차는 $0mm$이다. 따라서 최대 구멍치수는 $45.025mm$이다.
축의 기준치수는 45mm, 위 치수허용차는 $0mm$, 아래 치수허용차는 $-0.016mm$이다. 따라서 최소 축치수는 $44.984mm$이다.
구해야 할 값은 최대 구멍치수와 최소 축치수의 차인 최대틈새이다.

사용할 공식

최대틈새=최대 구멍치수-최소 축치수
틈새는 구멍치수에서 축치수를 뺀 값이며, 그 값이 가장 커지려면 구멍은 가장 크고 축은 가장 작아야 하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 최대 구멍치수는 $45 + 0.025 = 45.025mm$이다.
2. 최소 축치수는 $45 - 0.016 = 44.984mm$이다.
3. 최대틈새는 다음과 같다.

$45.025 - 44.984 = 0.041mm$
따라서 최대틈새는 $0.041mm$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 0.025mm는 구멍의 위 치수허용차일 뿐 최대틈새가 아니다. 올바르게는 최대 구멍치수에서 최소 축치수를 빼서 0.041mm로 계산한다.
② X — 0.016mm는 축의 아래 치수허용차의 크기일 뿐 최대틈새가 아니다. 올바르게는 구멍의 증가분 0.025mm와 축의 감소분 0.016mm를 함께 반영하여 0.041mm로 계산한다.
③ O — 최대 구멍치수 45.025mm에서 최소 축치수 44.984mm를 빼면 0.041mm이므로 맞다.
④ X — 0.009mm는 두 허용차의 크기를 $0.025 - 0.016$으로 잘못 뺀 값이다. 축이 기준치수보다 작아지면 틈새는 커지므로 올바르게는 $0.025 + 0.016 = 0.041mm$이다.
⑤ X — 0mm는 최소 구멍치수 45.000mm와 최대 축치수 45.000mm가 같을 때의 최소틈새이다. 올바른 최대틈새는 0.041mm이다.

오답 포인트

축의 아래 치수허용차가 $-0.016mm$이므로 최소 축치수는 작아진다. 최대틈새를 구할 때 허용차의 크기를 $0.025 - 0.016$으로 빼는 것이 아니라, 최대 구멍과 최소 축의 조합에 따라 두 증가 효과를 합해야 한다. 또한 0mm는 최대틈새가 아니라 최소틈새이다.

다시 나오면 이렇게 판단

최대틈새는 최대 구멍치수와 최소 축치수를 먼저 각각 구한 뒤 구멍치수에서 축치수를 빼서 판단한다.
최소틈새는 반대로 최소 구멍치수에서 최대 축치수를 뺀다.

암기 포인트

최대틈새는 큰 구멍과 작은 축의 조합이며, $C_{max} = D_{max} - d_{min}$이다.

NoteBase

13. 고온 열원의 온도가 1000K, 저온 열원의 온도가 700K이다. 이 두 열원 사이에서 작동하는 카르노 엔진이 고온부에서 100kJ의 열을 받는다. 이 엔진의 효율과 일은?

① 30%, 30kJ
② 40%, 40kJ
③ 50%, 50kJ
④ 60%, 60kJ
⑤ 70%, 70kJ

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 고온 열원과 저온 열원의 절대온도로 카르노 엔진의 열효율을 구하고, 공급받은 열량으로 엔진이 한 일을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 고온 열원의 온도 $T_H = 1000K$, 저온 열원의 온도 $T_L = 700K$, 고온부에서 받은 열량 $Q_H = 100kJ$ 이다.
구해야 할 값: 카르노 엔진의 효율 η와 일 W이다.
주의할 조건: 카르노 효율에는 섭씨온도가 아니라 절대온도를 사용하며, 이 문제의 온도는 이미 K로 주어져 있다.

사용할 공식

카르노 엔진의 열효율은
$\eta = 1 - \frac{T_L}{T_H}$
이고, 열효율의 정의에 따라 엔진이 한 일은
$W = \eta Q_H$
이다. 두 열원 사이에서 작동하는 카르노 엔진이므로 열원들의 절대온도만으로 효율을 구할 수 있다.

계산 과정

1. 카르노 효율을 계산한다.
$\eta = 1 - \frac{700}{1000} = 0.3 = 30\%$
2. 고온부에서 받은 열량에 효율을 곱한다.
$W = 0.3 \times 100kJ = 30kJ$
따라서 효율은 30%이고, 엔진이 한 일은 30kJ이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 효율 30%와 일 30kJ가 계산 결과와 모두 일치한다.
② X — 40%, 40kJ는 계산 결과와 다르다. 올바르게는 효율 30%, 일 30kJ이다.
③ X — 50%, 50kJ는 계산 결과와 다르다. 올바르게는 효율 30%, 일 30kJ이다.
④ X — 60%, 60kJ는 계산 결과와 다르다. 올바르게는 효율 30%, 일 30kJ이다.
⑤ X — 70%, 70kJ는 온도비 $T_L/T_H = 700/1000 = 0.7$을 효율로 잘못 사용한 값이다. 올바르게는 이를 1에서 뺀 30%가 효율이고, 일은 30kJ이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 저온과 고온의 온도비 70%를 효율로 바로 선택하는 것이다. T_L/T_H는 저온부로 방출되는 열의 비율에 해당하고, 카르노 효율은 $1 - T_L/T_H$이므로 30%이다. 또한 효율 30%를 구한 뒤 받은 열량 100kJ에 곱해야 일이 30kJ가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

두 열원의 절대온도를 확인한 뒤 $\eta = 1 - T_L/T_H$로 효율을 구하고, $W = \eta Q_H$로 일을 계산한다. 마지막에는 효율이 0과 1 사이인지, 일이 공급열보다 작은지 검산한다.

암기 포인트

카르노 효율은 '1 - 저온/고온'이고, 일은 '효율 × 받은 열'이다.

NoteBase

14. 비중이 0.7인 물체 A를 비중이 1.0인 액체 B에 넣는다. 액체 B에 잠기는 물체 A의 체적은 물체 A 전체의 몇 %인가?

① 10
② 30
③ 50
④ 70
⑤ 90

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 물체가 액체에 떠 있을 때 중력과 부력이 평형을 이룬다는 원리를 이용해 잠긴 체적의 비율을 구하는 문제이다.

조건 정리

물체 A의 비중: 0.7
액체 B의 비중: 1.0
구해야 할 값: 물체 A의 전체 체적 중 액체 B에 잠기는 체적의 백분율
주의할 조건: 물체가 떠 있으므로 물체의 무게와 부력이 같다.

사용할 공식

떠 있는 물체의 평형식은 다음과 같다.
_A V_전체g=_B V_잠김g
따라서 잠긴 체적의 비율은 다음과 같다.
V_잠김V_전체=(_A)/(_B)=물체의 비중액체의 비중
이 공식을 쓰는 이유는 물체가 떠 있는 상태에서는 물체의 무게와 밀려난 액체가 만드는 부력이 같기 때문이다.

계산 과정

1. 비중의 비로 잠긴 체적의 비율을 구한다.
V_잠김V_전체=(0.7)/(1.0)=0.7
2. 백분율로 바꾼다.
0.7 × 100 = 70%
따라서 물체 A는 전체 체적의 70%가 액체 B에 잠긴다.

NoteBase

선지 판단

① X — 10%는 계산 결과 70%와 다르다. 10%가 아니라 70%로 고쳐야 한다.
② X — 30%는 물 위로 드러난 체적의 비율이다. 잠긴 체적의 비율은 30%가 아니라 70%이다.
③ X — 50%는 두 비중의 비 0.7을 반영하지 않은 값이다. 50%가 아니라 70%로 고쳐야 한다.
④ O — 비중의 비가 0.7/1.0 = 0.7이므로 잠긴 체적은 전체의 70%이다.
⑤ X — 90%는 비중의 비와 일치하지 않는다. 90%가 아니라 70%로 고쳐야 한다.
계산 결과가 70%이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

잠긴 부분과 물 위로 드러난 부분을 바꾸어 생각하기 쉽다. 잠긴 비율은 70%이고, 물 위로 드러난 비율은 100% − 70% = 30%이므로 ②는 드러난 체적을 묻는 경우의 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

떠 있는 물체는 먼저 물체의 비중을 액체의 비중으로 나누어 잠긴 체적의 비율을 구한 뒤, 100을 곱해 백분율로 바꾸고 잠긴 부분과 드러난 부분을 구분한다.

암기 포인트

떠 있는 물체의 잠긴 체적 비율은 물체의 비중을 액체의 비중으로 나눈 값이다.

NoteBase

15. 피스톤-실린더 장치에서 피스톤에 100kJ의 일을 가해 실린더 내 기체를 압축한다. 압축과정에서 기체는 가열되고 그 결과 실린더 벽면을 통해 45kJ의 열손실이 발생한다. 이 과정에서 내부에너지 변화는? (단위: kJ)

① 35
② 45
③ 55
④ 100
⑤ 145

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 폐쇄계에 대한 열역학 제1법칙을 이용하여 압축 과정의 내부에너지 변화를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 피스톤이 기체에 한 일은 $W_{on} = 100kJ$, 실린더 밖으로 손실된 열은 $Q = -45kJ$이다.
구해야 할 값: 내부에너지 변화 ΔU이다.
주의할 조건: 기체가 받은 일은 양(+)이고, 기체가 외부로 방출한 열은 음(-)이다.

사용할 공식

$\Delta U = Q + W_{on}$

이 공식은 닫힌계에 가해진 일을 양(+)으로 두는 열역학 제1법칙이다. 피스톤이 기체를 압축하므로 일은 계로 들어오고, 열손실은 계에서 열이 나가므로 음(-)으로 처리한다.

계산 과정

1. 기체가 받은 일은 $W_{on} = +100kJ$이다.
2. 열손실은 $Q = -45kJ$이다.
3. 제1법칙에 대입하면 다음과 같다.

$\Delta U = (-45) + 100 = 55kJ$

따라서 내부에너지는 $55kJ$ 증가한다.

NoteBase

선지 판단

① X — 35*kJ*는 계산 결과 55*kJ*와 다르다. 틀린 값 35 → 올바른 값은 55*kJ*이다.
② X — 45*kJ*는 열손실의 크기일 뿐 내부에너지 변화가 아니다. 틀린 값 45 → 올바른 값은 55*kJ*이다.
③ O — 기체가 받은 일 100*kJ*에서 외부로 빠져나간 열 45*kJ*를 반영하면 내부에너지 변화는 55*kJ*이다.
④ X — 100*kJ*는 기체에 가해진 일만 반영하고 열손실을 빠뜨린 값이다. 틀린 값 100 → 올바른 값은 55*kJ*이다.
⑤ X — 145*kJ*는 열손실 45*kJ*를 열유입으로 잘못 보고 일과 더한 값이다. 틀린 값 145 → 올바른 값은 55*kJ*이다.
계산 결과가 55*kJ*이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

핵심 함정은 열과 일의 부호이다. 압축 일은 기체에 들어오므로 내부에너지를 증가시키고, 열손실은 기체에서 나가므로 내부에너지를 감소시킨다. 특히 두 값을 모두 더하면 ⑤의 145*kJ*, 열손실을 무시하면 ④의 100*kJ*가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 에너지의 이동 방향을 확인한다. 계로 들어오는 열과 계에 가해진 일은 양(+), 계에서 나가는 열과 계가 외부에 한 일은 음(-)으로 정한 뒤 열역학 제1법칙에 대입한다.

암기 포인트

압축으로 받은 일은 내부에너지를 올리고, 열손실은 내부에너지를 내린다: $\Delta U = 100 - 45 = 55kJ$.

NoteBase

16. 냉장고가 전기를 동력으로 150W를 받아 운전되며 대기중으로 450W의 열을 방출한다. 이 냉장고의 성능계수(COP)는?

① 1
② 2
③ 3
④ 4
⑤ 5

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 냉장고의 에너지 수지와 성능계수(COP) 공식을 이용해 냉동공간에서 흡수하는 열량을 구한 뒤 COP를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 냉장고에 공급되는 일률은 $W = 150W$, 대기 중으로 방출하는 열량률은 $Q_H = 450W$이다.
구해야 할 값: 냉장고의 성능계수 COP_R이다.
주의할 조건: 방출열 Q_H를 곧바로 입력일 W로 나누는 것이 아니라, 에너지 수지로 냉동공간에서 흡수한 열량률 Q_L을 먼저 구한다.

사용할 공식

에너지 수지는 $Q_H = Q_L + W$이고, 냉장고의 성능계수는 $COP_R = Q_L/W$이다. 냉장고의 목적은 저온부에서 열을 제거하는 것이므로 유효효과인 Q_L을 투입일 W로 나눈다.

계산 과정

1. 냉동공간에서 흡수한 열량률은 $Q_L = Q_H - W = 450W - 150W = 300W$이다.
2. 따라서 $COP_R = Q_L/W = (300W)/(150W) = 2$이다.
3. 성능계수는 같은 단위의 에너지율을 나눈 값이므로 무차원이다.

선지 판단

① X — 계산 결과는 2이므로 1은 틀리며, 올바른 값은 2이다.
② O — $Q_L = 300W$를 $W = 150W$로 나누면 $COP_R = 2$이므로 옳다.
③ X — 3은 방출열을 입력일로 바로 나눈 $Q_H/W = 450/150$의 값이다. 이는 냉장고 COP가 아니라 열펌프 COP에 해당하며, 올바른 냉장고 COP는 2이다.
④ X — 계산 결과는 2이므로 4는 틀리며, 올바른 값은 2이다.
⑤ X — 계산 결과는 2이므로 5는 틀리며, 올바른 값은 2이다.

NoteBase

오답 포인트

대기 중으로 방출한 450W를 냉장고가 저온부에서 흡수한 열량으로 착각하면 450/150 = 3을 선택하게 된다. 냉장고 COP의 분자는 방출열 Q_H가 아니라 흡수열 $Q_L = Q_H - W$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

냉장고 문제에서는 먼저 $Q_H = Q_L + W$로 저온부 흡수열 Q_L을 구하고, 이어서 $COP_R = Q_L/W$를 적용한 뒤 단위가 소거되는지 확인한다.

암기 포인트

냉장고는 저온부에서 빼낸 열을 기준으로 하므로 $COP_R = Q_L/W$이다.

NoteBase

17. 실제 잠수함 크기의 1/25 스케일로 작은 모형 잠수함을 제작하여 성능을 실험한다. 만약 실제 잠수함의 주행 속도가 10m/s일 때 상사성을 이용하여 모형 잠수함 실험을 수행한다면 모형에 필요한 유속은? (단, 실제 잠수함과 모형 잠수함은 동일 조건의 물 속에서 운전된다.) (단위: m/s)

① 0.5
② 3.8
③ 15
④ 125
⑤ 250

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 같은 물속에서 실제 잠수함과 모형 잠수함의 레이놀즈수를 같게 하여 모형의 유속을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 모형의 길이비는 $L_m/L_p = 1/25$, 실제 잠수함의 속도는 $V_p = 10m/s$이다.
구해야 할 값: 모형 잠수함의 속도 V_m이다.
주의할 조건: 두 잠수함은 같은 물속에서 운전되므로 동점성계수 ν가 같다. 완전히 잠긴 물체의 동역학적 상사에는 레이놀즈수 상사를 적용한다.

사용할 공식

레이놀즈수는 $Re = VL/\nu$이다. 따라서 상사 조건은
$Re_m = Re_p$, $\frac{V_m L_m}{\nu} = \frac{V_p L_p}{\nu}$
이다. 같은 물을 사용하여 ν가 같으므로 속도는 길이에 반비례한다.

계산 과정

1. 길이비 $L_m/L_p = 1/25$를 레이놀즈수 상사식에 대입한다.
2. $V_m L_m = V_p L_p$이므로
$V_m = V_p \frac{L_p}{L_m} = 10 \times 25 = 250m/s$
이다.
3. 따라서 모형에 필요한 유속은 $250m/s$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 0.5m/s를 적용하면 $Re_m/Re_p = 0.5/250 = 1/500$이어서 레이놀즈수가 같지 않다. '모형 유속은 0.5m/s이다'는 틀린 표현이며, 올바르게는 250m/s이다.
② X — 3.8m/s를 적용하면 $Re_m/Re_p = 3.8/250 = 0.0152$이어서 상사 조건을 만족하지 않는다. '모형 유속은 3.8m/s이다'는 틀린 표현이며, 올바르게는 250m/s이다.
③ X — 15m/s를 적용하면 $Re_m/Re_p = 15/250 = 0.06$이어서 레이놀즈수가 실제 잠수함보다 작다. '모형 유속은 15m/s이다'는 틀린 표현이며, 올바르게는 250m/s이다.
④ X — 125m/s를 적용하면 $Re_m/Re_p = 125/250 = 0.5$이므로 필요한 레이놀즈수의 절반에 그친다. '모형 유속은 125m/s이다'는 틀린 표현이며, 올바르게는 250m/s이다.
⑤ O — 250m/s를 적용하면 $Re_m/Re_p = 250/250 = 1$이 되어 실제 잠수함과 모형 잠수함의 레이놀즈수가 같다.

오답 포인트

길이가 1/25로 줄었다고 속도도 1/25로 줄이는 것이 함정이다. 같은 유체에서 레이놀즈수를 유지하려면 VL이 일정해야 하므로, 길이가 1/25이 되면 속도는 반대로 25배가 되어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 유체 속 완전 잠수체의 모형시험에서는 먼저 레이놀즈수 상사를 세운다. 유체가 같으면 $V_m/V_p = L_p/L_m$으로 정리하고, 길이 축척의 역수를 실제 속도에 곱한다.

암기 포인트

같은 유체에서 레이놀즈수 상사: VL=일정. 길이는 작게, 속도는 그 축척의 역수만큼 크게 한다.

NoteBase

18. 원관 안을 흐르는 층류 흐름에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고르면?

<보 기>

ㄱ. 전단응력은 관 중심에서 0이다.
ㄴ. 전단응력은 관 중심에서 관 벽까지 일정하다.
ㄷ. 속도는 관 중심에서 최대값을 가진다.
ㄹ. 속도는 관 벽에서 관 중심까지 선형으로 증가한다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄱ, ㄹ
④ ㄴ, ㄷ
⑤ ㄴ, ㄹ

정답 2번

출제 포인트

완전 발달한 원관 내 층류에서 반지름 방향에 따른 속도와 전단응력의 분포를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

속도: 관 벽에서는 0이고 관 중심에서 최대인 포물선 분포를 이룬다. 반지름 방향 좌표를 r, 관 반지름을 R라 하면 $u(r) = u_{max}(1 - r^2/R^2)$이다.
전단응력: 관 중심에서는 0이고 관 벽으로 갈수록 그 크기가 선형으로 증가하여 관 벽에서 최대가 된다.
한 줄 대비: 속도는 중심 최대·벽 0의 포물선 분포이고, 전단응력의 크기는 중심 0·벽 최대의 선형 분포이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ은 옳지만 ㄴ은 틀리다. ㄴ의 '관 중심에서 관 벽까지 일정하다'가 틀린 표현이다. 전단응력의 크기는 관 중심의 0에서 관 벽의 최대값까지 선형으로 증가한다. 따라서 옳은 조합은 ㄱ, ㄷ이다.

② O
ㄱ은 전단응력이 관 중심에서 0이라는 점을, ㄷ은 속도가 관 중심에서 최대라는 점을 정확히 설명한다. 두 진술이 모두 옳다.

③ X
ㄱ은 옳지만 ㄹ은 틀리며, 옳은 ㄷ도 빠져 있다. ㄹ의 '선형으로 증가한다'가 틀린 표현이다. 속도는 관 벽의 0에서 관 중심의 최대값까지 포물선 형태로 증가한다. 따라서 옳은 조합은 ㄱ, ㄷ이다.

④ X
ㄷ은 옳지만 ㄴ은 틀리다. ㄴ의 '일정하다'가 틀린 표현이며, 전단응력의 크기는 관 중심에서 관 벽까지 선형으로 증가한다. 따라서 옳은 조합은 ㄱ, ㄷ이다.

⑤ X
ㄴ과 ㄹ이 모두 틀리다. 전단응력의 크기는 일정하지 않고 중심에서 벽까지 선형으로 증가하며, 속도는 벽에서 중심까지 선형이 아니라 포물선 형태로 증가한다. 옳은 진술은 ㄱ, ㄷ이다.

오답 포인트

전단응력과 속도의 분포 모양을 서로 바꾸어 기억하기 쉽다. 특히 ㄴ의 '일정'과 ㄹ의 '선형'이 함정이다. 선형인 것은 전단응력 분포이고, 포물선인 것은 속도 분포이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 관 벽의 점착조건으로 속도는 벽에서 0임을 확인하고, 대칭성으로 중심에서 속도는 최대이고 전단응력은 0임을 확인한다. 그다음 속도는 포물선, 전단응력의 크기는 선형이라는 분포 모양을 대응시킨다.

암기 포인트

속도는 중심 최대의 포물선, 전단응력은 중심 0의 직선이다.

NoteBase

19. 폴리트로픽 과정(Polytropic Process)은 "PV^n=일정"으로 표현할 수 있다. 기체가 이상기체이고 n=1이라면 어떤 과정인가?

① 단열과정
② 등압과정
③ 등온과정
④ 등적과정
⑤ 등엔트로피과정

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 이상기체의 폴리트로픽 지수 n과 대표적인 상태 변화 과정의 대응 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

폴리트로픽 과정은 PV^n=일정으로 나타내는 상태 변화이다. 이상기체에서 $n = 1$이면 PV=일정이고, 이상기체 상태방정식 $PV = mRT$에 따라 온도 T가 일정하므로 등온과정이다.
대표 대응은 등압과정 $n = 0$, 등온과정 $n = 1$, 가역 단열과정(등엔트로피과정) $n = \gamma$, 등적과정 $n \to \infty$이다.

선지별 해설

① X — 단열과정이라는 표현이 틀리다. 이상기체의 가역 단열과정은 일반적으로 PV^γ=일정이므로 $n = \gamma$이고, $n = 1$은 등온과정이다.
② X — 등압과정이라는 표현이 틀리다. 압력 P가 일정한 등압과정은 $n = 0$에 해당하고, $n = 1$은 등온과정이다.
③ O — $n = 1$이면 PV=일정이다. 이상기체에서는 $PV = mRT$이므로 이는 온도가 일정한 등온과정이다.
④ X — 등적과정이라는 표현이 틀리다. 체적 V가 일정한 등적과정은 폴리트로픽 지수가 $n \to \infty$인 극한으로 나타내며, $n = 1$은 등온과정이다.
⑤ X — 등엔트로피과정이라는 표현이 틀리다. 이상기체의 등엔트로피과정은 가역 단열과정으로서 $n = \gamma$에 해당하고, $n = 1$은 등온과정이다.

오답 포인트

단열과정과 등엔트로피과정이 서로 다른 선지로 제시되어 혼동하기 쉽다. 이상기체의 가역 단열과정이 곧 등엔트로피과정이며 두 과정의 폴리트로픽 지수는 모두 γ이다. 이 문항에서는 $n = 1$을 보고 바로 PV=일정으로 바꾸는 것이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 지수 n을 대표 과정과 대응시킨다. $n = 0$이면 등압, $n = 1$이면 등온, $n = \gamma$이면 가역 단열·등엔트로피, $n \to \infty$이면 등적으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

폴리트로픽 지수는 0-등압, 1-등온, γ-가역 단열·등엔트로피, ∞-등적으로 연결한다.

20. 지름이 10m이고 높이가 20m인 저장 탱크에 15m 높이까지 20℃의 SAE30W 오일이 채워져 있다. 오일 표면의 압력이 대기압일 때 탱크 바닥에서 계기압력은? (단, 중력가속도는 $10m/s^2$, 20℃에서 SAE30W 오일의 밀도는 $890kg/m^3$으로 가정한다.) (단위: Pa)

① 133,500
② 130,000
③ 120,000
④ 123,500
⑤ 113,500

정답 1번

출제 포인트

유면이 대기와 통하는 탱크에서 액체 기둥의 정수압을 이용해 바닥의 게이지압력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 오일 깊이 $h = 15m$, 밀도 $\rho = 890kg/m^3$, 중력가속도 $g = 10m/s^2$이다.
구해야 할 값: 탱크 바닥의 게이지압력이다.
주의할 조건: 오일 표면의 압력이 대기압이므로 게이지압력 계산에서는 표면의 대기압을 0으로 본다. 탱크의 지름 $10m$와 전체 높이 $20m$는 정수압 계산에 필요하지 않다.

사용할 공식

정수압 공식은 다음과 같다.
$p = \rho gh$
정지한 액체에서 같은 유체 내부의 압력 증가는 자유표면으로부터의 수직 깊이에 비례하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 유면에서 탱크 바닥까지의 오일 깊이는 $15m$이다.
2. 주어진 값을 정수압 공식에 대입한다.
$p = 890kg/m^3 \times 10m/s^2 \times 15m$
3. 계산하면 다음과 같다.
$p = 133{,}500Pa$
따라서 탱크 바닥의 게이지압력은 $133{,}500Pa$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 133,500Pa는 $890 \times 10 \times 15$의 계산 결과와 일치한다.
② X — 130,000Pa는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 133,500Pa이다.
③ X — 120,000Pa는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 133,500Pa이다.
④ X — 123,500Pa는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 133,500Pa이다.
⑤ X — 113,500Pa는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 133,500Pa이다.

오답 포인트

탱크 전체 높이 20m를 오일 깊이로 사용하거나, 지름 10m를 압력 계산에 포함하는 것이 함정이다. 정수압은 용기의 지름이나 형상과 관계없이 액체의 밀도, 중력가속도, 자유표면으로부터의 수직 깊이로 결정된다.

다시 나오면 이렇게 판단

유면의 압력이 대기압이고 게이지압력을 묻는 경우에는 유면을 압력 0으로 두고, 자유표면부터 측정점까지의 수직 깊이를 확인한 뒤 $p = \rho g h$를 적용한다. 마지막으로 $kg/m^3 \times m/s^2 \times m = Pa$가 되는지 단위를 검산한다.

암기 포인트

개방 탱크의 바닥 게이지압력은 $p = \rho g h$이며, 깊이는 전체 탱크 높이가 아니라 실제 액체 높이이다.

NoteBase