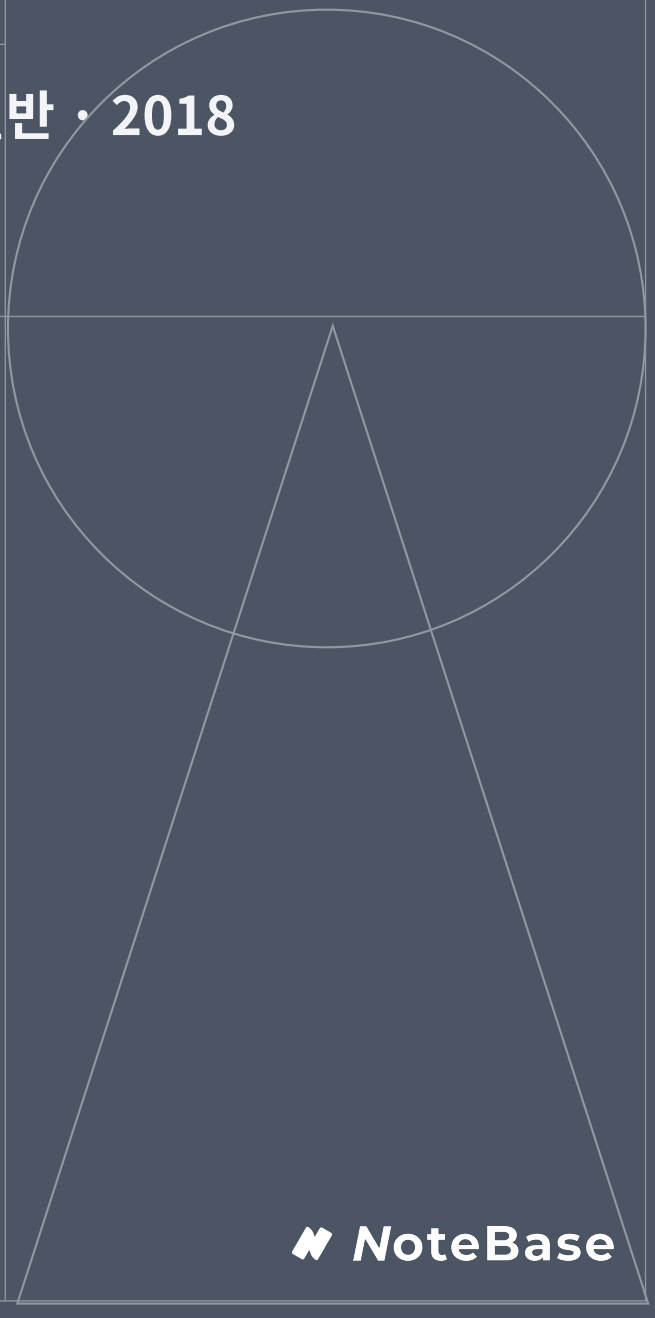
기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 기계일반 · 2018



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 기계일반 · 2018

공무원/국회직/9급 · 기계일반 · 2018

1. 다음 합금소재 중에서 가장 가볍고 절삭성이 양호하여 항공기, 자동차 등의 경량화 부품에 많이 사용되는 것은?

① 니켈 (Ni)
② 크롬 (Cr)
③ 마그네슘 (Mg)
④ 티타늄 (Ti)
⑤ 아연 (Zn)

정답 3번

출제 포인트

경량 구조용 금속의 밀도와 절삭성을 비교하여 항공기·자동차의 경량화 부품에 적합한 소재를 찾는 문제이다.

핵심 개념

마그네슘 합금은 실용 구조용 금속 가운데 밀도가 매우 낮고 절삭성이 우수하여 경량화 부품에 사용된다. 대표 밀도는 마그네슘 약 $1.74 g/cm^3$, 티타늄 약 $4.5 g/cm^3$, 니켈·크롬·아연 약 $7 \sim 9 g/cm^3$이므로 마그네슘이 가장 가볍다.

선지별 해설

① X — 니켈은 밀도가 약 $8.9 g/cm^3$으로 크기 때문에 가장 가벼운 경량화 소재가 아니다. 틀린 표현은 '가장 가볍다'이며, 올바르게는 마그네슘이 가장 가볍다.
② X — 크롬은 밀도가 약 $7.2 g/cm^3$인 비교적 무거운 금속이며, 주로 내식성·내마모성 향상을 위한 합금 원소나 도금 재료로 쓰인다. 틀린 표현은 '가장 가볍고 경량화 부품에 많이 사용된다'이며, 올바르게는 마그네슘이 이에 해당한다.
③ O — 마그네슘은 밀도가 약 $1.74 g/cm^3$으로 다섯 금속 중 가장 낮고 절삭성도 우수하므로 항공기·자동차의 경량화 부품에 적합하다.
④ X — 티타늄은 높은 비강도와 내식성으로 항공 분야에 널리 쓰이지만, 마그네슘보다 무겁고 절삭도 어렵다. 틀린 표현은 '가장 가볍고 절삭성이 양호하다'이며, 올바르게는 마그네슘이 그 특성을 가진다.
⑤ X — 아연은 밀도가 약 $7.1 g/cm^3$으로 마그네슘보다 훨씬 무겁고, 주로 도금이나 다이캐스팅 합금 등에 사용된다. 틀린 표현은 '가장 가볍다'이며, 올바르게는 마그네슘이 가장 가볍다.

NoteBase

오답 포인트

④ 티타늄도 대표적인 항공기 소재이므로 혼동하기 쉽다. 그러나 문제의 결정적 조건은 단순히 '항공기에 사용'되는지가 아니라 '가장 가볍고 절삭성이 양호'한지이며, 이 조건에는 마그네슘이 맞는다.

다시 나오면 이렇게 판단

경량 금속 문제에서는 먼저 밀도를 비교하고, 이어서 가공 특성을 확인한다. '가장 가벼움+우수한 절삭성'은 마그네슘, '높은 비강도+우수한 내식성'은 티타늄으로 구분한다.

암기 포인트

마그네슘은 최경량·절삭 양호, 티타늄은 고비강도·내식 우수이다.

NoteBase

2. 순철과 비교하여 탄소강이 가지는 특성으로 옳지 않은 것은?

① 인장강도가 크다.
② 용접성이 좋다.
③ 경도가 크다.
④ 연성이 낮다.
⑤ 열처리성이 좋다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 순철과 비교한 탄소강의 기계적 성질과 가공 특성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

순철은 탄소와 불순물이 매우 적은 철로, 연성이 크고 강도와 경도가 낮다. 탄소강은 철에 탄소를 포함시킨 합금으로, 순철보다 인장강도와 경도가 크고 연성은 낮으며 열처리에 의한 성질 변화가 크다. 반면 탄소 함량이 증가하면 용접부의 경화와 균열 위험이 커져 용접성은 저하된다.

선지별 해설

① O — 탄소강은 탄소에 의한 강화 효과로 순철보다 인장강도가 크다.
② X — 틀린 표현은 '용접성이 좋다'이다. 탄소강은 순철보다 용접성이 낮으며, 일반적으로 탄소 함량이 증가할수록 용접부의 경화와 균열 가능성이 커져 용접성이 나빠진다.
③ O — 탄소강은 탄소에 의한 강화와 탄화물의 영향으로 순철보다 경도가 크다.
④ O — 탄소강은 강도와 경도가 커지는 대신 소성 변형 능력이 감소하므로 순철보다 연성이 낮다.
⑤ O — 탄소강은 탄소를 포함하므로 담금질·뜨임 등의 열처리로 경도와 강도를 조절하기 쉬워 순철보다 열처리성이 좋다.

오답 포인트

탄소가 강도와 경도를 높인다는 사실을 모든 성질의 향상으로 확대하면 ②를 놓치기 쉽다. 탄소는 열처리 효과를 높이지만 용접부의 경화와 균열 위험도 높이므로 용접성은 오히려 낮춘다.

다시 나오면 이렇게 판단

순철에 탄소가 더해지면 강도·경도·열처리성은 커지고, 연성·용접성은 작아진다는 방향으로 판단한다.

암기 포인트

탄소 증가: 강도·경도·열처리성 증가, 연성·용접성 감소이다.

NoteBase

3. 이상적인 증기압축 냉동사이클로 운전되는 냉동기가 있다. 증발기에서의 열전달률이 15 kW, 응축기에서의 열전달률이 20 kW일 때 이 냉동기의 성능계수(coefficient of performance)는?

① 0.75
② 1.33
③ 2
④ 3
⑤ 4

정답 4번

출제 포인트

냉동사이클의 에너지 평형으로 압축기 동력을 구한 뒤, 냉동기의 성능계수 COP_R를 계산하는 문제이다.

조건 정리

증발기에서 흡수하는 열전달률: $Q_L = 15kW$
응축기에서 방출하는 열전달률: $Q_H = 20kW$
구해야 할 값: 냉동기의 성능계수 COP_R
두 열전달률의 단위가 모두 kW이므로 별도의 단위 변환은 필요하지 않다.

사용할 공식

냉동사이클의 에너지 평형은
$Q_H = Q_L + W$
이고, 냉동기의 성능계수는
$COP_R = \frac{Q_L}{W}$
이다. 냉동기는 증발기에서 얻는 냉동효과 Q_L를 그 효과를 내는 데 필요한 압축기 동력 W로 나누어 성능을 평가하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 압축기 동력을 구한다.
$W = Q_H - Q_L = 20 - 15 = 5kW$
2. 냉동기의 성능계수를 구한다.
$COP_R = \frac{Q_L}{W} = \frac{15}{5} = 3$
따라서 냉동기의 성능계수는 3이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 0.75는 $Q_L/Q_H = 15/20$으로 계산한 값이며, 압축기 동력 W를 분모로 써야 한다. '0.75'는 '3'으로 고쳐야 한다.
② X — 1.33은 $Q_H/Q_L = 20/15$으로 계산한 비율이며 냉동기의 성능계수가 아니다. '1.33'은 '3'으로 고쳐야 한다.
③ X — 에너지 평형으로 구한 W가 $5kW$이므로 $COP_R = 15/5 = 3$이다. '2'는 '3'으로 고쳐야 한다.
④ O — 계산 결과 $COP_R = 3$과 정확히 일치한다.
⑤ X — 4는 $Q_H/W = 20/5$로 구하는 히트펌프의 성능계수 COP_{HP}이다. 냉동기의 성능계수로는 '4'가 아니라 '3'이 맞다.

오답 포인트

냉동기의 성능계수와 히트펌프의 성능계수를 혼동하기 쉽다. 냉동기는 증발기 열량 Q_L을, 히트펌프는 응축기 열량 Q_H를 압축기 동력 W로 나눈다. 특히 ⑤의 4는 히트펌프 성능계수에 해당하는 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $W = Q_H - Q_L$로 압축기 동력을 구하고, 문제에서 냉동기를 물으면 Q_L/W, 히트펌프를 물으면 Q_H/W를 적용한다. 마지막으로 모든 열전달률과 동력의 단위가 같은지 확인한다.

암기 포인트

냉동기 $COP_R = Q_L/W$, 히트펌프 $COP_{HP} = Q_H/W = COP_R + 1$이다.

NoteBase

4. 기체가 들어있는 밀폐(또는 닫힌) 시스템(closed system)의 체적이 0.2 m^3이다. 이 시스템의 내, 외부 압력을 모두 100 kPa 로 일정하게 유지한 상태에서 시스템에 30 kJ 의 열에너지를 가하여 체적을 0.4 m^3으로 변화시켰다. 이 과정을 통해 시스템의 에너지는 몇 kJ 증가하게 되는가?

① 10
② 20
③ 30
④ 40
⑤ 50

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 밀폐 시스템에 대한 열역학 제1법칙을 적용하여 내부에너지의 증가량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 열전달량은 $Q = 30kJ$, 외부 압력은 $P = 100kPa$, 초기 체적은 $V_1 = 0.2m^3$, 최종 체적은 $V_2 = 0.4m^3$이다.
구해야 할 값: 시스템의 내부에너지 변화량 ΔU이다.
주의할 조건: 밀폐 시스템이므로 질량 출입은 없으며, 일정한 외부 압력에 대항하여 팽창하면서 시스템이 외부에 경계일을 한다.

사용할 공식

밀폐 시스템의 열역학 제1법칙은 다음과 같다.
$\Delta U = Q - W$
일정한 외부 압력에서 시스템이 한 경계일은 다음과 같다.
$W = P(V_2 - V_1)$
열로 들어온 에너지 중 시스템이 외부에 한 일만큼을 제외한 값이 내부에너지 증가량이므로 이 공식을 사용한다.
또한 $1kPa \cdot m^3 = 1kJ$이다.

NoteBase

계산 과정

1. 체적 변화량은 $\Delta V = 0.4 - 0.2 = 0.2m^3$이다.
2. 시스템이 외부에 한 일은 $W = 100kPa \times 0.2m^3 = 20kJ$이다.
3. 따라서 내부에너지 변화량은 다음과 같다.

$\Delta U = 30kJ - 20kJ = 10kJ$

그러므로 시스템의 에너지는 $10kJ$ 증가한다.

선지 판단

① O — 계산 결과 내부에너지 증가량이 $10kJ$이므로 옳다.

② X — $20kJ$은 내부에너지 증가량이 아니라 팽창 과정에서 시스템이 외부에 한 경계일이다. 올바르게는 내부에너지가 $10kJ$ 증가한다.

③ X — $30kJ$은 시스템에 공급된 열량으로, 경계일 $20kJ$을 빼지 않은 값이다. 올바르게는 내부에너지가 $10kJ$ 증가한다.

④ X — $40kJ$은 $\Delta U = Q - W$에 주어진 값을 대입한 결과가 아니다. 올바르게는 $30kJ - 20kJ = 10kJ$이다.

⑤ X — $50kJ$은 팽창일의 부호를 반대로 처리하여 $Q + W$로 계산한 값이다. 팽창할 때 시스템이 한 일은 공급 열량에서 빼므로 올바르게는 $10kJ$이다.

오답 포인트

핵심 함정은 시스템에 공급된 열 $30kJ$이 모두 내부에너지로 저장된다고 보는 것이다. 체적이 증가하는 동안 시스템이 외부에 $20kJ$의 일을 하므로 내부에너지 증가는 그 차이인 $10kJ$이다. 특히 팽창일을 더하면 ⑤의 $50kJ$이 되므로 일의 부호에 주의한다.

다시 나오면 이렇게 판단

밀폐 시스템의 에너지 변화 문제에서는 먼저 열과 일의 방향을 정한 뒤, 팽창일 $W = P\Delta V$을 계산하고 $\Delta U = Q - W$에 대입한다. 마지막으로 $kPa \cdot m^3 = kJ$의 단위 관계를 확인한다.

암기 포인트

밀폐 시스템이 팽창하면 시스템이 일을 하므로 내부에너지 변화는 '들어온 열 - 나간 일', 즉 $\Delta U = Q - W$이다.

NoteBase

5. 순수물질의 P-v 선도에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 포화증기선과 포화액선은 임계점에서 만난다.
② 비체적이 증가함에 따라 동일 온도 조건에서 압력은 점차 증가한다.
③ 포화액선과 포화증기선 사이에는 두 개의 상(phase)이 섞여있다.
④ 과열증기를 동일 비체적 상태에서 압력을 점차 낮추면 응축이 시작된다.
⑤ 초임계영역에서는 증기와 액체의 구분이 없어진다.

정답 2번

출제 포인트

순수물질의 $P-v$ 선도에서 포화액선·포화증기선·임계점·습증기영역·초임계영역의 관계와 등온선의 압력 변화를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

포화액선은 액체가 기화하기 시작하는 포화액 상태의 경계이고, 포화증기선은 증기가 응축하기 시작하는 포화증기 상태의 경계이다. 두 선은 임계점에서 만나며, 두 선 사이의 습증기영역에는 액체와 증기가 함께 존재한다.
등온 과정에서는 비체적이 증가할 때 압력이 증가하지 않는다. 단상영역에서는 대체로 압력이 감소하고, 액체와 증기가 공존하는 영역에서는 일정한 포화압력을 유지한다.
임계점보다 높은 초임계영역에서는 액체와 증기를 구분하는 뚜렷한 상경계가 없다.

선지별 해설

① O — 포화액선과 포화증기선은 액체·증기 공존영역의 양쪽 경계를 이루며 임계점에서 서로 만난다.
② X — 틀린 표현은 '비체적이 증가함에 따라 동일 온도 조건에서 압력은 점차 증가한다'이다. 올바르게는 동일 온도에서 비체적이 증가하면 단상영역의 압력은 대체로 감소하며, 액체·증기 공존영역에서는 압력이 포화압력으로 일정하다.
③ O — 포화액선과 포화증기선 사이는 습증기영역으로, 포화액과 포화증기의 두 상이 혼합되어 있다.
④ O — 과열증기를 일정한 비체적에서 냉각되도록 압력을 낮추면 포화증기선에 도달하고, 이를 지나 두 상 영역으로 들어가면서 응축이 시작된다.
⑤ O — 임계점을 넘은 초임계영역에서는 액체와 증기 사이의 상경계가 사라져 두 상태를 뚜렷하게 구분할 수 없다.

오답 포인트

②는 '비체적 증가'와 '압력 증가'를 같은 방향으로 연결한 것이 함정이다. 등온선에서는 비체적이 커질수록 압력은 감소하거나, 두 상 공존구간에서 일정하게 유지된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 포화액선과 포화증기선 사이를 두 상 공존영역으로 표시한다. 그다음 등온선에서는 단상영역의 비체적과 압력이 반대 방향으로 변하고, 공존영역의 압력은 일정하다는 기준으로 선지를 판단한다.

암기 포인트

포화 두 선은 임계점에서 만나고, 그 사이는 액체+증기, 등온 팽창은 압력 감소 또는 일정이다.

NoteBase

6. 단순 굽힘모멘트 M을 견디도록 설계된 속이 꽉 찬 원형강재의 지름이 d이다. 허용 수직응력이 8배인 소재로 강재의 재질을 변경할 경우 동일한 굽힘모멘트를 견딜 수 있는 원형강재의 최소 지름은?

① $d/2$
② $d/\sqrt{3}$
③ $d/\sqrt{2}$
④ $d/4$
⑤ $d/8$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 단순 굽힘에서 굽힘모멘트와 허용 굽힘응력의 관계를 이용하여 원형강재의 최소 지름을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 기존 지름은 d, 변경 소재의 허용 수직응력은 기존의 8배이다.
구해야 할 값: 동일한 굽힘모멘트를 견디는 원형강재의 최소 지름 d'이다.
주의할 조건: 꽉 찬 원형 단면의 단면계수는 지름의 세제곱에 비례한다.

사용할 공식

단순 굽힘에서 견딜 수 있는 굽힘모멘트는
$M = \sigma_{allow} Z$
이고, 꽉 찬 원형 단면의 단면계수는
$Z = \frac{\pi d^3}{32}$
이다. 따라서 허용 굽힘모멘트는 허용응력과 지름의 세제곱에 비례한다. 동일한 굽힘모멘트를 견뎌야 하므로 변경 전후의 $\sigma_{allow} Z$를 같게 둔다.

NoteBase

계산 과정

변경 후 지름을 d'라 하면

$\sigma_{allow}\frac{\pi d^3}{32} = 8\sigma_{allow}\frac{\pi d'^3}{32}$

이다. 공통항을 약분하면

$d^3 = 8d'^3$

이고, 양변의 세제곱근을 취하면

d'=d[3]8= d2

가 된다.

선지 판단

① O — 계산 결과 최소 지름은 $d/2$이므로 옳다.

② X — $d/\sqrt{3}$는 $d'^3 = d^3/8$을 만족하지 않는다. 올바르게는 $d/2$이다.

③ X — $d/\sqrt{2}$는 응력비 8에 세제곱근을 적용한 값이 아니다. 올바르게는 $d/2$이다.

④ X — $d/4$이면 단면계수가 기존의 1/64이 되어 응력이 8배인 소재로도 동일한 모멘트를 견디지 못한다. 올바르게는 $d/2$이다.

⑤ X — $d/8$은 허용응력이 8배라는 비율을 지름에 그대로 나눈 값으로, 지름의 세제곱 관계를 무시한 결과이다. 올바르게는 $d/2$이다.

계산 결과 $d/2$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

허용응력이 8배가 되었다고 지름을 곧바로 8로 나누는 것이 함정이다. 원형 단면의 단면계수는 d^3에 비례하므로 응력비에는 세제곱근을 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

원형 봉의 굽힘 문제에서는 먼저 $M = \sigma_{allow}Z$와 $Z \propto d^3$를 세운 뒤, 변경 전후의 모멘트를 같게 두고 지름비를 구한다.

암기 포인트

꽉 찬 원형 단면은 $Z = \pi d^3/32$이므로 허용응력이 8배이면 같은 굽힘모멘트에 필요한 지름은 $1/\sqrt[3]{8} = 1/2$ 배이다.

NoteBase

7. 단면의 지름 10 mm, 길이 3 m인 강철봉에 인장하중을 작용하여 길이가 2 mm만큼 증가하였다. 포아송비(Poisson's ratio)가 0.3 일 때 강철봉 지름의 감소량(mm)은?

① 0.005
② 0.004
③ 0.003
④ 0.002
⑤ 0.001

정답 4번

출제 포인트

축 방향 변형률에 포아송비를 곱해 횡 방향 변형률을 구한 뒤, 이를 원래 지름에 적용하여 지름 감소량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 원래 길이 $L = 3m = 3000mm$, 길이 증가량 $\Delta L = 2mm$, 원래 지름 $d = 10mm$, 포아송비 $\nu = 0.3$이다.
구해야 할 값: 강철봉 지름의 감소량 $|\Delta d|$이다.
주의할 조건: 인장하면 길이는 증가하지만 지름은 감소하므로 횡 변형률은 음수이다. 문제는 감소량의 크기를 묻고 있으므로 최종값은 양수로 나타낸다.

사용할 공식

축 방향 변형률은 $\varepsilon_L = \Delta L/L$이고, 포아송비의 정의는 $\nu = -\varepsilon_d/\varepsilon_L$이다. 따라서 횡 방향 변형률은 $\varepsilon_d = -\nu\varepsilon_L$, 지름 변화량은 $\Delta d = \varepsilon_d d$이다.
이 공식은 포아송비가 축 방향 변형률에 대한 횡 방향 변형률의 크기 비를 나타내기 때문에 사용한다.

계산 과정

1. 길이를 같은 단위로 바꾸면 $3m = 3000mm$이다.
2. 축 방향 변형률은 $\varepsilon_L = \frac{2}{3000} = \frac{1}{1500}$이다.
3. 횡 방향 변형률은 $\varepsilon_d = -0.3 \times \frac{1}{1500} = -0.0002$이다.
4. 지름 변화량은 $\Delta d = (-0.0002)(10mm) = -0.002mm$이다. 따라서 지름 감소량의 크기는 $0.002mm$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $0.005mm$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $0.005mm$ → 올바르게는 $0.002mm$이다.
② X — $0.004mm$는 계산 결과의 두 배이므로 옳지 않다. 틀린 값 $0.004mm$ → 올바르게는 $0.002mm$이다.
③ X — $0.003mm$는 횡 변형률 0.0002에 원래 지름 $10mm$를 곱한 값과 다르다. 틀린 값 $0.003mm$ → 올바르게는 $0.002mm$이다.
④ O — 계산한 지름 변화량은 $-0.002mm$이므로 지름 감소량의 크기는 $0.002mm$이다.
⑤ X — $0.001mm$는 계산 결과의 절반이므로 옳지 않다. 틀린 값 $0.001mm$ → 올바르게는 $0.002mm$이다.

오답 포인트

길이 $3m$를 $3000mm$로 바꾸지 않거나, 포아송비 0.3을 곱하지 않고 축 변형률만 사용하면 오답이 된다. 또한 횡 변형률 -0.0002 자체와 지름 감소량 $0.002mm$을 혼동하지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

길이 단위를 통일한 뒤 '축 변형률 계산 → 포아송비로 횡 변형률 계산 → 원래 지름을 곱해 지름 변화량 계산'의 순서로 판단한다. 감소량을 물으면 음의 변화량에서 크기만 취한다.

암기 포인트

인장 시 $\varepsilon_d = -\nu\varepsilon_L$이고, 지름 감소량은 $\nu(\Delta L/L)d$이다.

NoteBase

8. 드릴링 머신에 의한 작업이 아닌 것은?

① 카운터보링(counterboring)
② 리밍(reaming)
③ 카운터싱킹(countersinking)
④ 스폿페이싱(spotfacing)
⑤ 시이밍(seaming)

정답 5번

출제 포인트

드릴링 머신으로 수행하는 구멍의 확대·정밀가공·자리파기 작업과 판재 접합 작업을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

카운터보링은 볼트 머리 등이 들어갈 수 있도록 기존 구멍 입구를 원통형으로 넓히는 작업이다.
리밍은 이미 뚫린 구멍을 정확한 치수와 매끄러운 표면으로 다듬는 정밀 마무리 작업이다.
카운터싱킹은 접시머리 나사 등이 안착하도록 구멍 입구를 원뿔형으로 넓히는 작업이다.
스폿페이싱은 볼트 머리나 너트가 평평하게 닿도록 구멍 둘레의 좁은 면을 평면으로 다듬는 작업이다.
시이밍은 판재의 가장자리를 굽혀 서로 겹치거나 맞물리게 접합하는 이음 작업이다.

선지별 해설

① O — 카운터보링은 기존 구멍 입구에 원통형의 평저 홈을 만드는 구멍 가공이므로 드릴링 머신으로 수행할 수 있다.
② O — 리밍은 드릴로 뚫은 구멍을 리머로 조금 넓혀 치수 정밀도와 표면 거칠기를 개선하는 드릴링 머신 작업이다.
③ O — 카운터싱킹은 구멍 입구에 원뿔형 자리를 만드는 작업이므로 드릴링 머신으로 수행할 수 있다.
④ O — 스폿페이싱은 구멍 둘레에 볼트 머리나 너트가 닿을 평평한 자리를 만드는 드릴링 머신 작업이다.
⑤ X — 틀린 표현은 시이밍을 드릴링 머신에 의한 작업으로 본 부분이다. 올바르게는 시이밍은 판재 가장자리를 굽혀 겹치거나 맞물리게 하는 판재 이음 작업이며, 구멍을 가공하는 드릴링 머신 작업이 아니다.

오답 포인트

영문 명칭이 나란히 제시되어 모두 구멍 가공처럼 보이는 점이 함정이다. ①부터 ④까지는 기존 구멍이나 그 둘레를 가공하지만, ⑤ 시이밍은 판재의 가장자리를 접합한다.

다시 나오면 이렇게 판단

작업 대상이 구멍인지 판재의 가장자리인지 확인한다. 구멍의 원통형 자리, 정밀 마무리, 원뿔형 자리, 평면 자리는 드릴링 머신 작업이고, 판재 가장자리를 맞물려 잇는 시이밍은 판재 접합 작업이다.

NoteBase

암기 포인트

보링은 원통형 자리, 리밍은 구멍 마무리, 싱킹은 원뿔형 자리, 페이싱은 평면 자리, 시이밍은 판재 이음이다.

NoteBase

9. 원형 관을 흐르는 유동에 대해서 동점성계수 $1\times10^{-4}\,m^2/s$, 직경 10 mm, 유동속도 5 m/s일 때 관마찰계수는?

① 0.128
② 0.137
③ 0.204
④ 0.269
⑤ 0.372

정답 1번

출제 포인트

동점성계수, 관 지름, 평균 유속으로 레이놀즈수를 구해 층류 여부를 판정한 뒤 원형 관 층류의 Darcy 관마찰계수를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 동점성계수 $\nu = 1 \times 10^{-4} m^2/s$, 관 지름 $D = 10mm = 0.01m$, 유속 $V = 5m/s$이다.
구해야 할 값: 관마찰계수 f이다.
주의할 조건: 관 지름을 mm에서 m로 환산하고, 레이놀즈수로 층류인지 먼저 판정한다.

사용할 공식

레이놀즈수는 $Re = VD/\nu$이다. 원형 관의 층류에서는 Darcy 관마찰계수가 $f = 64/Re$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 계산된 레이놀즈수가 층류 범위에 해당하므로 층류 관마찰계수 공식을 적용한다.

계산 과정

1. 지름을 환산하면 $10mm = 0.01m$이다.
2. 레이놀즈수는
$Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{5 \times 0.01}{1 \times 10^{-4}} = 500$
이다. $Re = 500$이므로 유동은 층류이다.
3. 관마찰계수는
$f = \frac{64}{Re} = \frac{64}{500} = 0.128$
이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 층류 공식 $f = 64/Re$에 $Re = 500$을 대입한 값이 0.128이므로 계산 결과와 일치한다.
② X — 0.137은 64/500의 값이 아니므로 틀리며, 올바른 값은 0.128이다.
③ X — 0.204는 계산된 관마찰계수와 일치하지 않으므로 틀리며, 올바른 값은 0.128이다.
④ X — 0.269는 층류 공식에 따른 값이 아니므로 틀리며, 올바른 값은 0.128이다.
⑤ X — 0.372는 $Re = 500$일 때의 관마찰계수가 아니므로 틀리며, 올바른 값은 0.128이다.

오답 포인트

지름 $10mm$를 $0.01m$로 바꾸지 않거나, 레이놀즈수로 유동 상태를 판정하지 않은 채 다른 마찰계수 공식을 적용하면 오답이 된다. 또한 Darcy 관마찰계수 $64/Re$와 Fanning 마찰계수 $16/Re$를 혼동하지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

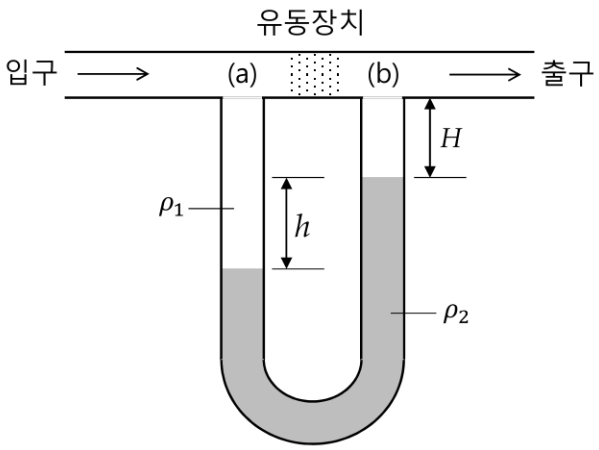
관내 유동 문제는 단위를 먼저 통일하고 $Re = VD/\nu$를 계산한 뒤 유동 상태에 맞는 마찰계수 공식을 선택하며, 원형 관 층류의 Darcy 관마찰계수는 $64/Re$로 판단한다.

암기 포인트

원형 관 층류: $Re = VD/\nu$, Darcy 관마찰계수 $f = 64/Re$이다.

NoteBase

10. 입구를 통하여 밀도 ρ_1인 유체가 들어가서 유동장치를 통과하여 출구로 배출된다. 이때 (a)와 (b)의 압력차이 때문에 U자관내의 밀도 ρ_2인 유체의 높이 차이가 발생한다. 유동장치를 통과하기 전의 압력 P_a와 통과한 후의 압력 P_b의 차이 $P_a - P_b$를 나타내는 식은? (이때, g는 중력가속도)



① $(\rho_1 - \rho_2)g(h+H)$
② $(\rho_2 - \rho_1)g(h+H)$
③ $(\rho_1 + \rho_2)g(h+H)$
④ $(\rho_1 - \rho_2)gh$
⑤ $(\rho_2 - \rho_1)gh$

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 차압식 U자관 마노미터에서 같은 높이의 두 지점 사이 압력 차를 구하는 문제이다.

조건 정리

유동장치와 도압관의 유체 밀도는 ρ_1, U자관의 마노미터 유체 밀도는 ρ_2이다.
(a)와 (b)는 같은 높이에 있고, 오른쪽 계면은 (b)에서 H만큼 아래에 있으며 왼쪽 계면은 오른쪽 계면보다 h만큼 아래에 있다.
구해야 할 값은 $P_a - P_b$이다.

NoteBase

사용할 공식

정지한 유체에서 아래로 내려갈 때 압력은 $\rho g \Delta z$만큼 증가한다.
왼쪽 계면의 압력은 $P_a + \rho_1 g(H+h)$이고, 오른쪽 계면의 압력은 $P_b + \rho_1 g H$이다. 왼쪽 계면은 오른쪽 계면보다 h만큼 낮으므로 마노미터 유체에서 왼쪽 계면의 압력은 오른쪽 계면보다 $\rho_2 g h$만큼 크다.

계산 과정

계면 압력의 관계를 세우면
$P_a + \rho_1 g(H+h) = P_b + \rho_1 g H + \rho_2 g h$
이다. 이를 정리하면
$P_a - P_b = \rho_2 g h - \rho_1 g h = (\rho_2 - \rho_1) g h$
이다. 양쪽에 공통으로 작용하는 $\rho_1 g H$가 상쇄되므로 압력 차에는 H가 포함되지 않는다.

선지 판단

① X — $(\rho_1 - \rho_2) g (h+H)$는 밀도 차의 부호가 반대이고 상쇄되는 H까지 포함한다. 올바른 식은 $(\rho_2 - \rho_1) g h$이다.
② X — $(\rho_2 - \rho_1) g (h+H)$는 밀도 차의 방향은 맞지만 공통 유체 기둥 높이 H를 잘못 더했다. 올바른 식은 $(\rho_2 - \rho_1) g h$이다.
③ X — $(\rho_1 + \rho_2) g (h+H)$는 두 밀도를 더하고 H도 포함한 식이다. 마노미터에서는 밀도 차와 계면 높이 차를 사용하므로 올바른 식은 $(\rho_2 - \rho_1) g h$이다.
④ X — $(\rho_1 - \rho_2) g h$는 밀도 차의 부호를 반대로 쓴 식이다. $P_a - P_b$는 $(\rho_2 - \rho_1) g h$이다.
⑤ O — 계면 압력 평형식을 정리한 결과와 같은 $(\rho_2 - \rho_1) g h$이다.

오답 포인트

그림에 H가 표시되어 있어 이를 압력 차 식에 넣기 쉽지만, (a)와 (b)가 같은 높이에 있으므로 양쪽의 $\rho_1 g H$는 서로 상쇄된다. 또한 $P_a - P_b$의 순서에 맞추어 밀도 차를 $\rho_2 - \rho_1$로 써야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

한쪽 압력점에서 계면을 따라 다른 압력점까지 이동하며 아래로 갈 때 $+\rho g \Delta z$, 위로 갈 때 $-\rho g \Delta z$를 적용한다. 마지막에 공통 높이 항을 소거하면 부호와 불필요한 높이 항을 함께 검산할 수 있다.

암기 포인트

같은 높이의 두 압력점을 연결한 차압 마노미터는 $\Delta P = (\rho_2 - \rho_1) g h$이며, 공통 높이 H는 상쇄된다.

NoteBase

11. 베르누이방정식을 적용하기 위해 유동이 갖추어야 할 올바른 조건으로만 짝지은 것은?

① 비압축성 유동, 정상 유동, 점성 유동
② 압축성 유동, 정상 유동, 비점성 유동
③ 비압축성 유동, 정상 유동, 비점성 유동
④ 비압축성 유동, 비정상 유동, 비점성 유동
⑤ 압축성 유동, 정상 유동, 점성 유동

정답 3번

출제 포인트

고전적인 베르누이 방정식을 적용할 수 있는 유동의 기본 조건인 비압축성, 정상, 비점성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

비압축성 유동: 유체의 밀도 변화를 무시할 수 있는 유동이다.
정상 유동: 한 지점에서 속도·압력 등의 유동 특성이 시간에 따라 변하지 않는 유동이다.
비점성 유동: 점성에 의한 마찰과 에너지 손실을 무시할 수 있는 유동이다.
따라서 기본 베르누이 방정식은 동일한 유선을 따라 흐르는 비압축성·정상·비점성 유동에 적용한다.

선지별 해설

① X — '점성 유동'이 틀렸다. 올바르게는 비압축성 유동, 정상 유동, 비점성 유동이다.
② X — '압축성 유동'이 틀렸다. 올바르게는 비압축성 유동, 정상 유동, 비점성 유동이다.
③ O — 비압축성 유동, 정상 유동, 비점성 유동은 기본 베르누이 방정식의 적용 조건을 모두 충족한다.
④ X — '비정상 유동'이 틀렸다. 올바르게는 비압축성 유동, 정상 유동, 비점성 유동이다.
⑤ X — '압축성 유동'과 '점성 유동'이 틀렸다. 올바르게는 비압축성 유동, 정상 유동, 비점성 유동이다.

오답 포인트

각 선지는 압축성·비압축성, 정상·비정상, 점성·비점성이라는 세 쌍을 바꾸어 제시한다. 특히 실제 유체에는 점성이 있다는 사실과, 베르누이 방정식에서는 점성의 영향을 무시한 비점성 유동을 가정한다는 점을 혼동하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

세 조건을 각각 확인한다. 밀도 변화는 무시되므로 비압축성, 시간에 따른 변화가 없으므로 정상, 마찰 손실은 무시되므로 비점성이다. 이 세 단어가 모두 있는 선지를 고른다.

NoteBase

암기 포인트

베르누이의 기본 3조건은 '비압축성·정상·비점성'이다.

NoteBase

12. 튜브나 속이 찬 금속소재 공작물의 직경을 줄이는 데 사용되는 단조 공정으로 공작물이 금형으로 들어오면 회전하는 금형이 공작물을 안쪽 반경방향으로 타격해 직경을 줄이는 공정은?

① 허빙(hubbing)
② 업세팅(upsetting)
③ 스웨이징(swaging)
④ 자유 단조(open-die forging)
⑤ 무플래시 단조(flashless forging)

정답 3번

출제 포인트

금형의 운동 방향과 소재의 변형 방식으로 여러 단조 공정을 구별하는 문제이다. 회전하는 금형이 공작물을 반경 방향 안쪽으로 반복 타격하여 봉이나 튜브의 직경을 줄이는 공정은 스웨이징이다.

핵심 개념

스웨이징: 여러 개의 금형이 회전하면서 소재를 반경 방향으로 반복 타격하여 직경을 줄이거나 단면을 성형하는 단조 공정이다. 키워드는 '회전 금형·안쪽 반경 방향 타격·직경 감소'이다.
업세팅: 소재를 축 방향으로 압축하여 길이를 줄이고 단면적 또는 직경을 늘리는 공정이다.
허빙: 경화된 허브를 연한 금형 소재에 압입하여 오목한 금형 공동을 만드는 공정이다.
자유 단조는 소재의 측면 유동이 비교적 자유로운 개방형 금형을 사용하고, 무플래시 단조는 밀폐된 금형 공동에서 플래시가 생기지 않도록 성형한다.

선지별 해설

① X — 허빙은 경화된 허브를 금형 소재에 압입하여 금형 공동을 만드는 공정이다. 틀린 표현은 '회전 금형이 반경 방향으로 타격하여 직경을 줄이는 공정이 허빙이다'라는 대응이며, 올바르게는 스웨이징이다.
② X — 업세팅은 소재를 축 방향으로 압축하여 길이를 줄이고 직경을 늘리는 공정이다. 틀린 표현은 '직경을 줄이는 공정'이며, 올바르게는 직경 또는 단면적을 늘리는 공정이다.
③ O — 스웨이징은 회전하는 금형이 공작물을 안쪽 반경 방향으로 반복 타격하여 봉이나 튜브의 직경을 줄이는 공정이므로 문제의 설명과 일치한다.
④ X — 자유 단조는 개방형 금형 사이에서 소재가 옆으로 자유롭게 유동하도록 압축하는 공정이다. 틀린 표현은 '회전 금형의 반경 방향 타격으로 직경을 줄이는 공정이 자유 단조이다'라는 대응이며, 올바르게는 스웨이징이다.
⑤ X — 무플래시 단조는 밀폐된 금형 공동에 소재량을 정확히 넣어 플래시 없이 성형하는 공정이다. 틀린 표현은 '회전 금형의 반경 방향 타격으로 직경을 줄이는 공정이 무플래시 단조이다'라는 대응이며, 올바르게는 스웨이징이다.

NoteBase

오답 포인트

‘직경을 변화시키는 단조’라는 공통점만 보고 업세팅을 고르기 쉽다. 그러나 업세팅은 축 방향 압축으로 직경을 늘리고, 스웨이징은 반경 방향 타격으로 직경을 줄인다는 점이 반대이다.

다시 나오면 이렇게 판단

금형이 회전하고 소재 중심을 향해 반경 방향으로 두드리며 직경이 감소하면 스웨이징으로 판단한다. 축 방향 압축으로 길이가 짧아지고 직경이 증가하면 업세팅으로 판단한다.

암기 포인트

스웨이징은 반경 방향으로 두드려 직경 감소, 업세팅은 축 방향으로 눌러 직경 증가이다.

NoteBase

13. 선반가공에서 지름 100 mm의 피삭재를 절삭속도 150 m/min으로 가공할 때 필요한 선반주축의 회전수(rpm)는? (단, π는 3으로 계산한다.)

① 300
② 400
③ 420
④ 500
⑤ 520

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 절삭속도와 공작물 지름의 관계식을 이용해 선반 주축의 회전수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 피삭재 지름 $D = 100mm$, 절삭속도 $V = 150m/min$, $\pi = 3$이다.
구해야 할 값: 선반 주축의 회전수 N이다.
주의할 조건: 지름은 mm, 절삭속도는 m/min이므로 단위 환산을 위해 1,000을 반영한다.

사용할 공식

절삭속도 관계식은 다음과 같다.
$V = \frac{\pi DN}{1000}$
따라서 회전수는 다음과 같다.
$N = \frac{1000V}{\pi D}$
공작물이 1회전할 때 원주 πD만큼 절삭되고, 이를 1분 동안의 회전수와 곱하면 절삭속도가 되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

주어진 값을 회전수 공식에 대입한다.
$N = \frac{1000 \times 150}{3 \times 100} = \frac{150000}{300} = 500rpm$
따라서 필요한 선반 주축의 회전수는 $500rpm$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 300rpm은 계산 결과 500rpm과 다르다. 300이 아니라 500rpm이어야 한다.
② X — 400rpm은 계산 결과 500rpm과 다르다. 400이 아니라 500rpm이어야 한다.
③ X — 420rpm은 계산 결과 500rpm과 다르다. 420이 아니라 500rpm이어야 한다.
④ O — 공식에 $V = 150 m/min$, $D = 100 mm$, $\pi = 3$을 대입하면 $N = 500 rpm$이므로 옳다.
⑤ X — 520rpm은 계산 결과 500rpm과 다르다. 520이 아니라 500rpm이어야 한다.

오답 포인트

절삭속도는 m/min, 지름은 mm로 주어졌으므로 공식의 1,000을 빠뜨리거나 지름과 회전수의 위치를 바꾸면 오답이 된다. 또한 문제에서 $\pi = 3$으로 계산하라고 했으므로 다른 원주율 값을 사용하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

절삭속도 문제에서는 먼저 $V = \pi DN/1000$을 세우고, 구하려는 회전수 N에 맞게 식을 정리한 뒤 지름과 속도의 단위를 검산한다.

암기 포인트

선반 회전수는 $N = 1000V/(\pi D)$이다. 절삭속도가 커지면 회전수는 커지고, 지름이 커지면 회전수는 작아진다.

NoteBase

14. 높은 표면온도를 가진 넓고 평평한 벽면이 있다. 이 벽면은 상온의 정지된 공기에 노출되어 있다. 이 벽면의 냉각을 촉진하기 위한 방법으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고르면?

<보 기>

ㄱ. 표면 주위의 공기를 강제로 순환시켜 대류 열전달을 촉진한다.

ㄴ. 표면에 열전도계수(thermal conductivity)가 높은 물질로 만들어진 핀(fin) 구조물을 부착함으로써 열전달 면적을 증가시켜 열전달을 촉진한다.

ㄷ. 열전도계수가 높은 물질로 만들어진 평평한 판으로 표면을 완전히 덮어 열전도 현상을 촉진한다.

① ㄱ
② ㄱ, ㄴ
③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

넓은 평판에서 대류 열전달계수와 열전달 면적을 키우는 방법을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

강제대류: 송풍기 등으로 유체를 움직여 대류 열전달계수를 크게 하는 냉각 방식이다.
핀(fin): 열전도계수가 높은 재료로 만든 돌출 구조물을 표면에 부착하여 공기와 접촉하는 열전달 면적을 늘리는 장치이다.
평평한 판으로 벽면 전체를 덮는 방법: 노출 면적과 공기의 유동 조건이 그대로라면 대류 열전달을 실질적으로 증가시키지 못하며, 접촉 상태가 나쁘면 오히려 열저항이 추가될 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㄱ은 옳지만 ㄴ도 옳으므로 'ㄱ만' 고른 조합이 틀렸다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ이다.
② O — ㄱ의 강제 공기 순환은 대류 열전달계수를 높이고, ㄴ의 핀은 열전달 면적을 늘리므로 두 방법 모두 냉각을 촉진한다.
③ X — ㄷ을 포함하고 ㄴ을 제외한 부분이 틀렸다. 평평한 판으로 완전히 덮는 것은 노출 면적을 늘리지 않지만, 핀 부착은 노출 면적을 늘린다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ이다.
④ X — ㄷ을 포함하고 ㄱ을 제외한 부분이 틀렸다. 강제 공기 순환은 유효한 냉각 촉진 방법이고, 평평한 판으로 덮는 것은 유효한 면적 증가 방법이 아니다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ이다.
⑤ X — ㄷ까지 옳다고 본 부분이 틀렸다. 열전도계수가 높은 재료라도 같은 면적의 평평한 판으로 덮기만 해서는 공기와 접촉하는 면적이나 대류 열전달계수가 커지지 않는다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ이다.

오답 포인트

ㄷ의 '열전도계수가 높은 물질'이라는 표현만 보고 냉각이 무조건 좋아진다고 판단하기 쉽다. 그러나 벽면에서 공기로 열을 방출하려면 열이 재료 내부를 잘 전도하는 것뿐 아니라 대류 열전달계수나 공기와 접촉하는 면적이 커져야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

냉각 촉진 방법은 먼저 공기 유동을 강화하여 대류 열전달계수를 키우는지, 또는 핀처럼 실제 노출 면적을 늘리는지를 판단한다. 단순히 열전도성이 좋은 평판을 같은 면적에 덧대는 방법은 이 두 조건을 충족하지 않는다.

암기 포인트

강제대류는 유동을 강화하고, 핀은 면적을 늘린다. 높은 열전도계수만으로는 냉각이 자동으로 촉진되지 않는다.

NoteBase

15. 열전도도(thermal conductivity)가 2 W/(m·K)이고 두께는 10 cm이며, 면적은 5 m^2인 유리창의 외부표면 온도는 15 °C이다. 내부로부터 외부로 전도에 의하여 열이 전달된다고 가정한다. 전달된 열전달량이 50 W일 때 유리창의 내부표면 온도는 몇 °C인가?

① 15.1
② 15.5
③ 16
④ 16.1
⑤ 16.5

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 평판을 통한 정상상태 1차원 열전도식으로 유리창 내·외부 표면의 온도차를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 열전도도 $k = 2W/(m \cdot K)$, 두께 $L = 10cm = 0.10m$, 면적 $A = 5m^2$, 외부표면 온도 $T_o = 15\,^\circ C$, 열전달률 $\dot{Q} = 50W$이다.
구해야 할 값: 내부표면 온도 T_i이다.
주의할 조건: 열이 내부에서 외부로 전도되므로 내부표면 온도는 외부표면 온도보다 높다.

사용할 공식

평판의 정상상태 1차원 열전도식은 다음과 같다.
$\dot{Q} = \frac{kA(T_i - T_o)}{L}$
유리창의 두께 방향으로 전도에 의해서만 열이 전달된다고 가정했으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 두께를 미터 단위로 바꾸면 $10cm = 0.10m$이다.
2. 내·외부 표면의 온도차는 다음과 같다.
$T_i - T_o = \frac{\dot{Q}L}{kA} = \frac{50 \times 0.10}{2 \times 5} = 0.5K$
3. 따라서 내부표면 온도는 $T_i = 15 + 0.5 = 15.5\,^\circ C$이다. 온도차 $0.5K$는 $0.5\,^\circ C$와 크기가 같다.

NoteBase

선지 판단

① X — 15.1 $^\circ C$는 계산된 내부표면 온도 15.5 $^\circ C$와 다르다. 틀린 값 15.1 $^\circ C$는 15.5 $^\circ C$로 고쳐야 한다.
② O — 계산 결과 내부표면 온도가 15.5 $^\circ C$이므로 옳다.
③ X — 16 $^\circ C$는 계산 결과보다 0.5 $^\circ C$ 높다. 틀린 값 16 $^\circ C$는 15.5 $^\circ C$로 고쳐야 한다.
④ X — 16.1 $^\circ C$는 계산 결과보다 0.6 $^\circ C$ 높다. 틀린 값 16.1 $^\circ C$는 15.5 $^\circ C$로 고쳐야 한다.
⑤ X — 16.5 $^\circ C$는 계산 결과보다 1.0 $^\circ C$ 높다. 틀린 값 16.5 $^\circ C$는 15.5 $^\circ C$로 고쳐야 한다.

오답 포인트

두께 10cm를 0.10m로 환산해야 한다. 또한 0.5는 내부표면 온도 자체가 아니라 내·외부 표면의 온도차이며, 열의 방향이 내부에서 외부이므로 외부표면 온도 15 $^\circ C$에 더해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

평판 열전도 문제는 길이 단위를 먼저 통일하고, $\Delta T = \dot{Q}L/(kA)$로 온도차를 구한 뒤 열의 흐름 방향에 따라 기준 온도에 더하거나 뺀다. 마지막으로 열이 고온에서 저온으로 흐르는지 검산한다.

암기 포인트

평판 전도에서는 $\dot{Q} = kA\Delta T/L$이며, 두께가 두꺼울수록 같은 열량을 전달하는 데 필요한 온도차가 커진다.

NoteBase

16. 질량관성모멘트가 2.5 kg·m^{2}인 플라이휠에 5 N·m의 토크가 가해진다. 정지 상태에서 회전하기 시작하여 10바퀴 회전했을 때 플라이휠의 각속도(rad/s)는? (단, π는 3으로 계산한다.)

① $\sqrt{3}$
② $2\sqrt{3}$
③ $4\sqrt{3}$
④ $2\sqrt{15}$
⑤ $4\sqrt{15}$

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 일정한 토크가 한 일과 플라이휠의 회전 운동에너지 증가량이 같다는 관계를 이용해 각속도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 관성모멘트 $I = 2.5kg \cdot m^2$, 토크 $\tau = 5N \cdot m$, 회전수 10바퀴이다.
구해야 할 값: 정지 상태에서 10바퀴 회전한 뒤의 각속도 ω이다.
주의할 조건: 10바퀴를 각변위로 바꾸면 $\theta = 10 \times 2\pi = 20\pi = 60rad$이다. 여기서는 $\pi = 3$을 사용한다.

사용할 공식

일정한 토크가 한 일은 회전 운동에너지의 변화량과 같다.
$\tau\theta = \frac{1}{2}I\omega^2 - \frac{1}{2}I\omega_0^2$
처음에는 정지 상태이므로 $\omega_0 = 0$이고, 따라서 $\tau\theta = \frac{1}{2}I\omega^2$를 사용한다.

계산 과정

1. 각변위를 구한다.
$\theta = 10 \times 2\pi = 20\pi = 60rad$
2. 토크가 한 일을 구한다.
$W = \tau\theta = 5 \times 60 = 300J$
3. 회전 운동에너지 식에 대입한다.
$300 = \frac{1}{2} \times 2.5 \times \omega^2$
$\omega^2 = 240$
4. 양의 각속도를 취하면 다음과 같다.
$\omega = \sqrt{240} = 4\sqrt{15}rad/s$

NoteBase

선지 판단

① X — $\sqrt{3}rad/s$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $\sqrt{3}$은 올바르게 $4\sqrt{15}$로 고쳐야 한다.
② X — $2\sqrt{3}rad/s$는 $\omega^2 = 240$을 만족하지 않는다. 틀린 값 $2\sqrt{3}$은 올바르게 $4\sqrt{15}$로 고쳐야 한다.
③ X — $4\sqrt{3}rad/s$는 계산 결과보다 작다. 틀린 값 $4\sqrt{3}$은 올바르게 $4\sqrt{15}$로 고쳐야 한다.
④ X — $2\sqrt{15}rad/s$는 정답의 절반이며, 제곱하면 필요한 $\omega^2 = 240$의 4분의 1에 불과하다. 틀린 값 $2\sqrt{15}$는 올바르게 $4\sqrt{15}$로 고쳐야 한다.
⑤ O — 계산 결과가 $4\sqrt{15}rad/s$이므로 옳다.

오답 포인트

10바퀴를 단순히 10으로 대입하면 안 된다. 토크의 일 $\tau\theta$에서 각변위 θ는 라디안이어야 하므로 $10 \times 2\pi = 60rad$으로 변환해야 한다. 또한 회전 운동에너지의 $\frac{1}{2}$을 빠뜨리거나 ω^2에서 제곱근을 잘못 취하면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

일정한 토크로 정지한 회전체를 돌리는 문제에서는 회전수를 라디안 각변위로 바꾼 뒤 $\tau\theta = \frac{1}{2}I\omega^2$에 대입하고, 마지막에 단위와 제곱근을 검산한다.

암기 포인트

토크의 일은 $W = \tau\theta$, 회전 운동에너지는 $E_r = \frac{1}{2}I\omega^2$이며, 1바퀴는 $2\pi rad$이다.

NoteBase

17. 스프링상수 k인 용수철과 질량 m인 추로 이루어진 진동시스템이 단순 상하 조화운동을 할 때의 주기가 T이다. 용수철을 절반으로 자른 후 동일한 추를 매달아 상하 진동시킬 때의 주기는? (단, 스프링상수 k는 일정하며, 용수철의 무게는 무시한다.)

① $T/\sqrt{2}$
② $T/2$
③ T
④ $\sqrt{2}\,T$
⑤ $2T$

정답 1번

출제 포인트

용수철을 절반 길이로 잘랐을 때 용수철상수의 변화와 단순 조화운동의 주기 공식을 연결해 새 주기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 원래 용수철상수는 k, 추의 질량은 m, 원래 주기는 T이다.
변경 조건: 같은 용수철을 절반 길이로 자르고 동일한 추를 매단다.
주의할 조건: 균일한 용수철의 용수철상수는 길이에 반비례하므로 길이가 절반이면 용수철상수는 2배가 된다.
따라서 새 용수철상수는 $k' = 2k$이고 질량은 그대로 m이다.

사용할 공식

질량-용수철 진동계의 주기는
$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
이다. 용수철의 무게를 무시하고 질량 m인 추가 용수철상수 k인 용수철에 매달려 단순 조화운동을 하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 길이를 절반으로 자르면 새 용수철상수는 $k' = 2k$이다.
2. 동일한 추를 매달았으므로 새 주기 T'는
$T' = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k'}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$
이다.
3. 원래 주기 $T = 2\pi\sqrt{m/k}$와 비교하면
$T' = \frac{1}{\sqrt{2}}\left(2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\right) = \frac{T}{\sqrt{2}}$
이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과 새 주기는 $T/\sqrt{2}$이므로 맞다.
② X — $T/2$는 용수철상수가 4배일 때의 주기이다. 이 문제에서는 용수철상수가 2배이므로 올바르게는 $T/\sqrt{2}$이다.
③ X — T는 용수철상수가 변하지 않을 때의 주기이다. 길이를 절반으로 자르면 용수철상수가 2배가 되므로 올바르게는 $T/\sqrt{2}$이다.
④ X — $\sqrt{2}T$는 용수철상수가 절반으로 감소할 때의 주기이다. 이 문제에서는 용수철상수가 2배로 증가하므로 올바르게는 $T/\sqrt{2}$이다.
⑤ X — $2T$는 용수철상수가 원래의 1/4이 될 때의 주기이다. 이 문제에서는 용수철상수가 2배가 되므로 올바르게는 $T/\sqrt{2}$이다.

오답 포인트

길이가 절반이므로 주기도 단순히 절반이라고 생각하면 ②를 고르게 된다. 용수철상수는 길이에 반비례하지만 주기는 용수철상수의 제곱근에 반비례하므로, 길이 변화 비율에 제곱근을 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 용수철 길이 변화로 새 용수철상수를 구한 뒤, $T \propto \sqrt{m/k}$에 대입해 주기의 비를 계산한다. 같은 추를 사용하면 질량은 약분되고 용수철상수의 변화만 보면 된다.

암기 포인트

균일한 용수철은 $k \propto 1/L$, 진동 주기는 $T \propto \sqrt{m/k}$이다. 따라서 길이를 절반으로 하면 k는 2배, 주기는 $1/\sqrt{2}$배가 된다.

NoteBase

18. 서로 다른 축 사이에 동력을 전달하기 위한 기계요소가 아닌 것은?

① 기어
② 마찰차
③ 플라이휠
④ 벨트
⑤ 체인

정답 3번

출제 포인트

서로 다른 축 사이에서 회전과 토크를 전달하는 기계요소와 회전 에너지를 저장하는 기계요소를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

축간 동력 전달 요소: 원동축의 회전과 토크를 종동축에 전달하는 요소이다. 기어와 마찰차는 두 요소가 직접 접촉하여 동력을 전달하고, 벨트와 체인은 두 축 사이를 연결하여 동력을 전달한다.
플라이휠: 관성에 의해 회전 에너지를 저장했다가 방출하여 축의 회전 속도 변동을 줄이는 요소이다. 다른 축으로 동력을 전달하는 것이 주된 기능은 아니다.

선지별 해설

① O — 기어는 서로 맞물리는 이의 접촉으로 한 축의 회전과 토크를 다른 축에 전달하므로 축간 동력 전달 요소이다.
② O — 마찰차는 두 바퀴의 접촉면에서 생기는 마찰력으로 서로 다른 축 사이에 동력을 전달하므로 축간 동력 전달 요소이다.
③ X — '플라이휠이 서로 다른 축 사이의 동력 전달 요소이다'라는 분류가 틀리다. 올바르게는 플라이휠은 회전 에너지를 저장하고 방출하여 회전 속도의 변동을 완화하는 기계요소이다.
④ O — 벨트는 두 축에 설치된 풀리를 감아 원동축의 동력을 종동축에 전달하므로 축간 동력 전달 요소이다.
⑤ O — 체인은 두 축의 스프로킷과 맞물려 미끄럼 없이 동력을 전달하므로 축간 동력 전달 요소이다.

오답 포인트

플라이휠도 축에 설치되어 회전하므로 동력 전달 요소처럼 보일 수 있다. 그러나 이 문항의 기준은 '서로 다른 축 사이의 전달'이며, 플라이휠의 주된 기능은 한 회전체의 에너지를 저장·방출하여 속도 변동을 줄이는 데 있다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

두 축을 직접 또는 매개 요소로 연결하여 회전과 토크를 넘기면 축간 동력 전달 요소로 판단한다. 에너지를 저장하여 회전을 고르게 하는 기능이 중심이면 플라이휠로 판단한다.

암기 포인트

기어·마찰차·벨트·체인은 축과 축을 잇고, 플라이휠은 회전 에너지를 저장한다.

NoteBase

19. 베어링에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 구름 베어링은 미끄럼 베어링에 비하여 시동 시 마찰저항이 작다.
② 미끄럼 베어링은 베어링에 작용하는 하중이 큰 경우에 적합하다.
③ 구름 베어링은 소음발생이 심하고 충격에 약하다.
④ 미끄럼 베어링은 윤활이 중요하며 바람직한 윤활은 경계윤활(boundary lubrication)이다.
⑤ 구름 베어링 중에서 볼베어링은 더 빠른 속도에서 견딜 수 있고, 롤러 베어링은 더 큰 하중을 버틸 수 있다.

정답 4번

출제 포인트

구름 베어링과 미끄럼 베어링의 마찰, 하중, 소음·충격 특성을 비교하고, 바람직한 윤활 상태가 무엇인지 구별하는 문제이다.

핵심 개념

구름 베어링: 볼이나 롤러의 구름 운동으로 축을 지지하는 베어링이다. 시동 마찰이 작고 취급이 쉽지만 소음이 비교적 크고 충격에 약하다.
미끄럼 베어링: 축과 베어링 면의 미끄럼 운동으로 하중을 지지하는 베어링이다. 큰 하중에 적합하고 운전이 조용하지만 시동 때 마찰이 비교적 크다.
윤활 상태: 윤활유 막이 두 표면을 완전히 분리하는 유체윤활이 바람직하다. 경계윤활은 유막이 충분하지 않아 표면의 미세 돌기가 일부 접촉하는 상태이다.

선지별 해설

① O — 구름 베어링은 구름 운동을 이용하므로 미끄럼 베어링보다 시동 시 마찰저항이 작다.
② O — 미끄럼 베어링은 넓은 면에서 하중을 지지할 수 있어 큰 하중이 작용하는 경우에 적합하다.
③ O — 구름 베어링은 구름 요소와 궤도 사이의 접촉으로 소음이 비교적 크며, 충격하중에도 약하다.
④ X — 틀린 표현은 '바람직한 윤활은 경계윤활이다'이다. 올바르게는 베어링의 두 마찰면이 충분한 윤활유 막으로 완전히 분리되는 유체윤활이 바람직하며, 경계윤활은 유막이 불충분하여 표면이 일부 접촉하는 상태이다.
⑤ O — 볼베어링은 점접촉을 하여 마찰이 작으므로 비교적 빠른 속도에 적합하고, 롤러 베어링은 선접촉을 하여 더 큰 하중을 지지할 수 있다.

오답 포인트

④의 '윤활이 중요하다'는 앞부분만 보고 옳다고 판단하기 쉽다. 그러나 경계윤활은 바람직한 정상 윤활 상태가 아니라 유막이 얇아 표면 접촉이 일부 발생하는 불리한 상태이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

마찰면 사이의 유막 상태를 먼저 본다. 두 면이 유막으로 완전히 분리되면 유체윤활이고, 유막이 불충분하여 일부 접촉하면 경계윤활이다. 베어링 비교에서는 볼은 고속, 롤러는 고하중이라는 접촉 방식의 차이를 적용한다.

암기 포인트

구름 베어링은 시동 마찰이 작고, 볼은 고속·롤러는 고하중에 유리하다. 좋은 윤활은 완전 유막의 유체윤활이다.

NoteBase

20. 펌프에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 펌프의 양정을 늘리고 싶은 경우 다수의 펌프를 직렬로 연결하여 운전한다.
② 흡입관의 직경을 크게 하면 캐비테이션을 줄일 수 있다.
③ 고속으로 회전하는 임펠러 끝단에서의 유체의 속도가 고속이 될 경우 캐비테이션이 발생할 수 있다.
④ 원심펌프의 경우 회전수가 2배 증가하면 양정은 4배 증가한다.
⑤ 축류펌프는 저유량, 고양정에 적합하다.

정답 5번

출제 포인트

펌프의 직렬 운전과 회전수 변화가 양정에 미치는 영향, 캐비테이션의 발생 조건, 축류펌프의 적용 범위를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

펌프의 직렬 운전은 각 펌프의 양정을 합하여 높은 양정을 얻는 방식이고, 병렬 운전은 토출 유량을 늘리는 방식이다.
캐비테이션은 펌프 내부의 국부 압력이 액체의 증기압보다 낮아져 기포가 생기고 붕괴하는 현상이다. 흡입관의 손실과 임펠러 입구 부근의 과도한 유속을 줄이면 발생 가능성을 낮출 수 있다.
상사한 원심펌프에서 유량은 회전수에 비례하고 양정은 회전수의 제곱에 비례한다. 즉, $Q \propto N$, $H \propto N^2$이다.
축류펌프는 유체가 축 방향으로 흐르는 펌프로서 저양정·대유량에 적합하다.

선지별 해설

① O — 여러 펌프를 직렬로 연결하면 각 펌프가 만드는 양정이 합해지므로 전체 양정을 높일 수 있다.
② O — 흡입관의 직경을 크게 하면 같은 유량에서 유속과 마찰 손실이 감소하여 펌프 흡입부의 압력 저하가 완화되므로 캐비테이션을 줄일 수 있다.
③ O — 임펠러 끝단의 유체 속도가 지나치게 높아지면 국부적인 정압이 낮아질 수 있으며, 그 압력이 액체의 증기압 아래로 내려가면 캐비테이션이 발생할 수 있다.
④ O — 원심펌프의 양정은 회전수의 제곱에 비례하므로 회전수가 2배가 되면 양정은 $2^2 = 4$배가 된다.
⑤ X — 틀린 표현은 '저유량, 고양정에 적합하다'이다. 축류펌프는 올바르게는 저양정, 대유량에 적합하다.

오답 포인트

직렬 운전의 '고양정'과 축류펌프의 '저양정·대유량'을 혼동하기 쉽다. 또한 ④에서 회전수가 2배일 때 유량은 2배이지만 양정은 회전수의 제곱에 따라 4배가 된다는 점이 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

펌프 연결은 직렬이면 양정 증가, 병렬이면 유량 증가로 판단한다. 회전수 변화는 $Q \propto N$, $H \propto N^2$를 적용하고, 펌프 형식은 축류펌프가 저양정·대유량이라는 기준으로 구별한다.

암기 포인트

직렬은 양정, 병렬은 유량, 축류는 저양정·대유량이다.

NoteBase