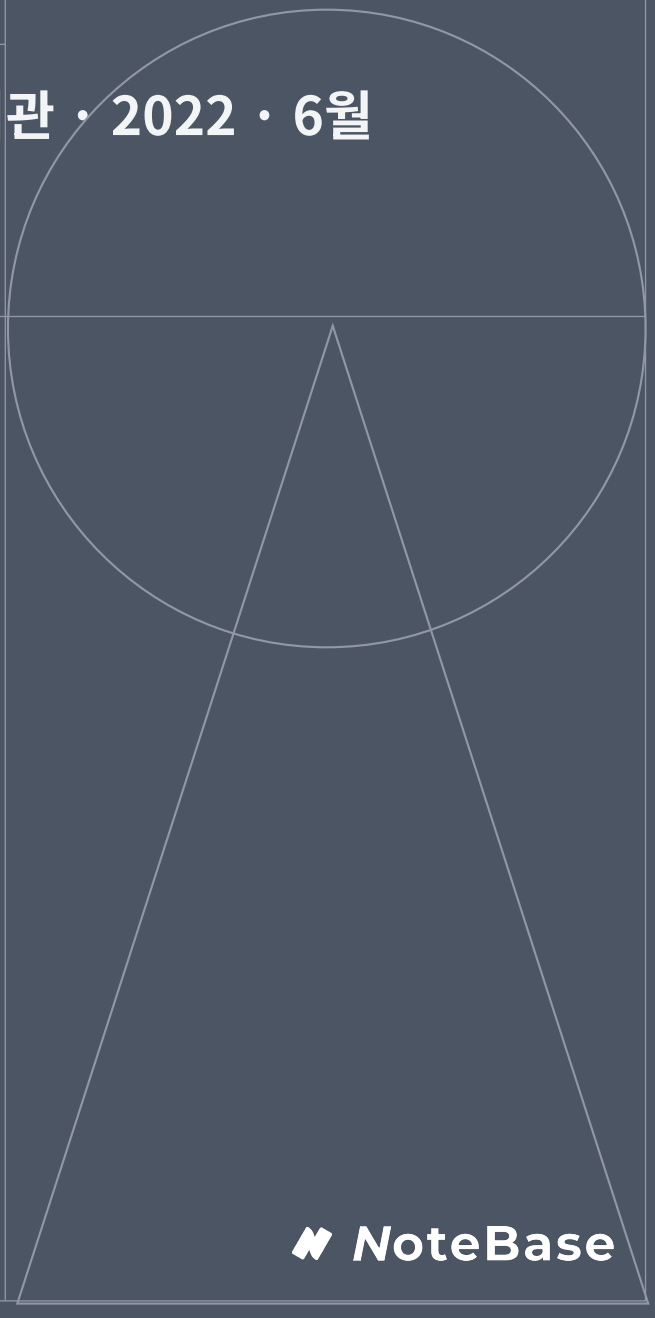
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 선박기관 · 2022 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 선박기관 · 2022 · 6월

공무원/서울시/9급 · 선박기관 · 2022 · 6월

문 1. 측정공구 중에서 외경, 내경, 깊이를 모두 측정할 수 있는 장비는?

① 마이크로미터(micrometer)

② 뎁스 게이지(depth gauge)

③ 버니어 캘리퍼스(vernier calipers)

④ 디플렉션 게이지(deflection gauge)

정답 3번

간단한 해설

버니어 캘리퍼스는 **외측·내측 측정용 조와 깊이 막대**를 갖추어 하나의 공구로 외경, 내경, 깊이를 모두 측정할 수 있다.

개념 구분

버니어 캘리퍼스: 외경은 외측 측정용 조로 물체의 바깥쪽을 물려 측정하고, 내경은 내측 측정용 조를 구멍 안에서 벌려 안쪽 면에 접촉시켜 측정한다. 깊이는 본체 끝의 기준면을 구멍 입구에 대고 깊이 막대를 바닥까지 내려 측정한다. 이처럼 **측정 부위를 바꾸어 외경·내경·깊이를 모두 측정**할 수 있다.

뎁스 게이지와의 구분: 뎁스 게이지는 기준면에서 구멍이나 홈의 바닥까지의 **깊이를 측정하는 전용 공구**이다. 깊이를 잴 수 있다는 점은 같지만, 외경과 내경까지 하나의 공구로 측정한다는 조건에는 버니어 캘리퍼스가 부합한다.

NoteBase

문 2. 냉동기가 이상적인 냉동 사이클로 작동하고 있다면, 증발온도가 -23℃이고 응축온도가 27℃일 때, 이 냉동기의 성적계수는?

① 0.46

② 0.5

③ 4.6

④ 5

정답 4번

간단한 해설

이상적인 냉동기의 성적계수는 증발온도를 **절대온도**로 나타내어 두 온도의 차로 나눈 값이다. 증발온도는 약 250 K, 온도 차는 50 K이므로 성적계수는 5이다.

계산 과정

이상적인 냉동 사이클은 가역적인 역카르노 사이클로 본다. 냉동기의 성적계수는 **투입한 일에 대한 저온부 흡수열의 비**이다. 저온부에서 흡수하는 열량을 Q_L, 투입한 일을 W라고 하면 $\mathrm{COP} = \frac{Q_L}{W}$이다.

증발온도는 저온부 온도 T_L, 응축온도는 고온부 온도 T_H에 해당한다. 온도비를 사용하는 공식에는 **섭씨온도가 아닌 절대온도 K**를 넣는다. 섭씨온도에 약 273을 더하면 $T_L = -23 + 273 = 250\mathrm{K}$, $T_H = 27 + 273 = 300\mathrm{K}$이다. 두 온도의 차는 50 K이다.

역카르노 사이클에서는 흡수열과 방출열의 비가 두 절대온도의 비와 같으므로 성적계수는 $\mathrm{COP} = \frac{T_L}{T_H - T_L}$로 구한다. 여기에 대입하면 $\mathrm{COP} = \frac{250}{300 - 250} = 5$이다.

성적계수는 같은 단위의 열량과 일을 나눈 무차원량이다. 값이 5라는 것은 일 1 kJ을 공급할 때 저온부에서 열 5 kJ을 흡수한다는 뜻이며, ④의 5에 해당한다.

NoteBase

문 3. 나사펌프에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 소음이 크고 유체를 연속적으로 이송하므로 송출측의 맥동 현상이 크다.

② 고속 운전에 적합하므로 부피에 비해 많은 송출 유량을 얻을 수 있다.

③ 자흡 성능이 있어서 펌프 내부에 액체를 채울 필요가 없다.

④ 연료유와 윤활유 등의 이송용으로 널리 사용된다.

정답 1번

간단한 해설

나사펌프는 유체를 연속적으로 밀어 보내므로 **송출측의 맥동이 작고 소음도 작다**. 연속 이송 때문에 맥동이 커진다는 설명은 이러한 특성과 반대이다.

선지별 해설

① X: 나사가 회전하면서 나사와 케이싱 사이의 공간에 담긴 액체를 흡입측에서 송출측으로 연속적으로 이동시킨다. 이 때문에 유량과 압력의 주기적인 변동인 맥동이 작고, 이에 따른 소음도 작다. 따라서 '소음이 크고', '맥동 현상이 크다'는 각각 **소음이 작고 맥동이 작다**로 고쳐야 한다.

② O: 나사펌프는 회전하면서 일정한 부피의 액체를 밀어 내는 회전용적형 펌프이다. 허용 회전수와 흡입 조건 범위에서 고속 운전을 하면 단위 시간에 이송하는 액체의 양이 많아지므로, **작은 부피로도 큰 송출 유량**을 얻을 수 있다.

③ O: 자흡성은 펌프가 흡입관의 공기를 배출하여 액체를 스스로 끌어올릴 수 있는 성질이다. 선지는 자흡을 위해 별도로 액체를 채우는 마중물 작업이 불필요하다는 일반적 특성을 설명한다. 다만 **자흡성과 건조 운전 가능 여부는 구별**해야 한다. 실제 펌프에서는 구조와 제조사 지침에 따라 최초 기동 때 윤활이나 축봉 보호를 위한 액체 충전이 필요할 수 있으므로, 액체가 전혀 없는 상태로 항상 운전해도 된다는 뜻은 아니다.

④ O: 나사펌프는 점성이 있는 기름을 연속적으로 이송하는 데 적합하고 송출 맥동도 작다. 이러한 특성 때문에 선박에서 **연료유의 이송과 윤활유의 공급·순환** 등에 널리 사용된다.

NoteBase

문 4. 프로펠러의 공동현상(cavitation)이 일어나는 원인으로 가장 옳지 않은 것은?

① 프로펠러가 임계치 이상으로 회전할 때 발생

② 날개끝이 얇을 때 발생

③ 프로펠러가 수면 가까이에서 회전할 때 발생

④ 프로펠러의 재료가 침식에 약할 때 발생

정답 2번

간단한 해설

날개끝이 얇다는 것은 공동현상의 일반적인 발생 원인이 아니다. 강도가 확보되는 범위에서는 날개를 얇게 하여 **두께 때문에 생기는 압력 저하를 줄이는** 것이 공동현상 억제에 도움이 된다.

선지별 해설

공동현상은 프로펠러 주위의 국부 압력이 물의 증기압 이하로 낮아져 증기 기포가 생기는 현상이다. 이 기포가 압력이 높은 곳에서 붕괴하면 소음·진동과 날개 표면의 침식이 발생할 수 있다.

① O: 회전수가 높아지면 날개 주위 유속이 증가하고 저압부의 압력이 더 낮아진다. 주어진 운전 조건에서 **국부 압력이 증기압 이하가 되는 회전수**에 이르면 공동현상이 발생한다. 이 임계 회전수는 수심과 날개 형상 등 조건에 따라 달라진다.

② X: 일반적으로 날개 단면이 두꺼우면 유동에 의한 흡입 효과가 커져 국부 압력이 더 낮아지고 공동현상이 생기기 쉽다. 따라서 '날개끝이 얇을 때'를 일반적인 발생 원인으로 볼 수 없으며, **날개 단면이 지나치게 두꺼운 경우**가 공동현상을 촉진하는 조건에 해당한다. 다만 두께는 필요한 강도를 확보하는 범위에서 정해야 한다.

③ O: 수면에 가까울수록 수심에 따른 정수압이 작다. 따라서 같은 회전 조건에서도 날개 주위 압력이 증기압까지 낮아지기 쉬워 공동현상이 발생하기 쉽다. 이는 외부 공기가 프로펠러로 빨려 들어오는 현상과 구별된다.

④ O: 침식에 약한 재료는 공동 기포가 붕괴할 때의 충격으로 표면이 쉽게 패이고 거칠어진다. 이렇게 생긴 표면 결함은 국소적인 공동 발생을 촉진할 수 있다. 다만 재료의 침식 저항성은 주로 **공동침식 손상의 정도**와 관련되며, 증기 기포를 만드는 직접적인 조건은 압력 저하이다.

NoteBase

문 5. 교류발전기에서 3상 권선을 Y결선으로 하는 장점으로 가장 옳지 않은 것은?

① 중성점을 이용할 수 있다.

② 선간전압의 파형이 개선될 수 있다.

③ 제3고조파 및 그 배수 고조파에 의한 순환전류가 통하지 않는다.

④ 동일한 상전압에서 △ 결선에 비해 $\frac{1}{\sqrt{3}}$배의 선간전압을 얻을 수 있다.

정답 4번

간단한 해설

④의 전압비는 반대로 되어 있다. 같은 상전압에서 Y결선의 선간전압은 △결선의 $\sqrt{3}$**배**이며, $\frac{1}{\sqrt{3}}$배가 아니다.

선지별 해설

① O: Y결선은 세 상 권선의 한쪽 끝을 공통으로 연결하므로 중성점이 생긴다. 이 중성점을 밖으로 인출하면 **중성선이나 접지에 이용**할 수 있고, 상과 중성점 사이의 전압도 사용할 수 있다.

② O: 평형 3상에서 제3고조파와 그 배수 고조파의 전압 성분은 각 상에서 위상이 같다. 선간전압은 두 상 전압의 차이이므로 **같은 위상의 고조파 성분이 상쇄**된다. 이에 따라 상전압에 포함된 해당 고조파가 선간전압에 나타나지 않아 파형이 개선될 수 있다.

③ O: △결선은 세 상 권선이 닫힌 고리를 이루므로 제3고조파와 그 배수 고조파에 의한 순환전류가 권선 내부에 흐를 수 있다. Y결선에는 이러한 **권선 내부의 닫힌 순환 경로가 없다**. 다만 중성선 등 외부 귀로가 연결되면 고조파 전류가 흐를 수 있으므로, 이를 모든 고조파 전류가 차단된다는 뜻으로 이해해서는 안 된다.

④ X: 평형 3상의 기본파에서 상전압을 V_{ph}, 선간전압을 V_L이라 하면, Y결선은 $V_L = \sqrt{3}V_{ph}$이고 △결선은 $V_L = V_{ph}$이다. Y결선의 선간전압은 위상차가 120°인 두 상전압의 벡터 차이인 반면, △결선의 선간전압은 각 상 권선 양단의 전압과 같기 때문이다. 따라서 같은 상전압에서 Y결선은 △결선보다 $\sqrt{3}$**배의 선간전압**을 얻는다. 선지의 $\frac{1}{\sqrt{3}}$배는 $\sqrt{3}$배로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 6. 보일러수로부터 기인하는 보일러 장해 요인 중 <보기>의 괄호 안에 알맞은 장해 요인을 순서대로 바르게 나열한 것은?

<보기>
· (㉠)은/는 보일러수 중의 용해물질이나 염화물 및 유분 등의 농도가 클 때, 이러한 불순물과 수분 등이 증기와 함께 증기출구로 반출되는 현상을 말한다.
· (㉡)은/는 보일러 부하의 급변이나 수위의 급격한 상승으로 인하여 보일러수가 다량의 미세한 물방울이나 거품상태로 되어 증기와 함께 보일러 밖으로 반출되는 현상이다.

① ㉠: 워터해머(water hammer), ㉡: 캐리오버(carry over)
② ㉠: 워터해머(water hammer), ㉡: 포밍(foaming)
③ ㉠: 캐리오버(carry over), ㉡: 프라이밍(priming)
④ ㉠: 캐리오버(carry over), ㉡: 포밍(foaming)

정답 3번

간단한 해설

부하 급변이나 수위 상승으로 보일러수가 증기와 함께 다량 반출되는 현상은 **프라이밍**이다. 포밍은 보일러 수면에 거품이 형성되는 현상이므로, ㉡에 '거품상태'라는 표현이 있어도 발생 원인과 물의 반출을 함께 보아야 한다.

빈칸별 해설

㉠ 캐리오버(carry over): 보일러수와 그 속의 불순물이 증기에 섞여 증기출구로 반출되는 현상이다. 보기에서는 용해물질·염화물·유분 등의 농도가 높은 상태에서 **불순물과 수분이 함께 반출**된다는 점이 이에 해당한다. 워터해머는 증기관 속의 물덩어리가 관이나 밸브 등에 충돌하여 압력 충격과 소음·진동을 일으키는 현상으로, 불순물의 반출을 뜻하지 않는다.

㉡ 프라이밍(priming): 보일러 부하의 급변이나 수위 상승으로 보일러수가 증기에 휩쓸려 다량 반출되는 현상이다. 증기 수요가 갑자기 커지면 보일러 내부 압력이 떨어지면서 물의 비등과 수면의 동요가 심해질 수 있고, 수위가 높으면 물과 증기가 분리될 공간도 줄어든다. 따라서 보기의 **부하 급변·수위 상승에 따른 물의 반출**은 프라이밍에 해당한다. 포밍은 보일러 수면에 거품이 형성되는 현상이며, 용해고형물 농도가 높거나 유분 등으로 오염되었을 때 촉진된다. 프라이밍과 포밍은 모두 캐리오버를 일으킬 수 있지만, ㉡은 운전 상태의 급변으로 물이 반출되는 현상을 설명한다.

㉠은 캐리오버, ㉡은 프라이밍이므로 이 조합에 해당하는 선택지는 ③이다.

NoteBase

문 7. 기본 사이클의 공급 열량 및 최대 압력이 일정할 때의 열효율 비교 중 가장 옳은 것은? (단, 오토사이클 : η_{tho}, 디젤사이클 : η_{thd}, 사바테사이클 : η_{ths} 이다.)

① $\eta_{tho} < \eta_{ths} < \eta_{thd}$

② $\eta_{tho} > \eta_{ths} > \eta_{thd}$

③ $\eta_{tho} < \eta_{thd} < \eta_{ths}$

④ $\eta_{tho} > \eta_{thd} > \eta_{ths}$

정답 1번

간단한 해설

공급 열량이 같을 때는 **방출 열량이 적을수록 열효율이 높다**. 같은 최대 압력에서 정압 가열하는 디젤사이클은 정적 가열하는 오토사이클보다 높은 압축비를 사용할 수 있어 방출 열량이 적다.

올바른 순서

오토사이클 → 사바테사이클 → 디젤사이클 (열효율이 낮은 순)

같은 초기 상태에서 출발하는 공기표준 사이클을 기준으로 비교한다. 공급 열량을 Q_{in}, 방출 열량을 Q_{out}이라 하면 열효율은 $\eta_{th} = 1 - \frac{Q_{out}}{Q_{in}}$이다. 따라서 공급 열량이 같으면 방출 열량의 차이가 열효율을 결정한다.

오토사이클: 부피가 일정한 정적 과정에서 열을 공급하므로 가열 중 압력이 상승한다. 정해진 최대 압력을 넘지 않으려면 가열 전의 압축 압력을 낮춰야 하므로, 세 사이클 중 압축비가 가장 작다. 이 비교 조건에서는 **방출 열량이 가장 많아** 열효율이 가장 낮다.

사바테사이클: 열의 일부는 정적 과정에서, 나머지는 정압 과정에서 공급한다. 정적 가열로 압력이 상승하지만 공급 열량 전부를 정적으로 가열하지는 않으므로, 같은 최대 압력에서 압축비는 오토사이클보다 크고 디젤사이클보다 작다. 방출 열량도 두 사이클 사이에 놓여 **열효율이 중간**이다.

디젤사이클: 압축이 끝났을 때 최대 압력에 도달하고, 이후에는 압력이 일정한 정압 과정에서 열을 공급한다. 가열 중 압력이 더 상승하지 않으므로 같은 최대 압력에서 가장 높은 압축비를 사용할 수 있다. 이 조건에서는 **방출 열량이 가장 적어** 같은 공급 열량으로 얻는 순일이 가장 많고 열효율이 가장 높다.

NoteBase

문 8. 냉동기의 직접 냉매가 갖추어야 할 조건으로 가장 옳지 않은 것은?

① 응축압력이 가급적 낮을 것

② 임계온도가 충분히 높을 것

③ 증발잠열이 작을 것

④ 응고온도가 낮을 것

정답 3번

간단한 해설

③의 '증발잠열이 작을 것'은 '증발잠열이 클 것'으로 고쳐야 한다. **증발잠열이 커야** 같은 질량의 냉매가 증발하면서 더 많은 열을 흡수할 수 있다.

선지별 해설

① O: 응축압력은 냉매가 응축기에서 열을 내보내며 액체로 변할 때의 압력이다. 필요한 응축을 할 수 있는 범위에서 **응축압력이 낮으면** 응축기와 배관이 견뎌야 할 압력이 작아져, 높은 내압을 확보하기 위한 설비 부담이 줄어든다.

② O: 임계온도보다 높은 온도에서는 압력을 높여도 냉매 기체를 액체로 응축시킬 수 없다. 따라서 응축기를 이용하는 냉동기에서는 **임계온도가 실제 응축온도보다 충분히 높아야** 냉매를 원활하게 액화할 수 있다.

③ X: 증발잠열은 단위 질량의 액체 냉매가 기체로 변할 때 흡수하는 열량이다. 냉매는 증발기에서 증발하면서 냉각 대상의 열을 빼앗으므로, 증발잠열은 작을 것이 아니라 **클 것**이 바람직하다. 증발잠열이 크면 같은 질량으로 더 많은 열을 흡수할 수 있어, 다른 조건이 같을 때 같은 냉동능력을 얻는 데 필요한 냉매 순환량을 줄일 수 있다.

④ O: 냉매가 운전 중에 얼면 유로가 막히거나 순환이 방해될 수 있다. 따라서 응고온도가 낮아 **사용 중의 최저온도에서도 응고하지 않아야** 한다.

NoteBase

문 9. 피스톤 링의 플러터(flutter) 작용 방지법에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 링 이음부의 면압 분포를 높게 한다.

② 링의 높이를 높게 한다.

③ 피스톤 링의 장력을 높여 면압을 증가시킨다.

④ 측면(side) 간극이나 뒷면(back) 간극을 너무 작거나 크게 하지 않는다.

정답 2번

간단한 해설

링의 높이를 높이면 질량과 관성력이 커져 플러터가 발생하기 쉽다. 플러터를 억제하려면 링의 높이를 **낮추어 관성력을 줄이는** 방향이 적절하다.

선지별 해설

피스톤 링의 플러터는 링이 링 홈의 접촉면이나 실린더 벽에서 들떠 진동하면서 밀봉 기능이 불안정해지는 현상이다. 링의 관성력을 줄이고, 실린더 벽에 대한 밀착과 링 홈 안의 정상적인 움직임을 유지해야 억제할 수 있다.

① O: 링 이음부의 양 끝은 지지가 약해 들뜨기 쉽고, 이곳에서 시작된 진동이 링 전체로 퍼질 수 있다. 따라서 **이음부 부근의 면압을 높이면** 실린더 벽에 대한 밀착이 좋아져 플러터를 억제하는 데 도움이 된다.

② X: 링의 높이는 피스톤의 운동 방향인 축 방향 치수이다. 다른 조건이 같을 때 높이를 높이면 링의 질량이 커지고, 피스톤이 가속·감속할 때 작용하는 관성력도 커져 링이 접촉면에서 들뜨기 쉬워진다. 방지법은 높이를 높이는 것이 아니라 **높이를 낮추어 관성력을 줄이는 것**이다.

③ O: 링의 장력은 링이 탄성에 의해 벌어지면서 실린더 벽을 누르는 힘을 만든다. 장력을 높여 **실린더 벽에 대한 면압을 증가시키면** 링의 밀착이 유지되어 들뜸과 진동을 억제할 수 있다. 다만 실제 설계에서는 마찰과 마모도 고려해 적정 장력을 정한다.

④ O: 측면 간극은 링과 링 홈 측면 사이의 간극이고, 뒷면 간극은 링 안쪽과 링 홈 바닥 사이의 간극이다. 측면 간극이 지나치게 크면 링의 축 방향 움직임과 진동이 커지기 쉽고, 너무 작으면 열팽창 등에 의해 링의 움직임이 구속될 수 있다. 뒷면 간극도 링의 반경 방향 움직임과 배면 가스압의 작용에 필요한 공간이므로, 두 간극 모두 **설계에 맞는 적정값**으로 유지해야 한다.

NoteBase

문 10. 터빈 펌프의 케이싱에 설치되는 웨어링 링 (wearing ring)의 역할로 가장 옳은 것은?

① 유체의 속도 에너지를 압력 에너지로 변환시킨다.

② 펌프에서 송출되는 유량이 변하더라도 송출 압력의 맥동을 줄여준다.

③ 케이싱과 회전차 사이에 고인 고압의 액체가 누설하는 것을 방지한다.

④ 회전축이 케이싱을 관통하는 부분에서 유체 및 공기가 유출입되는 것을 방지한다.

정답 3번

간단한 해설

웨어링 링은 케이싱과 회전차 사이의 좁은 틈을 통해 고압의 액체가 저압 쪽으로 되돌아가는 **내부 누설을 줄이는** 부품이다. 회전축 관통부에서 액체의 유출이나 공기의 유입을 막는 축봉장치와는 설치 위치와 역할이 다르다.

개념 구분

웨어링 링: 케이싱과 회전차 사이에는 회전에 필요한 틈이 있다. 이 틈을 통해 고압 쪽 액체가 저압 쪽으로 되돌아가면 실제 송출 유량과 효율이 감소한다. 케이싱에 설치된 웨어링 링은 회전차와의 간극을 작게 유지하여 **고압부에서 저압부로의 내부 누설**을 억제한다. ③의 누설 방지는 이 작용을 뜻하며, 틈을 완전히 없애 액체의 흐름을 차단한다는 의미는 아니다.

축봉장치와의 구분: ④처럼 회전축이 케이싱을 관통하는 곳에서 액체가 밖으로 새거나 외부 공기가 안으로 들어오는 것을 억제하는 것은 패킹이나 메커니컬 실 같은 축봉장치의 역할이다. 웨어링 링은 **펌프 내부의 고압부와 저압부 사이**를, 축봉장치는 **펌프 내부와 외부 사이**를 밀봉한다는 점에서 구별된다.

NoteBase

문 11. 선박용 주기관의 배기밸브 구성 요소로 가장 옳지 않은 것은?

① 스핀들(spindle)

② 에어 실린더(air cylinder)

③ 밸브 하우징(valve housing)

④ 역전장치(reversing mechanism)

정답 4번

간단한 해설

역전장치는 **주기관의 회전 방향을 바꾸는 장치**로, 배기밸브 자체의 구성품에 해당하지 않는다. 배기밸브를 여닫는 작용과 주기관의 전진·후진 운전을 위한 역전 작용을 구별해야 한다.

선지별 해설

① O: 스핀들은 배기밸브에서 **배기 통로를 직접 여닫는 가동부**이다. 밸브 머리가 시트에서 떨어지면 배기가스가 빠져나가고, 시트에 밀착하면 통로가 닫혀 연소가스의 누설을 막는다.

② O: 에어 실린더는 압축공기를 이용하여 **배기밸브를 닫는 공기스프링**을 구성한다. 유압으로 밸브를 연 뒤 유압이 해제되면 공기압이 스핀들을 닫힘 위치로 복귀시킨다.

③ O: 밸브 하우징은 스핀들 가이드 등 배기밸브의 부품을 수용하는 몸체이다. 스핀들의 운동을 안내하고, **냉각수로 밸브의 열을 제거**하는 역할도 한다.

④ X: 역전장치는 **주기관의 회전 방향을 전진·후진 운전에 맞게 바꾸는 장치**이다. 역전 시에는 원하는 회전 방향에 맞도록 시동공기 공급 순서와 연료분사 시기 등을 조정한다. 이는 주기관의 운전 방향을 전환하는 기능으로, 배기밸브 자체의 구성 요소에 포함되지 않는다.

NoteBase

문 12. 동기발전기의 회전수가 1,200rpm, 주파수가 60Hz일 경우, 해당 극수는?

① 2

② 4

③ 6

④ 8

정답 3번

간단한 해설

동기발전기는 회전자 1회전당 극쌍 수만큼 전기적 주기가 생긴다. 주어진 회전수와 주파수에서는 **극쌍이 3쌍**이므로 극수는 6극이다.

계산 과정

회전수를 n, 주파수를 f, 전체 극수를 P라 하면 주어진 값은 n = 1,200 rpm, f = 60 Hz이다. rpm은 분당 회전수이므로 초당 회전수는 $\frac{1,200}{60} = 20$회이다.

동기발전기의 N극과 S극 한 쌍이 전기적 1주기에 대응하므로, 회전자 1회전당 전기적 주기는 $\frac{P}{2}$회이다. 따라서 **초당 회전수에 극쌍 수를 곱하면 주파수**가 되어 $f = \frac{n}{60} \cdot \frac{P}{2} = \frac{Pn}{120}$이 성립한다.

극수에 대해 정리하여 대입하면 $P = \frac{120f}{n} = \frac{120 \cdot 60}{1,200} = 6$이다. 이는 회전자가 초당 20회 회전하면서 60주기를 만들려면 1회전당 3주기, 즉 N극·S극 3쌍이 필요하다는 뜻이다.

따라서 전체 극수는 6극이며, ③의 6에 해당한다.

NoteBase

문 13. 윤활유의 성상을 개선하고 성능을 향상시키기 위해 첨가하는 윤활유 첨가제의 종류로 가장 옳지 않은 것은?

① 결합제

② 청정 분산제

③ 산화 방지제

④ 유동점 강하제

정답 1번

간단한 해설

결합제는 **일반적인 윤활유 첨가제의 종류가 아니다**. 윤활유에는 오염물의 퇴적이나 산화에 따른 변질 등을 억제하고 필요한 성능을 높이는 첨가제를 사용한다.

선지별 해설

① X: 결합제는 윤활유의 일반적인 성능 개선용 첨가제에 해당하지 않는다. 대표적인 윤활유 첨가제로는 **점도지수 향상제**가 있으며, 온도 변화에 따른 점도 변화를 줄이는 데 쓰인다.

② O: 청정 분산제는 기관 내부를 깨끗하게 유지하는 첨가제이다. 청정제는 침전물의 부착을 억제하고 산성 물질을 중화하며, 분산제는 그을음 등의 오염 입자를 **기름 속에 분산시켜 서로 뭉치거나 퇴적되는 것을 억제**한다.

③ O: 산화 방지제는 윤활유와 산소의 반응을 늦추어 **산화에 따른 변질을 억제**한다. 이에 따라 산성 물질과 슬러지의 생성, 점도 증가 등을 줄여 윤활유의 성능을 유지한다.

④ O: 유동점 강하제는 윤활유가 저온에서도 흐를 수 있도록 돕는 첨가제이다. 광유계 윤활유에서 저온에 생성되는 **왁스 결정의 성장과 응집을 억제**하여 유동점을 낮추고 저온 유동성을 개선한다.

NoteBase

문 14. 디젤기관의 연소과정을 순서대로 바르게 나열한 것은?

① 착화 지연기간 → 제어 연소기간 → 폭발적 연소기간 → 후 연소기간

② 착화 지연기간 → 폭발적 연소기간 → 제어 연소기간 → 후 연소기간

③ 제어 연소기간 → 착화 지연기간 → 폭발적 연소기간 → 후 연소기간

④ 제어 연소기간 → 폭발적 연소기간 → 착화 지연기간 → 후 연소기간

정답 2번

간단한 해설

착화 지연 중 공기와 섞인 연료가 착화와 함께 **급격히 연소**하므로 폭발적 연소기간이 먼저 온다. 그 뒤에는 계속 분사되는 연료의 공급과 공기 혼합에 따라 연소가 진행되는 **제어 연소기간**이 이어진다.

올바른 순서

착화 지연기간 → 폭발적 연소기간 → 제어 연소기간 → 후 연소기간

착화 지연기간: **연료 분사 시작부터 착화가 시작될 때까지**의 기간이다. 고온의 압축공기 속에 분사된 연료가 미립화·증발하고 공기와 섞이며, 착화에 필요한 화학반응이 진행된다. 이때 준비된 혼합기가 다음 단계의 급격한 연소를 일으킨다.

폭발적 연소기간: 착화 지연 중 형성된 혼합기가 착화하면서 **짧은 시간에 연소하여 압력이 급상승**한다. 미리 준비된 혼합기의 연소가 주가 되므로, 이후에 분사되는 연료의 공급과 혼합에 좌우되는 제어 연소보다 앞선다.

제어 연소기간: 미리 형성된 혼합기의 급격한 연소가 지나면, 계속 분사되는 연료가 공기와 섞이면서 연소한다. 이때 연소속도는 **연료 공급과 공기 혼합 속도**에 좌우된다. 연료 분사가 끝나도 아직 타지 않은 성분이 남을 수 있어 뒤의 후 연소로 이어진다.

후 연소기간: 주된 연소가 끝난 뒤에도 남아 있는 미연소 연료와 불완전 연소 생성물이 팽창행정에서 계속 연소한다. **분사 종료가 곧 연소 종료를 뜻하지는 않으므로** 연소과정의 마지막에 놓인다.

NoteBase

문 15. 저항이 8Ω이고 리액턴스가 6Ω인 직렬회로에 60Hz의 교류전압을 인가한다면 역률의 값은?

① 0.4

② 0.6

③ 0.8

④ 1

정답 3번

간단한 해설

직렬 교류회로의 역률은 **저항을 임피던스의 크기로 나눈 값**이다. 임피던스의 크기가 10Ω이므로 역률은 0.8이다.

계산 과정

저항 R = 8Ω, 리액턴스의 크기 X = 6Ω이다. 주어진 리액턴스는 인가한 교류의 조건에서 사용하는 값이므로, 주파수 60Hz를 다시 곱할 필요가 없다.

임피던스의 크기 Z는 회로가 교류 전류의 흐름을 방해하는 전체 정도를 나타낸다. 저항 성분과 리액턴스 성분은 서로 직교하므로 **단순한 합이 아니라 제곱합의 제곱근**으로 구한다. $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$에 대입하면 $Z = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10\Omega$이다.

정현파 교류에서 역률은 전압과 전류의 위상차를 ϕ라 할 때의 $\cos\varphi$이며, 직렬회로에서는 **임피던스의 크기에 대한 저항의 비**와 같다. 따라서 $\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{8}{10} = 0.8$이다.

역률은 같은 단위인 저항과 임피던스 크기의 비이므로 단위가 없다. 계산한 0.8은 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 16. <보기>의 ㉠~㉢에 들어갈 단어를 옳게 짝지은 것은?

<보기>
고속 디젤기관에서는 디젤노킹이나 저온 시동곤란의 현상이 종종 발생한다. 이는 연료유의 발화성이 불량하여 발화지연이 너무 길어지기 때문이다. _____㉠_____는 디젤유의 발화성을 표시하는 한 척도이며 CFR 기관을 규정 조건하에서 운전해 측정한다. 측정에는 _____㉡_____과 _____㉢_____ 같은 방법이 사용된다.

① ㉠: 옥탄가, ㉡: 모우터법, ㉢: 리서치법
② ㉠: 옥탄가, ㉡: 한계 압축비법, ㉢: 고정 발화 지연법
③ ㉠: 세탄가, ㉡: 모우터법, ㉢: 리서치법
④ ㉠: 세탄가, ㉡: 한계 압축비법, ㉢: 고정 발화 지연법

정답 4번

간단한 해설

디젤유는 분사 후 스스로 불붙는 성질이 중요하므로, 발화성을 나타내는 **세탄가**로 평가한다. 측정할 때는 발화에 필요한 한계 압축비를 비교하거나, **발화지연을 일정하게 맞추는 데 필요한 압축비**를 비교한다.

빈칸별 해설

㉠ 세탄가: 디젤유의 발화성을 나타내는 척도이다. 발화지연은 연료 분사 시작부터 연소 시작까지의 간격이며, 같은 조건에서 세탄가가 높을수록 발화지연이 짧다. 발화지연이 지나치게 길면 그동안 쌓인 연료가 급격히 연소하여 디젤노킹을 일으킬 수 있다. 옥탄가는 가솔린의 **노킹에 견디는 성질**을 나타내므로, 디젤유의 발화성을 묻는 이 빈칸에 맞지 않는다.

㉡ 한계 압축비법: 규정된 시험 조건에서 연료가 막 발화하기 시작하는 **최소 압축비**를 구하고, 이를 표준연료의 값과 비교하여 발화성을 평가한다. 발화성이 좋은 연료는 더 낮은 압축비에서도 발화할 수 있다는 관계를 이용한다.

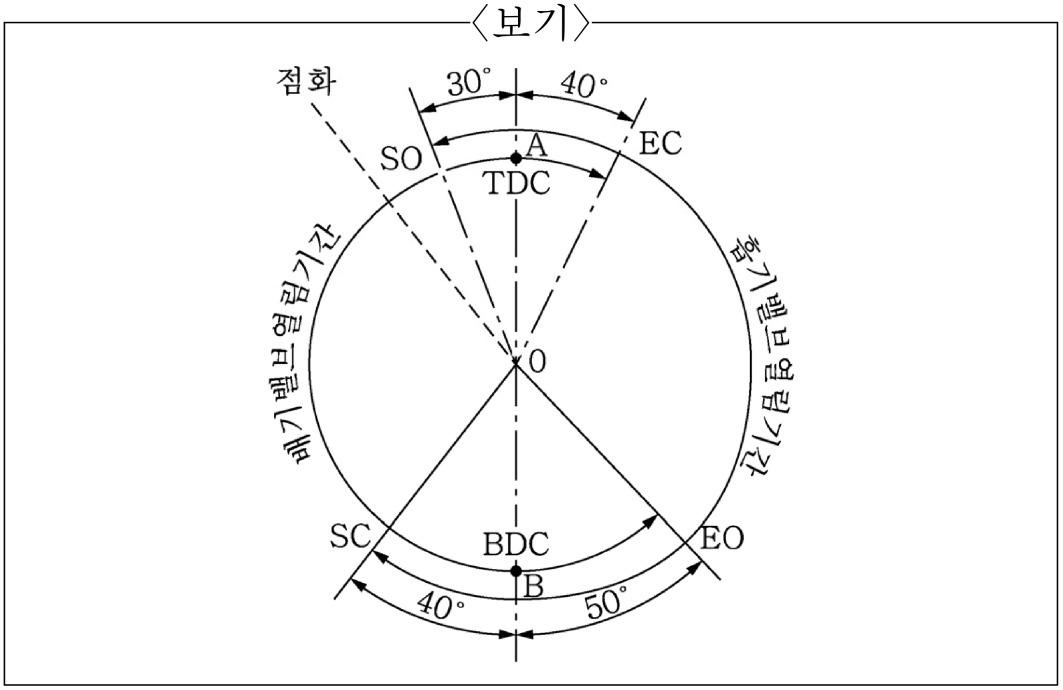
㉢ 고정 발화 지연법: 시험연료와 표준연료의 **발화지연이 규정된 일정 값**이 되도록 각각 압축비를 조절한다. 이때 필요한 압축비를 비교하여 세탄가를 구한다. 고정하는 것은 압축비가 아니라 발화지연이라는 점이 핵심이다. 모우터법과 리서치법은 옥탄가 측정법이므로 이 자리에 들어가지 않는다.

㉠ 세탄가, ㉡ 한계 압축비법, ㉢ 고정 발화 지연법의 조합은 ④와 일치한다.

NoteBase

문 17. <보기>와 같은 기관의 밸브개폐시기 선도에서 밸브 오버랩(valve overlap) 기간은?

〈보기〉



① 35°

② 70°

③ 80°

④ 90°

정답 2번

간단한 해설

밸브 오버랩은 상사점 부근에서 **흡기밸브와 배기밸브가 동시에 열려 있는 구간**이다. 흡기밸브가 상사점 전 30°에 열리고 배기밸브가 상사점 후 40°에 닫히므로, 오버랩 기간은 크랭크각으로 30° + 40° = 70°이다.

NoteBase

계산 과정

밸브 오버랩은 배기행정 말기부터 흡기행정 초기에 걸쳐 흡기밸브와 배기밸브가 동시에 열려 있는 기간이다. 따라서 **흡기밸브가 열리는 SO부터 배기밸브가 닫히는 EC까지**의 크랭크 회전각을 구한다.

흡기밸브 열림 시기: 선도 위쪽의 A가 상사점(TDC)이다. SO는 상사점 전 30°에 있으므로, SO에서 상사점까지 두 밸브가 함께 열려 있는 구간은 30°이다.

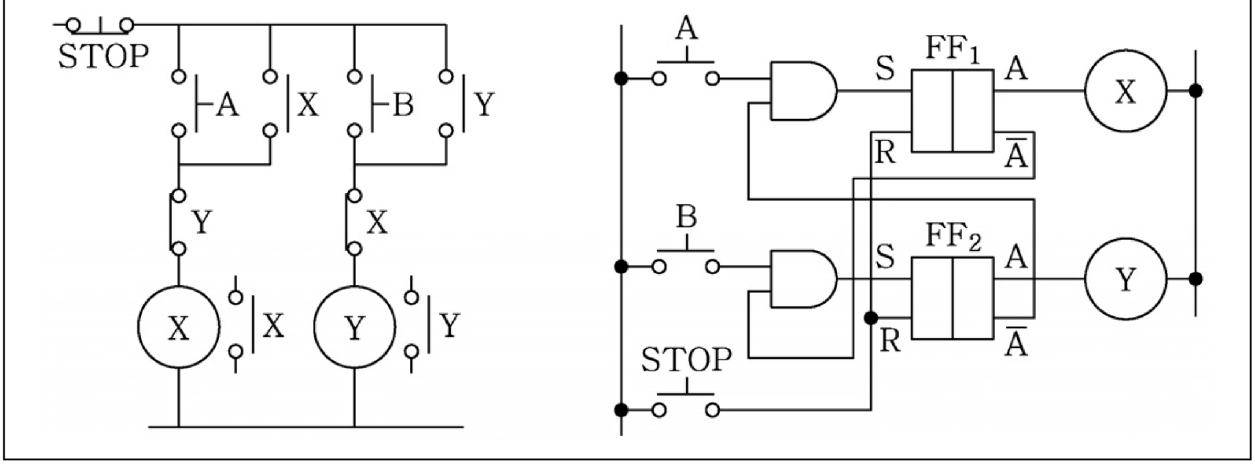
배기밸브 닫힘 시기: EC는 상사점 후 40°에 있다. 상사점을 지난 뒤에도 배기밸브가 닫히기 전까지 흡기밸브와 함께 열려 있으므로, 이 구간의 크랭크각은 40°이다.

오버랩 기간 계산: 두 구간은 **상사점의 앞뒤로 이어지므로 합한다**. 오버랩 크랭크각 = 30° + 40° = 70°이다. 이는 두 밸브가 동시에 열려 있는 동안 크랭크축이 70° 회전한다는 뜻이며, ②의 70°에 해당한다.

NoteBase

문 18. <보기>와 같은 시퀀스 제어 회로로 가장 적절한 것은?

〈보기〉



① 선행동작 우선회로

② 플리커 회로

③ 신입신호 우선회로

④ 시간 제어 회로

정답 1번

간단한 해설

먼저 동작한 릴레이가 **자기유지**되면서 반대쪽 릴레이의 동작 경로를 차단한다. 나중에 다른 입력이 들어와도 먼저 동작한 쪽이 유지되므로 **선행동작 우선회로**이다.

NoteBase

도식 해설

왼쪽 회로에서 A를 먼저 누르면 코일 X가 여자된다. 그러면 A와 병렬인 X의 a접점이 닫혀 A에서 손을 떼어도 X가 계속 동작하는 자기유지가 이루어진다. 동시에 코일 Y와 직렬인 X의 b접점이 열리므로, 이후 B를 눌러도 Y는 동작하지 못한다. 이처럼 상대 회로를 차단하는 구성이 **인터록**이다.

B를 먼저 눌렀을 때도 같은 원리로 Y가 자기유지되고, 코일 X와 직렬인 Y의 b접점이 열려 X의 동작을 막는다. STOP을 누르면 전원 경로가 끊겨 자기유지가 해제된다. 따라서 이 회로는 **먼저 성립한 동작을 유지**하는 선행동작 우선회로이다.

오른쪽 논리회로도 같은 기능을 한다. 두 플립플롭은 동작 상태를 기억하고, 한쪽의 반전 출력이 반대쪽 AND 게이트의 입력에 연결되어 있다. X가 동작하면 Y 쪽의 세트 입력이 차단되고, Y가 동작하면 X 쪽의 세트 입력이 차단된다. STOP 신호는 두 플립플롭을 리셋하여 기억된 동작 상태를 해제한다.

신입신호 우선회로는 **나중에 들어온 신호로 동작을 전환**한다는 점에서 다르다. 보기의 회로는 새 입력이 들어와도 기존 동작을 유지한다. 또한 일정한 주기로 출력을 켰다 끄는 플리커 동작이나, 설정 시간이 지난 뒤 출력을 바꾸는 시간 제어를 위한 구성이 제시되어 있지 않다.

NoteBase

문 19. 디젤기관의 노킹을 판단할 수 있는 증상에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 피스톤 베어링, 크랭크핀 베어링, 피스톤 링 등이 충격압으로 손상된다.

② 순간적인 고압은 유용하게 쓸 수 없으므로 기관의 출력이 감소된다.

③ 윤활유가 변질되어 슬러지를 형성해서 피스톤 링 및 밸브 장치를 고착시킨다.

④ 냉각수의 온도가 이상하게 낮아지고 배기온도가 일반적으로 높아진다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '냉각수의 온도가 이상하게 낮아진다'는 설명이 잘못되었다. 심한 노킹은 연소실 벽으로 전달되는 열을 늘려 **냉각수 온도를 상승**시키는 원인이 된다. 배기온도도 일률적으로 높아지는 것이 아니라 벽면으로의 열손실이 커지면 낮아질 수 있다.

선지별 해설

디젤 노킹은 착화지연 동안 쌓인 연료가 한꺼번에 급격히 연소하여 실린더 압력이 빠르게 상승하는 현상이다. 이때 발생하는 충격과 열부하가 기관의 성능과 부품에 악영향을 준다.

① O: 급격한 압력 상승은 피스톤과 연결 부품에 **충격하중**을 가한다. 이 하중이 반복되면 피스톤 베어링과 크랭크핀 베어링의 마모·손상을 촉진하고, 피스톤 링과 링 홈에도 균열이나 파손을 일으킬 수 있다.

② O: 기관의 출력은 압력의 순간적인 최고값만으로 결정되지 않고, 팽창행정에서 압력이 피스톤을 밀어 실제로 한 일에 달려 있다. 노킹으로 생긴 순간적인 고압이 그만큼의 유효한 일로 이어지는 것은 아니며, **열손실 증가와 비정상적인 연소**로 유효일이 줄어 출력이 감소할 수 있다.

③ O: 심한 노킹에 따른 과열과 연소 불량이 지속되면 윤활유의 산화·변질과 연소 생성물에 의한 오염이 촉진된다. 이로 인해 생긴 **슬러지와 침전물**이 링 홈이나 밸브 장치에 쌓이면 부품의 자유로운 움직임을 방해하여 고착을 일으킬 수 있다.

④ X: 노킹으로 연소실 벽에 전달되는 열이 증가하면 냉각수가 받아 내야 하는 열도 많아진다. 따라서 냉각 조건이 같다면 냉각수 온도는 낮아지는 것이 아니라 **상승하는 방향**이다. 배기온도는 연소 시기와 운전 조건에도 영향을 받으며, 벽면으로의 열손실이 증가하면 오히려 낮아질 수 있으므로 '일반적으로 높아진다'고 단정할 수 없다.

NoteBase

문 20. 기관의 실린더 내부에서 연소가 진행되는 과정 중 <보기>의 설명에 해당하는 연소현상은?

<보기>
가연성 가스 또는 연료 유증기가 공기와 혼합하면서 연소하는 경우에는 혼합속도와 반응속도가 서로 평형을 유지하면서 그 혼합층에서 연소가 이루어진다. 이 경우에는 어느 순간에 가연성 증기(혹은 가스), 공기, 연소가스의 세 가지 상(相)이 존재하고, 공기와 증기는 반응대에서 나누어져 있다.

① 자기점화
② 열해리
③ 예혼합연소
④ 확산연소

정답 4번

간단한 해설

연료 증기와 공기가 **혼합되면서 그 혼합층에서 연소**하는 현상은 확산연소이다. 연료와 공기를 미리 섞어 놓는 예혼합연소와 달리, 반응대를 사이에 두고 연료 영역과 공기 영역이 구분된다.

핵심 풀이

확산연소에서는 연료와 공기가 미리 균일하게 섞여 있지 않으며, 각각의 영역에서 반응대로 이동하여 **혼합과 연소가 함께 진행**된다. 반응대에서는 연료와 산소가 반응하여 연소가스가 생성된다. 보기의 '혼합층에서 연소', '공기와 증기는 반응대에서 나누어져 있다'는 설명은 이러한 확산연소의 특징이다.

예혼합연소는 **연소 전에 연료와 공기가 미리 혼합**되어 있고, 그 혼합기 속으로 화염이 전파되는 방식이다. 따라서 두 연소방식을 구분할 때는 연료가 기체인지보다 연료와 공기가 연소 전에 섞여 있는지, 연소하면서 섞이는지를 살펴야 한다.

NoteBase