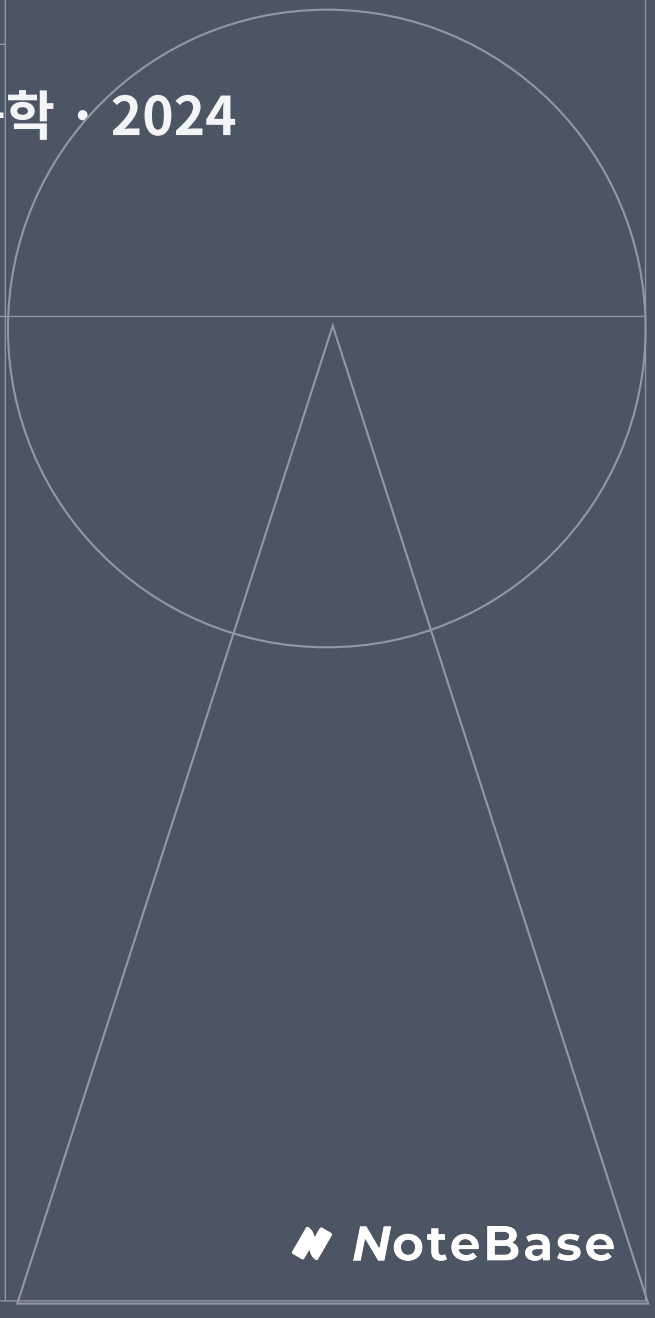
기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 냉동공학 · 2024



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 냉동공학 · 2024

공무원/군무원/9급 · 냉동공학 · 2024

1. LiBr/물을 작동 유체로 사용하는 중온수 흡수식 냉동기에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
   ① 재생기의 온수 입구 온도가 높아지면 냉동용량이 증가한다.
   ② 냉각수 입구 온도가 높아지면 냉동용량이 증가한다.
   ③ 냉각수 유량이 증가하면 성능계수가 증가한다.
   ④ 증발기의 냉수 입구 온도가 높아지면 성능계수는 증가한다.

정답 2번

출제 포인트

중온수 흡수식 냉동기에서 재생기 구동열, 냉각수의 방열 조건, 냉수의 증발 조건이 냉동용량과 성능계수에 미치는 영향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

LiBr/물 흡수식 냉동기에서는 물이 냉매이고 LiBr 수용액이 흡수제이다. 재생기의 온수는 냉매인 물을 용액에서 분리하는 구동열을 공급하고, 냉각수는 응축기와 흡수기에서 열을 제거한다. 따라서 재생기 열공급이 커지거나 냉각수의 방열 조건이 좋아지면 냉동능력이 향상되며, 냉각수 온도가 높아져 방열 조건이 나빠지면 성능이 저하된다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 재생기 온수의 입구 온도가 높아지면 재생기에 공급되는 열량이 커져 용액에서 발생하는 냉매 증기의 양이 늘어나므로 냉동용량이 증가한다.
② X — 틀린 표현은 '냉각수 입구 온도가 높아지면 냉동용량이 증가한다'이다. 냉각수 입구 온도가 높아지면 응축기와 흡수기의 방열이 불리해지고 흡수기의 수증기 흡수 능력도 저하되므로 냉동용량은 감소한다. 올바르게는 '냉각수 입구 온도가 낮아지면 냉동용량이 증가한다'이다.
③ O — 냉각수 유량이 증가하면 응축기와 흡수기의 열 제거가 원활해져 응축 및 흡수 조건이 좋아지므로 성능계수가 증가한다.
④ O — 증발기로 들어오는 냉수의 온도가 높아지면 증발온도와 증발압력이 높아져 냉매 증발 및 흡수가 쉬워지므로 성능계수가 증가한다.

오답 포인트

'입구 온도가 높다'는 같은 표현이라도 유체의 역할에 따라 효과가 반대이다. 재생기 온수의 온도 상승은 구동열 증가이므로 유리하지만, 냉각수의 온도 상승은 방열 능력 저하이므로 불리하다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 유체의 역할을 구분한다. 재생기 온수는 열을 넣는 유체이므로 더 뜨거우면 유리하고, 냉각수는 열을 버리는 유체이므로 더 차갑고 유량이 많을수록 유리하다. 증발기 냉수 입구 온도의 상승은 증발온도를 높여 사이클 조건을 유리하게 한다.

암기 포인트

재생기 온수는 고온일수록 유리하고, 냉각수는 저온·대유량일수록 유리하다.

NoteBase

2. 다음 중 응축기에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?
① 셸-튜브형 열교환기는 일반적으로 공냉식 응축기에 사용된다.
② 핀-튜브형 열교환기는 일반적으로 수냉식 응축기에 사용된다.
③ 증발식 응축기는 공랭식 응축기보다 스케일이나 부식의 염려가 적다.
④ 동일한 냉동용량에서 공냉식 응축기는 수냉식 응축기 보다 더 큰 압축동력이 필요하다.

정답 4번

출제 포인트

응축기의 냉각 방식에 따른 열교환기 형식, 스케일·부식 가능성, 압축동력의 차이를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

수냉식 응축기는 물로 냉매의 응축열을 제거하며 셸-튜브형 열교환기를 주로 사용한다. 공냉식 응축기는 공기로 열을 방출하며 전열면적을 넓힌 핀-튜브형 열교환기를 주로 사용한다. 증발식 응축기는 물의 증발과 공기의 흐름을 함께 이용하므로 물과 접촉하는 부분에서 스케일과 부식을 관리해야 한다. 같은 냉동용량에서는 일반적으로 공냉식의 응축온도와 응축압력이 수냉식보다 높아 압축동력이 더 커진다.

NoteBase

선지별 해설

① X
셸-튜브형 열교환기를 일반적으로 공냉식에 사용한다는 부분이 틀리다. 올바르게는 셸-튜브형 열교환기는 일반적으로 수냉식 응축기에 사용된다.

② X
핀-튜브형 열교환기를 일반적으로 수냉식에 사용한다는 부분이 틀리다. 올바르게는 핀-튜브형 열교환기는 공기 측 전열면적을 넓힐 수 있어 일반적으로 공냉식 응축기에 사용된다.

③ X
증발식 응축기가 공랭식보다 스케일이나 부식의 염려가 적다는 부분이 틀리다. 올바르게는 증발식 응축기는 물을 분무하고 증발시키므로 물과 직접 접촉하지 않는 공랭식보다 스케일과 부식의 염려가 크다.

④ O
공냉식 응축기는 일반적으로 수냉식보다 응축온도와 응축압력이 높다. 따라서 동일한 냉동용량을 얻으려면 압축기의 압축비와 소요 동력이 커지므로 적절한 설명이다.

오답 포인트

①과 ②는 셸-튜브형과 핀-튜브형의 적용 대상을 서로 바꾸어 놓았다. ③은 물을 사용하는 증발식의 특성을 반대로 제시한 함정이다. ④는 냉각 효과가 좋은 수냉식이 더 큰 동력을 요구할 것처럼 오해하기 쉽지만, 실제로는 응축압력이 더 높은 공냉식의 압축동력이 커진다.

다시 나오면 이렇게 판단

공기를 사용하는 방식은 공기 측 전열을 보완하는 핀-튜브형, 물을 사용하는 방식은 셸-튜브형으로 연결한다. 물이 순환하거나 분무되면 스케일·부식 가능성을 확인하고, 압축동력은 응축압력이 높은 방식이 더 크다고 판단한다.

암기 포인트

공냉식은 핀-튜브·높은 응축압력·큰 압축동력, 수냉식은 셸-튜브, 증발식은 물 접촉에 따른 스케일·부식 관리로 기억한다.

NoteBase

3. 다음 중 “압축기의 토출압력이 너무 높다”라는 현상의 원인과 대책으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 냉각수 온도가 높음 - 급/배수관, 스트레이너 막힘 확인
② 냉매의 과충전 - 팽창밸브 열기
③ 공기 혼입 - 응축기에서 공기 방출
④ 응축기 냉매관에 물때가 너무 많음 - 냉매관 청소

정답 2번

출제 포인트

압축기의 토출압력이 지나치게 높아지는 원인과 그 원인에 맞는 직접적인 대책을 연결하는 문제이다.

핵심 개념

토출압력은 응축기에서 냉매가 열을 충분히 방출하지 못하거나, 냉매 과충전·불응축가스 혼입 등으로 고압측 압력이 높아질 때 상승한다. 대책은 원인을 직접 제거해야 한다. 냉각수 계통 이상은 유량과 열교환 상태를 회복하고, 냉매 과충전은 여분의 냉매를 회수하여 적정 충전량으로 조정하며, 공기 혼입은 공기를 방출하고, 냉매관의 물때는 청소한다.

선지별 해설

① O — 냉각수 온도가 높으면 응축기의 방열 성능이 떨어져 응축압력과 토출압력이 상승한다. 급·배수관과 스트레이너의 막힘을 확인하여 냉각수 흐름을 회복하는 대책은 적절하다.
② X — 냉매가 과충전되면 응축기 안의 액냉매가 차지하는 부분이 늘어 유효 응축면적이 감소하고 고압측 압력이 상승한다. 틀린 표현은 ‘팽창밸브 열기’이다. 올바른 대책은 여분의 냉매를 회수하여 규정된 적정 충전량으로 조정하는 것이다.
③ O — 공기는 응축되지 않는 가스이므로 응축기에 섞이면 냉매의 응축압력에 공기의 분압이 더해져 토출압력이 높아진다. 응축기에서 공기를 방출하는 대책은 적절하다.
④ O — 응축기 냉매관에 물때가 많이 끼면 열전달이 나빠져 냉매가 충분히 응축되지 못하고 토출압력이 상승한다. 냉매관을 청소하여 물때를 제거하는 대책은 적절하다.

오답 포인트

②의 ‘팽창밸브 열기’를 냉매량을 줄이는 조치로 착각하기 쉽다. 팽창밸브는 증발기로 들어가는 냉매 유량을 조절하는 장치일 뿐, 장치 내부의 과다한 냉매를 제거하지 못한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

원인과 대책을 볼 때 대책이 원인을 직접 제거하는지 확인한다. 냉각수 문제는 냉각수 계통 점검, 과충전은 냉매 회수, 공기 혼입은 공기 방출, 물때는 세척으로 연결한다.

암기 포인트

과충전은 팽창밸브 조작이 아니라 냉매 회수로 해결한다.

NoteBase

4. 다음 중 서징(Surging) 현상이 발생할 수 있는 압축기를 고르시오.
① 왕복동 압축기
② 원심형 압축기
③ 스크류 압축기
④ 스크롤 압축기

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 서징이 발생하는 터보형 압축기와 용적형 압축기를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

서징은 원심형 압축기가 저유량 영역에서 안정적으로 압축하지 못하여 압력과 유량이 크게 주기적으로 변동하는 불안정 운전 현상이다.
원심형 압축기는 임펠러의 회전으로 냉매에 속도 에너지를 주고 이를 압력으로 바꾸는 터보형 압축기이므로 서징이 발생할 수 있다.
왕복동·스크류·스크롤 압축기는 일정한 공간에 냉매를 가두고 그 체적을 줄여 압축하는 용적형 압축기이므로 이 문항에서 묻는 서징의 대상이 아니다.

선지별 해설

① X — 왕복동 압축기는 피스톤이 실린더 안의 냉매 체적을 줄여 압축하는 용적형 압축기이다. 틀린 표현은 '왕복동 압축기에서 서징이 발생할 수 있다'는 판단이며, 올바르게는 서징은 원심형 압축기에서 발생할 수 있다.
② O — 원심형 압축기는 유량이 지나치게 감소하면 압축기와 배관계의 운전이 불안정해져 압력과 유량이 주기적으로 크게 변하는 서징이 발생할 수 있다.
③ X — 스크류 압축기는 맞물린 로터 사이에 갇힌 냉매의 체적을 줄여 압축하는 용적형 압축기이다. 틀린 표현은 '스크류 압축기에서 서징이 발생할 수 있다'는 판단이며, 올바르게는 서징은 원심형 압축기에서 발생할 수 있다.
④ X — 스크롤 압축기는 고정 스크롤과 선회 스크롤 사이의 밀폐 공간을 줄여 압축하는 용적형 압축기이다. 틀린 표현은 '스크롤 압축기에서 서징이 발생할 수 있다'는 판단이며, 올바르게는 서징은 원심형 압축기에서 발생할 수 있다.

오답 포인트

모든 압축기에 운전 중 진동이나 압력 변동이 나타날 수 있다는 점 때문에 서징도 모든 압축기에서 생긴다고 오인하기 쉽다. 이 문항에서는 서징을 원심형 압축기의 저유량 불안정 현상으로 구분해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

선지의 압축기를 터보형과 용적형으로 먼저 나눈다. 원심형처럼 유체에 속도 에너지를 주어 압축하는 터보형이면 서징을 연결하고, 왕복동·스크류·스크롤처럼 갇힌 냉매의 체적을 줄이는 용적형이면 제외한다.

암기 포인트

서징은 저유량의 원심형, 왕복동·스크류·스크롤은 용적형이다.

NoteBase

5. 다음 중 왕복압축기의 체적효율에 대한 설명으로 적절한 것은?
① 행정체적에 대한 실제 흡입체적의 비
② 간극체적과 행정체적의 비
③ 간극체적과 실제 흡입체적의 비
④ 간극체적의 가스질량에 대한 실제 흡입질량의 비

정답 1번

출제 포인트

왕복압축기의 체적효율을 실제 흡입체적과 행정체적의 비로 정의할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

체적효율은 압축기가 한 행정에서 실제로 흡입한 가스의 체적을 피스톤의 행정체적으로 나눈 값이다. 실제 흡입체적을 V_a, 행정체적을 V_s라 하면 $\eta_v = V_a/V_s$이다.
행정체적은 피스톤이 한 행정 동안 쓸어 내는 이론적 체적이고, 간극체적은 피스톤이 상사점에 있을 때 실린더 안에 남는 체적이다.

선지별 해설

① O
행정체적에 대한 실제 흡입체적의 비는 체적효율의 정의와 일치한다.

② X
틀린 부분은 '간극체적과 행정체적의 비'이다. 이 비는 간극비이며, 올바른 체적효율은 '행정체적에 대한 실제 흡입체적의 비'이다.

③ X
틀린 부분은 '간극체적과 실제 흡입체적의 비'이다. 체적효율의 분모는 간극체적이 아니라 행정체적이며, 올바르게는 '행정체적에 대한 실제 흡입체적의 비'이다.

④ X
틀린 부분은 '간극체적의 가스질량에 대한 실제 흡입질량의 비'이다. 체적효율은 질량의 비가 아니라 체적의 비이며, 올바르게는 '행정체적에 대한 실제 흡입체적의 비'이다.

NoteBase

오답 포인트

②와 ③은 간극체적을 분모나 분자에 넣어 체적효율과 간극비를 혼동하게 하고, ④는 체적효율을 질량비로 바꾸어 놓았다. 체적효율에서는 '실제 흡입체적'과 '행정체적'의 대응이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

효율의 분자는 실제로 흡입된 체적, 분모는 이론적으로 흡입할 수 있는 행정체적인지를 확인한다. 간극체적이나 가스질량이 비의 기준으로 제시되면 체적효율의 정의가 아니다.

암기 포인트

체적효율 = 실제 흡입체적 ÷ 행정체적이다.

NoteBase

6. 다음 중 냉각탑의 쿨링 어프로치(Cooling Approach)에 대한 설명으로 적절한 것은?
① 냉각탑의 입구수온과 입구공기의 건구온도 차
② 냉각탑의 출구수온과 입구공기의 건구온도 차
③ 냉각탑의 입구수온과 입구공기의 습구온도 차
④ 냉각탑의 출구수온과 입구공기의 습구온도 차

정답 4번

출제 포인트

냉각탑의 쿨링 어프로치(Cooling Approach)를 이루는 두 온도가 무엇인지 묻는 문제이다.

핵심 개념

쿨링 어프로치는 냉각탑 출구수온과 냉각탑으로 들어오는 공기의 습구온도 사이의 차이다. 출구수온이 입구공기의 습구온도에 얼마나 가까이 접근했는지를 나타낸다.
냉각 범위(Range)는 입구수온과 출구수온의 차이이므로 쿨링 어프로치와 구분한다.
한 줄 대비: 어프로치 = 출구수온 - 입구공기 습구온도, 냉각 범위 = 입구수온 - 출구수온이다.

선지별 해설

① X
냉각탑의 입구수온과 입구공기의 건구온도 차는 쿨링 어프로치의 정의가 아니다. 틀린 표현은 '입구수온'과 '건구온도'이며, 올바르게는 '출구수온과 입구공기의 습구온도 차'이다.

② X
출구수온을 사용한 점은 맞지만, 기준이 입구공기의 건구온도로 되어 있어 틀리다. '건구온도'를 '습구온도'로 고치면 쿨링 어프로치의 정의가 된다.

③ X
입구공기의 습구온도를 사용한 점은 맞지만, 냉각수 쪽 온도는 입구수온이 아니라 출구수온이어야 한다. 따라서 '입구수온'을 '출구수온'으로 고쳐야 한다.

④ O
냉각탑의 출구수온과 입구공기의 습구온도 차는 쿨링 어프로치의 정확한 정의이다.

NoteBase

오답 포인트

선지들은 냉각수의 입구·출구와 공기의 건구·습구를 교차해 혼동하도록 구성되어 있다. 특히 ②는 출구수온이 들어 있어 그럴듯하지만, 냉각탑의 증발냉각 한계를 나타내는 기준은 건구온도가 아니라 습구온도이다.

다시 나오면 이렇게 판단

어프로치를 묻는 경우 먼저 공기 측 기준이 '입구공기 습구온도'인지 확인하고, 그다음 물 측 기준이 '출구수온'인지 확인한다. 두 조건을 모두 만족하는 선지를 고르면 된다.

암기 포인트

어프로치: 출구수온 - 입구공기 습구온도 / 냉각 범위: 입구수온 - 출구수온이다.

NoteBase

7. 다음 중 증발기 착상이 냉동장치에 미치는 영향으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 체적효율 및 냉동능력의 감소
② 냉동능력 저하에 따른 냉장실 온도 상승
③ 증발온도 및 증발압력의 상승
④ 냉동능력 당 소요동력 및 압축비의 증가

정답 3번

출제 포인트

증발기에 서리가 생겼을 때 열전달 저하가 냉동능력, 냉장실 온도, 증발온도·증발압력, 압축비 및 소요동력에 미치는 영향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

증발기 착상은 증발기 표면에 생긴 서리가 단열층과 공기 흐름의 저항으로 작용하여 냉매와 냉장실 공기 사이의 열전달을 방해하는 현상이다. 열전달이 줄면 냉동능력이 감소하고 냉장실 온도는 상승한다. 또한 증발온도와 증발압력은 낮아져 압축비가 커지며, 냉동능력당 소요동력은 증가한다.

선지별 해설

① O — 서리가 열저항을 증가시키고 공기 흐름을 방해하므로 체적효율과 냉동능력이 감소한다.
② O — 냉동능력이 저하되면 냉장실에서 필요한 열을 충분히 제거하지 못하므로 냉장실 온도가 상승한다.
③ X — 틀린 표현은 '증발온도 및 증발압력의 상승'이다. 실제로는 열전달 불량으로 증발기 측의 증발온도와 증발압력이 낮아진다.
④ O — 증발압력이 낮아지면 압축기 흡입압력이 낮아져 압축비가 증가하며, 운전 효율이 나빠져 냉동능력당 소요동력도 증가한다.

오답 포인트

착상으로 냉장실 온도는 상승하지만 증발온도까지 함께 상승하는 것은 아니다. ③의 '증발온도 및 증발압력의 상승'은 냉장실 온도의 변화와 냉매의 증발 상태 변화를 혼동하게 만드는 표현이다.

다시 나오면 이렇게 판단

착상을 '열전달 저하'에서 시작해 판단한다. 열전달 저하 → 냉동능력 감소 → 냉장실 온도 상승,
증발온도·증발압력 저하 → 압축비 및 냉동능력당 소요동력 증가의 흐름으로 연결한다.

NoteBase

암기 포인트

착상 시 냉동능력·증발온도·증발압력은 내려가고, 냉장실 온도·압축비·냉동능력당 소요동력은 올라간다.

NoteBase

8. 다음 중 비열의 설명으로 가장 적절한 것은?
① 비열비는 1보다 크다.
② 비열이 큰 물질일수록 빨리 더워지고 빨리 식는다.
③ 정압비열보다 정적비열이 크다.
④ 비열비는 정적비열을 정압비열로 나눈 값이다.

정답 1번

출제 포인트

비열의 크기가 물질의 온도 변화 속도에 미치는 영향과 기체의 정압비열·정적비열·비열비의 관계를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

비열은 단위 질량의 물질 온도를 1도 높이는 데 필요한 열량이다. 같은 질량에 같은 열량을 주고받을 때 비열이 클수록 온도 변화가 작으므로 천천히 더워지고 천천히 식는다.
정압비열 c_p는 압력이 일정한 과정의 비열이고, 정적비열 c_v는 부피가 일정한 과정의 비열이다. 기체는 정압 과정에서 팽창 일을 하는 데에도 열이 필요하므로 $c_p > c_v$이다. 따라서 비열비는 $k = c_p/c_v$이며 1보다 크다.

선지별 해설

① O — 비열비는 $k = c_p/c_v$이고 기체에서 $c_p > c_v$이므로 1보다 크다.
② X — 틀린 표현은 '빨리 더워지고 빨리 식는다'이다. 비열이 큰 물질은 같은 열량을 주고받아도 온도 변화가 작으므로 천천히 더워지고 천천히 식는다.
③ X — 틀린 표현은 '정적비열이 크다'이다. 기체에서는 정압 과정에 팽창 일이 포함되므로 정압비열이 정적비열보다 크다. 즉, $c_p > c_v$이다.
④ X — 틀린 표현은 '정적비열을 정압비열로 나눈 값'이다. 비열비는 정압비열을 정적비열로 나눈 값, 즉 $k = c_p/c_v$이다.

오답 포인트

②에서는 비열이 크면 열을 많이 흡수하므로 빨리 더워진다고 착각하기 쉽다. 그러나 같은 열량을 기준으로 하면 비열이 클수록 온도 변화가 작다. 또한 ③·④는 c_p와 c_v의 대소 관계 및 분자·분모를 뒤바꾼 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

비열과 온도 변화는 반대 방향으로 판단한다. 기체의 비열 관계는 $c_p > c_v$, 비열비는 큰 값인 c_p를 분자에 둔 $k = c_p/c_v > 1$로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

비열이 크면 온도 변화는 느리고, 기체는 $c_p > c_v$, $k = c_p/c_v > 1$이다.

NoteBase

9. COP가 5, 냉동능력이 120 kW인 증기압축식 냉동사이클에서 응축기 입구와 출구의 냉매 엔탈피가 각각 300 kJ/kg, 60 kJ/kg이다. 냉매 순환량을 구하시오.

① 0.4 kg/s ② 0.6 kg/s
③ 0.8 kg/s ④ 1.0 kg/s

정답 2번

출제 포인트

냉동기의 성적계수로 압축기 동력을 구한 뒤, 응축기 에너지 평형을 이용해 냉매 순환량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

냉동능력: $Q_L = 120kW$
성적계수: $COP = 5$
응축기 입구 엔탈피: $h_i = 300kJ/kg$
응축기 출구 엔탈피: $h_o = 60kJ/kg$
구해야 할 값: 냉매 순환량 $\dot{m}$
주의할 조건: 응축기 방열량은 냉동능력과 압축기 동력의 합이다.

사용할 공식

$COP = \frac{Q_L}{W}, \qquad Q_H = Q_L + W$
$Q_H = \dot{m}(h_i - h_o)$
성적계수는 냉동능력에 대한 압축기 동력의 비를 구하는 데 사용한다. 응축기에서는 냉매가 방출한 열량이 엔탈피 감소량과 질량유량의 곱이므로 두 번째 식을 사용한다.

계산 과정

1. 압축기 동력을 구한다.
$W = \frac{Q_L}{COP} = \frac{120}{5} = 24kW$
2. 응축기 방열량을 구한다.
$Q_H = Q_L + W = 120 + 24 = 144kW$
3. 응축기 입구와 출구의 엔탈피 차를 구한다.
$h_i - h_o = 300 - 60 = 240kJ/kg$
4. $1kW = 1kJ/s$이므로 냉매 순환량은 다음과 같다.
$\dot{m} = \frac{Q_H}{h_i - h_o} = \frac{144kJ/s}{240kJ/kg} = 0.6kg/s$

NoteBase

선지 판단

① X — $0.4kg/s$이면 응축기 방열량은 $0.4 \times 240 = 96kW$로, 필요한 $144kW$와 일치하지 않는다. 올바른 냉매 순환량은 $0.6kg/s$이다.
② O — $0.6 \times 240 = 144kW$이므로 응축기 에너지 평형을 만족한다.
③ X — $0.8kg/s$이면 응축기 방열량은 $0.8 \times 240 = 192kW$가 되어 계산값보다 크다. 올바른 냉매 순환량은 $0.6kg/s$이다.
④ X — $1.0kg/s$이면 응축기 방열량은 $1.0 \times 240 = 240kW$가 되어 계산값보다 크다. 올바른 냉매 순환량은 $0.6kg/s$이다.

오답 포인트

냉동능력 Q_L을 곧바로 응축기 엔탈피 차로 나누면 안 된다. 응축기는 증발기에서 흡수한 열뿐 아니라 압축기에서 공급된 동력까지 방출하므로, 먼저 $Q_H = Q_L + W$로 응축기 방열량을 구해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

냉동능력과 성적계수가 주어지면 먼저 $W = Q_L/COP$를 계산하고, 응축기 값이 제시되면 $Q_H = Q_L + W$를 구한 뒤 $Q_H = \dot{m}\Delta h$에 대입한다. 마지막으로 $kW = kJ/s$의 단위 대응을 확인한다.

암기 포인트

응축기 방열량은 냉동능력보다 압축기 동력만큼 크다: $Q_H = Q_L + W$.

NoteBase

10. 재생기가 100 kW로 가열되고, 흡수기와 응축기의 열전달률이 각각 90 kW, 80 kW인 흡수식냉동기의 냉동용량을 구하시오.

① 70kW ② 80kW
③ 90kW ④ 100kW

정답 1번

출제 포인트

흡수식 냉동기 전체에 에너지 보존을 적용하여 냉동용량을 구하는 문제이다.

조건 정리

재생기 가열량: $Q_G = 100kW$
흡수기 방열량: $Q_A = 90kW$
응축기 방열량: $Q_C = 80kW$
구해야 할 값: 냉동용량, 즉 증발기에서 흡수하는 열량 Q_E
모든 값의 단위가 kW로 같으므로 별도의 단위 변환은 필요하지 않다.

사용할 공식

흡수식 냉동기 전체의 정상상태 에너지수지는 다음과 같다.
$Q_G + Q_E = Q_A + Q_C$
따라서 냉동용량은 다음과 같이 구한다.
$Q_E = Q_A + Q_C - Q_G$
재생기와 증발기로 들어오는 열의 합이 흡수기와 응축기에서 방출되는 열의 합과 같아야 하므로 이 식을 사용한다.

계산 과정

주어진 값을 에너지수지식에 대입한다.
$Q_E = 90kW + 80kW - 100kW$
$Q_E = 70kW$
따라서 흡수식 냉동기의 냉동용량은 $70kW$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 70kW는 에너지수지로 계산한 냉동용량과 일치한다.
② X — 80kW는 응축기의 열전달률을 그대로 고른 값이다. 올바른 냉동용량은 70kW이다.
③ X — 90kW는 흡수기의 열전달률을 그대로 고른 값이다. 올바른 냉동용량은 70kW이다.
④ X — 100kW는 재생기 가열량을 그대로 고른 값이다. 올바른 냉동용량은 70kW이다.

오답 포인트

흡수기·응축기·재생기에 제시된 개별 열전달률을 냉동용량으로 착각하면 ②, ③, ④를 고르게 된다. 냉동용량은 주어진 한 값을 그대로 선택하는 것이 아니라 전체 에너지수지에서 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

흡수식 냉동기의 열량 문제가 나오면 먼저 장치로 들어오는 열과 나가는 열을 구분하고, $Q_G + Q_E = Q_A + Q_C$를 세운 뒤 단위를 확인하여 냉동용량을 계산한다.

암기 포인트

흡수식 냉동기의 열수지는 '재생기 열량 + 냉동용량 = 흡수기 방열량 + 응축기 방열량'이다.

NoteBase

11. 다음 중 프레온 냉동장치의 압축비가 증가하면 나타나는 현상으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 압축기 토출가스 온도 증가 - 흡입가스 과열로 체적효율 감소 - 냉매순환량 감소
② 압축기 토출가스 온도 증가 - 윤활유 열화 - 압축기 고장
③ 실린더 과열로 압축기 체적효율 감소 - 냉매순환량 감소 - 냉동능력 감소
④ 압축기 흡입가스의 비체적이 감소 - 압축일량 증대 - 성적계수 저하

정답 4번

출제 포인트

프레온 냉동장치의 압축비가 증가할 때 토출온도, 체적효율, 냉매순환량, 압축일량 및 성적계수가 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

압축비는 압축기 토출 절대압력과 흡입 절대압력의 비이다. 압축비가 커지면 일반적으로 토출가스 온도와 단위 질량당 압축일량은 증가하고, 압축기의 체적효율과 냉매순환량은 감소하여 냉동능력과 성적계수가 낮아진다. 특히 흡입압력 저하로 압축비가 커지는 경우에는 흡입가스의 밀도가 작아지므로 비체적은 감소하는 것이 아니라 증가한다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 압축비가 증가하면 토출가스 온도가 높아지고, 고온의 실린더와 잔류가스가 흡입가스를 과열시킨다. 또한 재팽창의 영향이 커져 체적효율이 감소하므로 냉매순환량도 감소한다.

② O — 토출가스 온도가 지나치게 높아지면 윤활유의 열화가 촉진되어 윤활 성능이 떨어지고, 마모·소착 등에 의해 압축기 고장으로 이어질 수 있다.

③ O — 압축비 증가에 따른 실린더 과열과 잔류가스 재팽창은 체적효율을 낮춘다. 그 결과 냉매순환량과 냉동능력이 차례로 감소한다.

④ X — 틀린 표현은 '압축기 흡입가스의 비체적이 감소'이다. 흡입압력 저하로 압축비가 증가하는 경우 흡입가스의 비체적은 증가한다. 압축비 증가로 단위 질량당 압축일량이 커지고 성적계수가 낮아지는 방향 자체는 맞지만, 첫 단계가 반대로 제시되어 전체 연결이 적절하지 않다.

오답 포인트

④는 뒤의 '압축일량 증대—성적계수 저하'가 맞는 방향이어서 전체가 옳아 보이게 만든 선지이다. 그러나 앞부분의 비체적 변화가 반대이다. 압력이 낮아진 흡입가스는 밀도가 감소하고 비체적은 증가한다.

다시 나오면 이렇게 판단

압축비 증가 문제에서는 '토출온도·압축일량은 증가, 체적효율·냉매순환량·냉동능력·성적계수는 감소'의 방향을 먼저 잡는다. 흡입압력 저하가 함께 제시되면 '밀도 감소—비체적 증가'까지 연결하여 판단한다.

암기 포인트

압축비 상승: 토출온도·압축일량은 올라가고, 체적효율·순환량·냉동능력·성적계수는 내려간다. 흡입압력 하강: 비체적은 올라간다.

NoteBase

12. 다음 중 2원 냉동사이클에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 캐스케이드 열교환기에서는 저온측 냉매는 증발하고, 고온측 냉매는 응축한다.

② 2단 압축 냉동사이클보다 더 낮은 증발온도가 요구될 때 사용한다.

③ 고온측과 저온측에 서로 다른 냉매를 사용한다.

④ 동일한 온도에서 포화증기압은 저온측 냉매가 고온측 냉매보다 높다.

정답 1번

출제 포인트

2원 냉동사이클에서 저온측 사이클과 고온측 사이클의 역할, 캐스케이드 열교환기 안에서 두 냉매가 일으키는 상태 변화, 냉매의 포화증기압 관계를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

2원 냉동사이클은 서로 다른 냉매를 사용하는 저온측 냉동사이클과 고온측 냉동사이클을 캐스케이드 열교환기로 연결하여 매우 낮은 온도를 얻는 방식이다.
캐스케이드 열교환기는 저온측 사이클에는 응축기, 고온측 사이클에는 증발기로 작용한다. 따라서 저온측 냉매는 그곳에서 응축하며 열을 방출하고, 고온측 냉매는 증발하며 그 열을 흡수한다.
저온용 냉매는 낮은 온도에서도 압력이 지나치게 낮아지지 않도록 동일한 온도에서 고온측 냉매보다 포화증기압이 높은 냉매를 사용한다.

선지별 해설

① X — '저온측 냉매는 증발하고, 고온측 냉매는 응축한다'는 상태 변화가 서로 뒤바뀌었다. 올바르게는 캐스케이드 열교환기에서 저온측 냉매가 응축하고 고온측 냉매가 증발한다.
② O — 2원 냉동사이클은 일반적인 2단 압축 냉동사이클보다 더 낮은 증발온도가 필요한 초저온 냉동에 사용한다.
③ O — 온도 범위가 서로 다른 저온측과 고온측의 운전 특성에 맞추어 서로 다른 냉매를 사용한다.
④ O — 저온측 냉매는 저온에서 적절한 증발압력을 유지해야 하므로 동일한 온도에서 그 포화증기압이 고온측 냉매보다 높다.

NoteBase

오답 포인트

①은 '저온측'이라는 말 때문에 저온측 냉매가 캐스케이드 열교환기에서도 증발한다고 착각하게 만든다. 그러나 저온측 냉매의 증발은 냉각 대상이 있는 저온측 증발기에서 일어나며, 캐스케이드 열교환기에서는 저온측 냉매가 응축하면서 고온측 냉매에 열을 넘긴다.

다시 나오면 이렇게 판단

캐스케이드 열교환기를 기준으로 열을 내놓는 쪽과 받는 쪽을 먼저 구분한다. 저온측은 열을 내놓아 응축하고, 고온측은 그 열을 받아 증발한다. 이어서 더 낮은 온도 영역을 담당하는 저온측 냉매가 동일 온도에서 더 높은 포화증기압을 갖는지 확인한다.

암기 포인트

캐스케이드 열교환기에서는 '저온측 응축, 고온측 증발'이다.

NoteBase

13. 다음 중 냉매 배관 압축 이음에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 동관 이음에 사용된다.
② 주로 관 지름 20mm 이상의 관에 사용한다.
③ 절단된 관 내부에 생긴 거스러미를 제거 후 접합한다.
④ 관의 한쪽을 나팔 모양으로 넓히고 압축 이음쇠를 사용하여 잇는다.

정답 2번

출제 포인트

냉매 배관의 압축 이음에 쓰이는 관의 재질, 적용 관경, 관 끝의 준비 작업과 접속 방식을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

압축 이음은 주로 소구경 동관의 끝을 가공한 뒤 압축 이음쇠로 밀착시켜 냉매가 새지 않도록 접속하는 방식이다. 관 끝을 직각으로 절단하고 내부의 거스러미를 제거한 다음, 끝을 나팔 모양으로 넓혀 이음쇠와 결합한다. 적용 기준의 핵심은 관 지름 20*mm* 이하이다.

선지별 해설

① O — 압축 이음은 가공하기 쉬운 동관의 이음에 사용된다.

② X — 틀린 표현은 '관 지름 20*mm* 이상의 관'이다. 압축 이음은 주로 관 지름 20*mm* 이하의 소구경 관에 사용한다.

③ O — 절단 후 관 안쪽에 남은 거스러미는 냉매의 흐름을 방해하거나 이음부의 밀착을 해칠 수 있으므로 제거한 뒤 접합한다.

④ O — 관 끝을 나팔 모양으로 넓히는 플레어 가공을 하고 압축 이음쇠로 눌러 밀착시키는 방식으로 접속한다.

오답 포인트

②의 '이상'과 '이하'를 바꾸어 놓은 것이 핵심 함정이다. 압축 이음은 큰 관에 주로 쓰는 방식이 아니라 소구경 동관에 적용하는 방식이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

압축 이음 관련 선지는 '동관', '20*mm* 이하', '거스러미 제거', '관 끝의 나팔 모양 가공과 이음쇠 밀착'이라는 네 기준으로 판단한다.

암기 포인트

압축 이음은 동관·소구경·20*mm* 이하·플레어 가공이다.

NoteBase

14. 다음 중 암모니아(NH_3) 냉매의 성질로 적절하지 않은 것은?
① 독성, 연소성이 있다.
② 아연, 동합금을 부식시킨다.
③ 밀폐식 압축기에 적합하다.
④ 압축 후 온도가 프레온 냉매보다 높다.

정답 3번

출제 포인트

암모니아 냉매의 독성·연소성, 금속 부식성, 압축기 적용 방식, 압축 후 온도 특성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

암모니아 냉매 NH_3는 냉동 효과와 열전달 성능이 우수하지만 독성과 연소성이 있으며, 구리·아연 및 이들의 합금을 부식시킨다. 또한 압축기 토출온도가 프레온계 냉매보다 높은 편이다. 밀폐식 압축기는 냉매가 전동기 권선과 접촉하므로 구리 재료를 침식하는 암모니아에 적합하지 않다.

선지별 해설

① O — 암모니아는 인체에 유독하며 가연 범위가 있어 연소성도 있다. 다만 점화온도가 높고 가연 범위가 좁아 쉽게 타는 냉매는 아니다.
② O — 암모니아는 아연·구리 및 이들의 합금을 부식시키므로 해당 재료를 냉매 계통에 사용하기 어렵다.
③ X — 틀린 표현은 '밀폐식 압축기에 적합하다'이다. 밀폐식 압축기에서는 냉매가 구리 권선이 있는 전동기와 접촉하므로 암모니아를 쓰기 어렵다. 올바르게는 '암모니아는 밀폐식 압축기에 적합하지 않으며, 개방형 압축기에 주로 사용한다'이다.
④ O — 암모니아는 압축 과정에서 온도 상승이 커서 압축 후 토출온도가 프레온계 냉매보다 높은 편이다.

오답 포인트

암모니아의 냉동 성능이 우수하다는 사실을 모든 압축기 형식에 적합하다는 뜻으로 확대하면 ③을 놓치기 쉽다. 밀폐식 압축기에서는 냉매와 전동기 권선이 직접 접촉한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

암모니아 냉매 문제에서는 먼저 독성·연소성, 구리·아연 계열 부식, 높은 토출온도를 확인한다. 이어 밀폐식 압축기처럼 냉매가 구리 권선과 접촉하는 구조인지 판단하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

암모니아는 '독성·연소성·구리계 부식·높은 토출온도·밀폐식 부적합'으로 묶어 기억한다.

NoteBase

15. 압력계에서 수주가 10m라면, 이때 절대압력을 구하시오. (단, 압력은 10,000 mmH_2O = 100 kN/m^2으로 가정한다.)

① 100 kPa ② 200 kPa

③ 300 kPa ④ 400 kPa

정답 2번

출제 포인트

압력계의 수주로 구한 계기압에 대기압을 더하여 절대압력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 수주 높이는 $10m = 10{,}000mmH_2O$이다.

환산 조건: $10{,}000mmH_2O = 100kN/m^2 = 100kPa$이다.

구해야 할 값: 절대압력이다.

주의할 조건: 압력계가 나타내는 계기압과 절대압력을 구분하며, 대기압은 $100kPa$로 본다.

사용할 공식

$P_{abs} = P_g + P_{atm}$

여기서 P_{abs}는 절대압력, P_g는 계기압, P_{atm}는 대기압이다. 압력계의 수주는 대기압을 기준으로 한 계기압을 나타내므로 절대압력을 구할 때 대기압을 더한다.

계산 과정

1. $10m = 10{,}000mm$이므로 주어진 환산 조건에 따라 계기압은 $100kPa$이다.
2. 절대압력은 $P_{abs} = 100kPa + 100kPa = 200kPa$이다.

선지 판단

① X — $100kPa$는 수주 $10m$가 나타내는 계기압일 뿐 절대압력이 아니다. 올바르게는 대기압을 더한 절대압력 $200kPa$이다.

② O — 계기압 $100kPa$에 대기압 $100kPa$를 더하면 절대압력은 $200kPa$이다.

③ X — $300kPa$는 대기압을 두 번 더한 값으로, 이 조건의 절대압력이 아니다. 올바르게는 대기압을 한 번 더한 $200kPa$이다.

④ X — $400kPa$는 계기압과 대기압의 합과 일치하지 않는다. 올바르게는 $100kPa + 100kPa = 200kPa$이다.

NoteBase

오답 포인트

①의 $100kPa$는 계기압을 그대로 절대압력으로 착각할 때 고르는 값이다. 절대압력은 진공을 기준으로 하므로 계기압에 대기압을 더해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 수주를 압력으로 환산해 계기압을 구하고, 절대압력을 묻는 경우 $P_{abs} = P_g + P_{atm}$을 적용한 뒤 단위를 검산한다.

암기 포인트

절대압력은 계기압에 대기압을 더한 값이다.

NoteBase

16. 냉동사이클의 증발온도가 -15℃일 때, 포화액의 엔탈피가 100 kcal/kg, 건조 포화증기의 엔탈피가 200 kcal/kg, 증발기에 유입되는 습증기의 건조도가 0.3일 때, 냉동력을 구하시오.

① 55 kcal/kg ② 60 kcal/kg
③ 65 kcal/kg ④ 70 kcal/kg

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 건도로 습증기의 입구 엔탈피를 구한 뒤 증발기 출구와의 엔탈피 차로 단위질량당 냉동력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

포화액 엔탈피: $h_f = 100 kcal/kg$
건조 포화증기 엔탈피: $h_g = 200 kcal/kg$
증발기 입구 습증기의 건도: $x = 0.3$
증발기 출구 상태: 건조 포화증기
구해야 할 값: 단위질량당 냉동력 q_L

사용할 공식

습증기의 엔탈피는
$h_1 = h_f + x(h_g - h_f)$
이고, 단위질량당 냉동력은
$q_L = h_2 - h_1$
이다. 입구 냉매가 건도 x인 습증기이므로 액체와 증기의 비율을 반영해 h_1을 구하고, 증발기에서 냉매가 흡수한 열량은 출구와 입구의 엔탈피 증가량으로 계산한다.

NoteBase

계산 과정

1. 증발잠열은 $h_{fg} = h_g - h_f = 200 - 100 = 100 kcal/kg$이다.
2. 입구 습증기의 엔탈피는
$h_1 = 100 + 0.3(200 - 100) = 130 kcal/kg$
이다.
3. 출구는 건조 포화증기이므로 $h_2 = h_g = 200 kcal/kg$이다.
4. 따라서 냉동력은
$q_L = 200 - 130 = 70 kcal/kg$
이다.

선지 판단

① X — $55 kcal/kg$은 계산 결과 $70 kcal/kg$과 다르다. 틀린 값 $55 kcal/kg$ → 올바르게는 $70 kcal/kg$이다.
② X — $60 kcal/kg$은 입구 엔탈피 $130 kcal/kg$을 출구 엔탈피 $200 kcal/kg$에서 뺀 값이 아니다. 틀린 값 $60 kcal/kg$ → 올바르게는 $70 kcal/kg$이다.
③ X — $65 kcal/kg$은 건도 0.3을 반영해 구한 엔탈피 차와 일치하지 않는다. 틀린 값 $65 kcal/kg$ → 올바르게는 $70 kcal/kg$이다.
④ O — $h_1 = 130 kcal/kg$, $h_2 = 200 kcal/kg$이므로 $q_L = h_2 - h_1 = 70 kcal/kg$이다.

오답 포인트

건도 0.3을 포화증기 엔탈피 h_g에 바로 곱하면 안 된다. 건도는 습증기 중 증기의 질량비이므로 $h_f + x(h_g - h_f)$로 입구 엔탈피를 구해야 한다. 또한 냉동력은 출구 엔탈피 자체가 아니라 증발기를 통과하며 증가한 엔탈피 $h_2 - h_1$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

습증기가 증발기에 들어오는 문제는 먼저 $h = h_f + xh_{fg}$로 입구 엔탈피를 계산하고, 출구 상태의 엔탈피에서 이를 빼 냉동력을 구한다. 마지막으로 엔탈피 차의 단위가 $kcal/kg$인지 확인한다.

암기 포인트

습증기 엔탈피는 $h_f + xh_{fg}$, 증발기 냉동력은 출구 엔탈피에서 입구 엔탈피를 뺀 값이다.

NoteBase

17. 다음 중 온도식 자동 팽창밸브에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 압축기에 액냉매가 유입되는 것을 방지한다.
② 증발기 출구의 과열도를 일정하게 유지하는 목적으로 설치한다.
③ 증발기 입구에 냉매가 충전된 감지부가 설치된다.
④ 과열도가 낮아지면 밸브의 개도가 감소한다.

정답 3번

출제 포인트

온도식 자동 팽창밸브의 역할과 감온통의 설치 위치, 과열도 변화에 따른 밸브 개도 변화를 묻는 문제이다.

핵심 개념

온도식 자동 팽창밸브는 증발기 출구의 냉매 과열도를 감지하여 증발기로 들어가는 냉매 유량을 자동 조절하는 장치이다. 감온통은 증발기 출구의 흡입관에 설치하며, 감온통 압력은 밸브를 여는 방향으로, 증발압력과 스프링 힘은 밸브를 닫는 방향으로 작용한다.

선지별 해설

① O — 증발기 출구 냉매가 적정 과열도를 갖도록 유량을 조절하므로 액냉매가 압축기로 유입되는 액압축을 방지하는 데 기여한다.
② O — 증발기 출구의 과열도를 일정하게 유지하도록 냉매 유량을 자동 조절하는 것이 온도식 자동 팽창밸브의 주된 목적이다.
③ X — 틀린 표현은 '증발기 입구에 냉매가 충전된 감지부가 설치된다'이다. 올바르게는 냉매 등의 휘발성 유체가 봉입된 감온통을 증발기 출구의 흡입관에 설치하여 출구 냉매의 온도와 과열도를 감지한다.
④ O — 과열도가 낮아지면 감온통 압력이 상대적으로 낮아져 밸브를 여는 힘이 감소하므로 밸브 개도도 감소한다.

오답 포인트

팽창밸브 본체가 증발기 입구에 있다는 사실과 감온통의 설치 위치를 혼동하기 쉽다. 본체는 증발기 입구 쪽에서 냉매를 팽창시키지만, 감온통은 과열도를 감지해야 하므로 증발기 출구 흡입관에 설치한다.

다시 나오면 이렇게 판단

장치의 위치와 감지부의 위치를 나누어 판단한다. 팽창밸브 본체는 증발기 입구에서 유량을 조절하고, 감온통은 증발기 출구에서 과열도를 감지한다. 과열도가 커지면 개도가 증가하고, 작아지면 개도가 감소한다.

NoteBase

암기 포인트

밸브는 입구에서 조절하고, 감온통은 출구에서 감지한다. 과열도와 밸브 개도는 같은 방향으로 변한다.

NoteBase

18. 다음 중 증기압축식 냉동사이클의 팽창장치에서 엔탈피와 엔트로피의 변화로 적절한 것은?
① 엔탈피는 일정하고, 엔트로피는 감소한다.
② 엔탈피는 감소하고, 엔트로피는 증가한다.
③ 엔탈피는 일정하고, 엔트로피는 일정하다.
④ 엔탈피는 일정하고, 엔트로피는 증가한다.

정답 4번

출제 포인트

증기압축식 냉동사이클의 팽창밸브에서 일어나는 교축과정의 엔탈피와 엔트로피 변화를 묻는 문제이다.

핵심 개념

엔탈피는 유체가 가진 내부에너지와 유동에 필요한 에너지를 합한 상태량이다. 팽창밸브의 정상 교축과정은 열전달과 축일을 무시하므로 입구와 출구의 엔탈피가 같은 등엔탈피 과정이며, $h_1 = h_2$이다.
엔트로피는 에너지 분산과 과정의 비가역성을 나타내는 상태량이다. 교축과정은 비가역과정이므로 엔트로피가 생성되어 $s_2 > s_1$이 된다.
따라서 팽창밸브에서는 엔탈피는 일정하고 엔트로피는 증가한다.

선지별 해설

① X — 엔탈피가 일정하다는 부분은 맞지만, '엔트로피는 감소한다'가 틀렸다. 올바르게는 엔트로피가 증가한다.
② X — 엔트로피가 증가한다는 부분은 맞지만, '엔탈피는 감소한다'가 틀렸다. 올바르게는 엔탈피가 일정하다.
③ X — 엔탈피가 일정하다는 부분은 맞지만, '엔트로피는 일정하다'가 틀렸다. 올바르게는 비가역 교축으로 엔트로피가 증가한다.
④ O — 팽창밸브의 교축과정은 등엔탈피 과정이고 비가역과정이므로 엔탈피는 일정하며 엔트로피는 증가한다.

오답 포인트

팽창밸브에서 압력과 온도가 낮아지는 현상을 보고 엔탈피도 감소한다고 생각하기 쉽다. 그러나 교축과정의 핵심은 등엔탈피이며, 등엔트로피 과정이 아니다. ①과 ③은 엔트로피 변화를, ②는 엔탈피 변화를 바꾸어 놓은 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

팽창밸브 또는 교축밸브가 나오면 먼저 등엔탈피 조건 $h_1 = h_2$를 적용한다. 이어 비가역과정이므로 엔트로피는 증가한다는 관계 $s_2 > s_1$로 선지를 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

팽창밸브 교축: 엔탈피 일정, 엔트로피 증가이다.

NoteBase

19. 다음 중 냉매에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① R22의 분자식은 CH_2F_2이다.
② R32는 R22에 비해 가연성이 높다.
③ R32는 R22에 비해 GWP(지구온난화지수)가 낮다.
④ R32는 R22에 비해 ODP(오존파괴지수)가 낮다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 냉매 R22와 R32의 분자식, 가연성, 지구온난화지수(GWP), 오존파괴지수(ODP)를 비교하여 적절하지 않은 설명을 찾는 문제이다.

핵심 개념

R22는 분자식이 $CHClF_2$인 HCFC 냉매로 염소를 포함하며, 불연성인 대신 오존층 파괴 가능성이 있다.
R32는 분자식이 CH_2F_2인 HFC 냉매로 염소를 포함하지 않으며, R22보다 가연성이 높고 GWP와 ODP가 낮다.
특히 R32의 ODP는 0이다.

선지별 해설

① X - CH_2F_2를 R22의 분자식이라고 한 부분이 틀렸다. 올바르게는 R22의 분자식은 $CHClF_2$이고, CH_2F_2는 R32의 분자식이다.
② O - R32는 약한 가연성을 지니지만 R22는 불연성 냉매이므로, R32가 R22보다 가연성이 높다.
③ O - R32는 R22보다 지구온난화지수(GWP)가 낮으므로 적절한 설명이다.
④ O - R32는 염소를 포함하지 않아 오존파괴지수(ODP)가 0인 반면, R22는 염소를 포함하여 ODP가 0보다 크다. 따라서 R32의 ODP가 R22보다 낮다.

오답 포인트

①은 R32의 분자식 CH_2F_2를 R22의 분자식으로 바꾸어 제시한 함정이다. 냉매 번호만 보고 분자식을 혼동하면 ②~④의 환경성과 안전성 비교까지 함께 헷갈릴 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 분자식에서 염소(Cl)의 유무를 확인한다. R22는 염소를 포함하므로 ODP가 0보다 크고, R32는 염소가 없어 ODP가 0이다. 이어서 R32는 R22보다 GWP가 낮지만 가연성은 더 높다는 비교축을 적용한다.

NoteBase

암기 포인트

R22는 $CHClF_2$: Cl 있음·불연성·ODP 있음. R32는 CH_2F_2: Cl 없음·약가연성·ODP 0·GWP가 더 낮음.

20. 다음 중 증기압축식냉동기의 불응축가스 분리기에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?

① 냉동기 내에 불응축가스가 잔류하면 응축압력이 낮아진다.

② 불응축가스 분리기는 주로 증발압력이 대기압보다 낮은 냉동기에 필요하다.

③ 불응축가스는 금속부식이나 윤활유 산화의 원인이 될 수 있다.

④ 불응축가스 분리기의 종류는 수동식, 온도식, 액면식이 있다.

정답 1번

출제 포인트

불응축가스가 증기압축식 냉동기의 운전에 미치는 영향과 불응축가스 분리기의 필요성·종류를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

불응축가스는 냉동장치의 응축 조건에서도 액화되지 않고 남는 공기 등의 기체이다. 응축기 안에 쌓이면 냉매 증기의 응축을 방해하고 전체 압력을 높이므로 응축압력과 압축기의 부하가 증가한다. 불응축가스 분리기는 이러한 기체를 냉매와 분리하여 장치 밖으로 배출하는 장치이다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '응축압력이 낮아진다'이다. 불응축가스가 잔류하면 응축기 내 전체 압력이 높아지고 열전달도 나빠지므로, 올바르게는 '응축압력이 높아진다'이다.

② O — 증발압력이 대기압보다 낮으면 저압부의 미세한 누설 부위로 외부 공기가 유입되기 쉬우므로 불응축가스를 분리·배출할 필요가 크다.

③ O — 유입된 공기에는 산소와 수분이 포함될 수 있어 금속의 부식과 윤활유의 산화를 촉진할 수 있다.

④ O — 불응축가스 분리기는 배출·제어 방식에 따라 수동식, 온도식, 액면식으로 구분할 수 있다.

오답 포인트

①의 '낮아진다'가 핵심 함정이다. 불응축가스가 냉매의 응축을 방해하면 응축기 성능이 저하될 뿐 아니라 불응축가스의 분압이 더해져 응축기 내 압력은 상승한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

불응축가스 관련 선지는 '응축압력 상승, 열전달 저하, 압축기 부하 증가'의 연결로 판단한다. 저압부가 대기압 이하이면 공기 유입 가능성이 커져 분리기의 필요성이 커진다.

암기 포인트

불응축가스 잔류는 응축압력 상승이며, 분리기 형식은 수동식·온도식·액면식이다.

NoteBase

21. 다음 중 브라인(Brine)의 구비조건에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 응고점이 낮아야 한다.
② 열전도도가 커야 한다.
③ 화학반응을 일으키지 않아야 한다.
④ 점성이 커야 한다.

정답 4번

출제 포인트

브라인이 냉열을 효율적으로 운반하려면 어떤 물성을 가져야 하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

브라인은 증발기에서 냉각된 뒤 냉각 대상까지 순환하며 열을 운반하는 2차 냉매이다. 운전 중 얼지 않도록 응고점이 낮아야 하고, 열을 잘 전달하도록 열전도도가 커야 하며, 흐름 저항과 펌프 동력을 줄이도록 점성이 작아야 한다. 또한 장치 재료와 화학반응을 일으키지 않는 안정성도 필요하다.

선지별 해설

① O — 응고점이 낮아야 낮은 운전 온도에서도 브라인이 얼지 않고 계속 순환할 수 있다.

② O — 열전도도가 커야 열교환기에서 열이 빠르게 전달되어 냉열 운반에 유리하다.

③ O — 화학적으로 안정하여 장치 재료와 반응하거나 부식을 일으키지 않아야 설비를 안전하게 사용할 수 있다.

④ X — 틀린 표현은 '점성이 커야 한다'이다. 점성이 크면 유동 저항과 펌프 동력이 증가하고 열전달도 불리해진다. 올바르게는 '점성이 작아야 한다'이다.

오답 포인트

②의 열전도도와 ④의 점성을 모두 클수록 좋다고 묶어 판단하기 쉽다. 열전도도는 클수록 열전달에 유리하지만, 점성은 작을수록 순환 저항이 줄어든다.

다시 나오면 이렇게 판단

브라인의 조건은 '낮은 온도에서도 얼지 않는가, 열을 잘 전달하는가, 적은 동력으로 잘 흐르는가, 장치를 손상시키지 않는가'의 순서로 판단한다. 따라서 응고점과 점성은 낮게, 열전도도는 크게, 화학반응성과 부식성은 작게 본다.

NoteBase

암기 포인트

브라인은 응고점·점성은 낮게, 열전도도는 크게, 화학적 안정성은 높게 잡는다.

NoteBase

22. 다음 중 왕복압축기의 간극체적에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?
① 실린더의 체적을 말한다.
② 피스톤이 하사점에 있을 때 가스가 차지하는 체적이다.
③ 피스톤이 상사점에 있을 때 가스가 차지하는 체적이다.
④ 상사점과 하사점 사이의 체적이다.

정답 3번

출제 포인트

왕복압축기에서 피스톤 위치에 따라 간극체적, 행정체적, 실린더 전체 체적을 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

간극체적: 피스톤이 상사점에 도달했을 때 피스톤 윗면과 실린더 헤드 사이에 남는 공간의 체적이다. 이 공간에는 토출되지 못한 가스가 남는다.
행정체적: 피스톤이 상사점과 하사점 사이를 이동하면서 쓸고 지나가는 체적이다.
하사점에서 가스가 차지하는 전체 체적은 간극체적과 행정체적의 합이다.

선지별 해설

① X — '실린더의 체적'이라는 표현이 틀렸다. 간극체적은 실린더 전체 체적이 아니라 피스톤이 상사점에 있을 때 남는 공간의 체적이다.
② X — '피스톤이 하사점에 있을 때 가스가 차지하는 체적'이라는 표현이 틀렸다. 하사점에서 가스가 차지하는 체적은 간극체적과 행정체적을 합한 실린더 전체 체적이다.
③ O — 피스톤이 상사점에 있어도 피스톤과 실린더 헤드 사이에는 가스가 남는 공간이 있으며, 그 체적이 간극체적이다.
④ X — '상사점과 하사점 사이의 체적'이라는 표현이 틀렸다. 피스톤이 상사점과 하사점 사이에서 쓸고 지나가는 체적은 행정체적이며, 간극체적은 상사점에서 남는 공간의 체적이다.

오답 포인트

②의 하사점 체적과 ④의 상사점·하사점 사이 체적을 간극체적으로 혼동하기 쉽다. 하사점의 전체 체적은 간극체적과 행정체적의 합이고, 두 사점 사이에서 쓸고 지나가는 체적은 행정체적이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

‘상사점에서 남는 공간’이면 간극체적, ‘상사점과 하사점 사이에서 쓸고 지나가는 공간’이면 행정체적, ‘하사점에서 가스가 차지하는 공간’이면 두 체적의 합으로 판단한다.

암기 포인트

상사점에서 남는 체적은 간극체적, 피스톤이 왕복하며 쓸고 가는 체적은 행정체적이다.

NoteBase

23. 다음 중 증기압축식냉동사이클의 응축기를 통과하는 냉매의 상태변화로 적절한 것은?
① 비체적은 증가하고, 엔트로피는 감소한다.
② 비체적은 증가하고, 엔트로피는 증가한다.
③ 비체적은 감소하고, 엔트로피는 감소한다.
④ 비체적은 감소하고, 엔트로피는 증가한다.

정답 3번

출제 포인트

증기압축식 냉동사이클의 응축기에서 냉매가 방열·응축할 때 비체적과 엔트로피가 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

응축기는 압축기에서 나온 고온·고압의 냉매 증기가 외부로 열을 방출하여 액체로 응축되는 열교환기이다. 응축 과정에서는 증기가 액체로 바뀌므로 단위 질량이 차지하는 부피인 비체적 v가 감소한다. 또한 냉매가 열을 방출하면서 엔트로피 s도 감소한다. 따라서 응축기 입구와 출구를 비교하면 $v_{out} < v_{in}$, $s_{out} < s_{in}$이다.

선지별 해설

① X — 엔트로피가 감소한다는 부분은 맞지만, '비체적은 증가'가 틀린 표현이다. 올바르게는 냉매가 증기에서 액체로 응축되므로 비체적은 감소한다.
② X — '비체적은 증가하고, 엔트로피는 증가한다'는 두 표현이 모두 틀리다. 올바르게는 응축 과정에서 비체적과 엔트로피가 모두 감소한다.
③ O — 냉매가 응축기에서 열을 방출하며 증기에서 액체로 변하므로 비체적은 감소하고 엔트로피도 감소한다.
④ X — 비체적이 감소한다는 부분은 맞지만, '엔트로피는 증가'가 틀린 표현이다. 올바르게는 냉매가 열을 방출하므로 엔트로피도 감소한다.

오답 포인트

응축기를 팽창밸브와 혼동하면 엔트로피 증가를 고르기 쉽다. 팽창밸브의 교축은 비가역 과정이지만, 이 문제의 장치는 냉매가 열을 방출하고 액화되는 응축기이므로 비체적과 엔트로피가 모두 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

장치 이름을 먼저 확인한다. 응축기라면 '열 방출 → 증기에서 액체로 응축 → 비체적 감소·엔트로피 감소'의 흐름으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

응축기는 방열·액화 장치이므로 비체적과 엔트로피가 함께 감소한다.

NoteBase

24. 카르노 냉동사이클의 냉동능력 4 kW, 소요동력 2 kW, 응축온도 57 ℃일 때 가장 적절한 증발온도(K)의 값을 구하시오.

① 220 K ② 250 K

③ 320 K ④ 350 K

정답 1번

출제 포인트

카르노 냉동사이클의 성능계수와 절대온도 관계를 이용하여 증발온도를 구하는 문제이다.

조건 정리

냉동능력은 $Q_L = 4kW$, 소요동력은 $W = 2kW$이다.

응축온도는 반드시 절대온도로 바꾸므로 $T_H = 57 + 273 = 330K$이다.

구해야 할 값은 증발온도 T_L이다.

사용할 공식

실제 운전 자료로 구한 냉동기의 성능계수는

$COP_R = \frac{Q_L}{W}$

이다. 카르노 냉동사이클의 성능계수는

$COP_R = \frac{T_L}{T_H - T_L}$

이다. 카르노 사이클이고 고온부와 저온부의 온도가 주어지는 관계이므로 두 성능계수를 같게 놓으며, 이 공식의 온도에는 절대온도 K를 사용한다.

계산 과정

먼저 성능계수를 계산한다.

$COP_R = \frac{4}{2} = 2$

카르노 냉동사이클 공식에 $T_H = 330K$를 대입한다.

$2 = \frac{T_L}{330 - T_L}$

이를 정리하면

$660 - 2T_L = T_L$

$3T_L = 660$

$T_L = 220K$

이므로 가장 적절한 증발온도는 $220K$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — $T_L = 220K$를 대입하면 $COP_R = 220/(330 - 220) = 2$가 되어 주어진 성능계수와 일치한다.
② X — $250K$를 대입하면 $COP_R = 250/(330 - 250) = 3.125$로 주어진 값 2와 일치하지 않는다. '$250K$'는 '$220K$'로 고쳐야 한다.
③ X — $320K$를 대입하면 $COP_R = 320/(330 - 320) = 32$로 주어진 값 2와 일치하지 않는다. '$320K$'는 '$220K$'로 고쳐야 한다.
④ X — $350K$는 응축온도 $330K$보다 높아 냉동사이클의 저온부 온도가 될 수 없고, 공식의 분모도 음수가 된다. '$350K$'는 '$220K$'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

응축온도 $57\,^{\circ}C$를 그대로 카르노 성능계수 공식에 넣는 것이 핵심 함정이다. 온도 차는 섭씨와 켈빈의 수치가 같지만, $T_L/(T_H - T_L)$처럼 온도 자체가 들어가는 식에서는 반드시 절대온도 K를 사용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

냉동능력과 소요동력으로 먼저 $COP_R = Q_L/W$를 구하고, 섭씨온도를 켈빈온도로 변환한 뒤 $COP_R = T_L/(T_H - T_L)$에 대입하여 미지 온도를 계산한다. 마지막에는 $T_L < T_H$인지 확인한다.

암기 포인트

카르노 냉동기의 성능계수는 '저온부 절대온도 ÷ 고온부와 저온부의 온도 차', 즉 $COP_R = T_L/(T_H - T_L)$이다.

NoteBase

25. 어느 응축기의 냉각수 입출구 온도가 각각 22℃, 27℃이고 유량은 90L/min이다. 이때, 압축기 소요 동력을 5kW라고 하면 이 냉동기의 성적계수를 구하시오. (단, 물의 평균 비열은 4.2kJ/kg·K이다.)

① 4.7 ② 5.0

③ 5.3 ④ 5.6

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 응축기 냉각수가 얻은 열량으로 응축기 방열량을 구하고, 냉동사이클의 에너지수지를 이용해 냉동기의 성적계수(COP)를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 냉각수 입구 온도 $22^\circ C$, 출구 온도 $27^\circ C$, 유량 $90L/min$, 물의 평균 비열 $4.2kJ/(kg \cdot K)$, 압축기 소요 동력 $5kW$이다.

구해야 할 값: 냉동기의 성적계수 COP_R이다.

주의할 조건: 물의 밀도를 $1kg/L$로 보면 질량유량은 $90kg/min = 1.5kg/s$이고, 냉각수 온도차는 $5K$이다.

사용할 공식

응축기 방열량은 $\dot{Q}_H = \dot{m}c_p(T_{out} - T_{in})$이다. 냉동사이클의 에너지수지는 $\dot{Q}_H = \dot{Q}_L + \dot{W}$이므로 냉동능력은 $\dot{Q}_L = \dot{Q}_H - \dot{W}$이다. 따라서 냉동기의 성적계수는 $COP_R = \dot{Q}_L/\dot{W}$이다.

냉각수가 흡수한 열량은 응축기에서 방출된 열량과 같으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 냉각수의 질량유량을 환산한다.

$\dot{m} = 90kg/min \times \frac{1min}{60s} = 1.5kg/s$

2. 응축기 방열량을 구한다.

$\dot{Q}_H = 1.5 \times 4.2 \times (27 - 22) = 31.5kW$

3. 응축기 방열량에서 압축기 동력을 뺀 냉동능력을 구한다.

$\dot{Q}_L = 31.5 - 5 = 26.5kW$

4. 냉동기의 성적계수를 구한다.

$COP_R = \frac{26.5}{5} = 5.3$

NoteBase

선지 판단

① X — 계산 결과는 4.7이 아니라 5.3이므로 틀리다. 올바른 값은 5.3이다.
② X — 계산 결과는 5.0이 아니라 5.3이므로 틀리다. 올바른 값은 5.3이다.
③ O — 계산한 냉동기의 성적계수 COP_R가 5.3과 일치한다.
④ X — 계산 결과는 5.6이 아니라 5.3이므로 틀리다. 올바른 값은 5.3이다.

오답 포인트

냉각수가 얻은 $31.5kW$는 냉동능력 $\dot{Q}_L$이 아니라 응축기 방열량 $\dot{Q}_H$이다. 응축기 방열량에는 냉동능력과 압축기 일이 함께 포함되므로 $5kW$를 뺀 $26.5kW$를 성적계수의 분자로 사용해야 한다. 또한 $90L/min$을 $1.5kg/s$로 바꾸는 단위 환산을 빠뜨리지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

냉각수의 질량유량 환산 → 응축기 방열량 계산 → 에너지수지로 냉동능력 계산 → 냉동능력을 압축기 동력으로 나누는 순서로 판단한다.

암기 포인트

응축기 방열량은 $\dot{Q}_H = \dot{Q}_L + \dot{W}$, 냉동기 성적계수는 $COP_R = \dot{Q}_L/\dot{W}$이다.

NoteBase