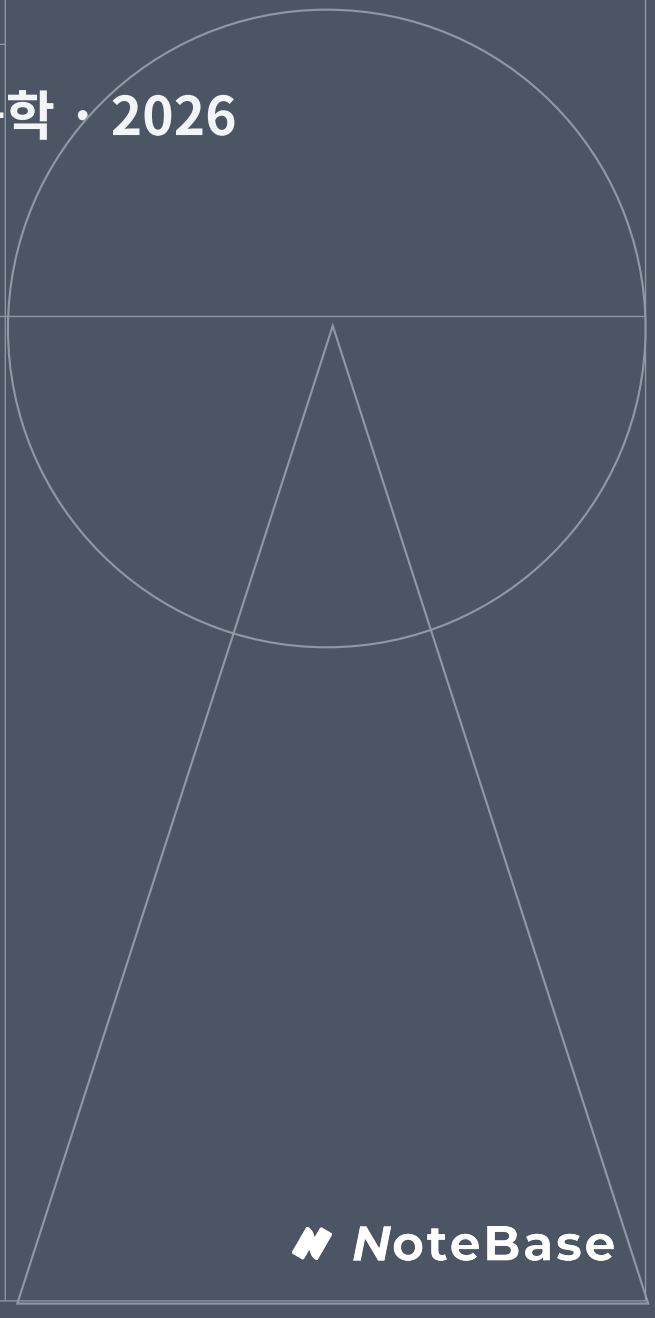
기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 냉동공학 · 2026



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 냉동공학 · 2026

공무원/군무원/9급 · 냉동공학 · 2026

1. 압축기 운전 시 발생하는 액 압축과 오일 포밍에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
   ① 터보 압축기는 액 압축의 위험이 없으므로 과열도 관리가 불필요하다.
   ② 오일 포밍은 크랭크 케이스 내부의 압력이 급격히 낮아질 때 발생하기 쉽다.
   ③ 크랭크 케이스 히터는 정지 중 냉매가 냉동유(Oil)에 용해되는 것을 방지하기 위해 사용된다.
   ④ 액 압축은 피스톤과 밸브 등에 심각한 기계적 충격과 손상을 줄 수 있다.

정답 1번

출제 포인트

압축기 운전 중 액 냉매 유입으로 생기는 액 압축, 크랭크 케이스의 오일 포밍, 정지 중 냉매의 오일 용해를 막는 장치의 원리를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

액 압축은 기체를 압축해야 하는 압축기에 액 냉매가 유입되어 기계적 충격과 손상을 일으키는 현상이다.
오일 포밍은 오일에 녹아 있던 냉매가 크랭크 케이스 압력의 급강하로 빠르게 기화하여 거품이 생기는 현상이다.
크랭크 케이스 히터는 정지 중 오일을 따뜻하게 유지하여 냉매가 오일에 용해·축적되는 것을 줄인다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '터보 압축기는 액 압축의 위험이 없으므로 과열도 관리가 불필요하다'이다. 터보 압축기에도 액 냉매가 유입되면 임펠러 손상과 운전 불안정이 생길 수 있으므로 흡입 냉매가 확실히 기체 상태가 되도록 과열도를 적절히 관리해야 한다. 올바르게는 '터보 압축기도 액 냉매 유입을 방지하기 위해 과열도 관리가 필요하다'이다.
② O — 운전 시작 등으로 크랭크 케이스 내부 압력이 급격히 낮아지면 오일에 용해되어 있던 냉매가 한꺼번에 기화하므로 오일 포밍이 발생하기 쉽다.
③ O — 정지 중 크랭크 케이스를 가열하면 냉매가 냉동유에 용해·축적되는 현상이 줄어들므로 재기동 시 오일 포밍과 윤활 불량을 예방하는 데 도움이 된다.
④ O — 액체는 압축되기 어려우므로 액 냉매가 압축기에 들어가면 피스톤과 밸브 등에 큰 충격 하중이 작용하여 심각한 기계적 손상을 일으킬 수 있다.

오답 포인트

왕복동 압축기에서 액 압축 피해가 특히 직접적이라는 사실을 '터보 압축기에는 액 냉매 유입 위험이 전혀 없다'로 확대하면 ①을 맞는 설명으로 오인하게 된다. 압축기 형식과 관계없이 흡입 냉매의 액 유입은 방지 대상이다.

다시 나오면 이렇게 판단

'액 냉매 유입'은 압축기 손상과 연결하고, '정지 중 냉매의 오일 용해'는 크랭크 케이스 히터와 연결하며, '압력 급강하'는 용해 냉매의 기화와 오일 포밍으로 연결한다. 위험이 '없다'거나 관리가 '불필요하다'는 단정은 먼저 의심한다.

암기 포인트

액 유입은 압축기 손상, 압력 급강하는 오일 포밍, 정지 중 냉매 용해 방지는 크랭크 케이스 히터이다.

NoteBase

2. 대향류형(Counter - Flow) 냉각탑과 비교하여 직교류형(Cross - Flow) 냉각탑의 특징으로 가장 적절한 것은?
   ① 공기 저항이 커서 팬 소음이 크고 소요 동력이 크다.
   ② 냉각수 산수(Spray) 시 수막이 형성되어 겨울철 동파위험이 적다.
   ③ 공기와 물이 반대 방향으로 흘러 열교환 효율이 크다.
   ④ 냉각탑 높이를 낮출 수 있어 건축물 높이 제한이 있는 곳에 유리하다.

정답 4번

출제 포인트

대향류형 냉각탑과 비교한 직교류형 냉각탑의 공기·물 흐름 방향, 공기 저항, 동파 위험 및 구조적 특징을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

대향류형은 공기와 물이 서로 반대 방향으로 흐르는 냉각탑이다. 열교환 효율이 비교적 높고 설치 면적은 작지만 탑 높이와 공기 저항이 커질 수 있다.
직교류형은 아래로 흐르는 물에 공기가 옆에서 수평으로 지나가 두 유체가 서로 직각으로 교차하는 냉각탑이다. 공기 저항과 탑 높이를 줄이기 쉽지만 설치 면적은 커지는 편이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
직교류형은 공기 유로가 비교적 짧고 공기 저항이 작아 팬 소음과 소요 동력이 작은 편이다. 틀린 표현인 '공기 저항이 커서 팬 소음이 크고 소요 동력이 크다'는 '공기 저항이 작아 팬 소음과 소요 동력이 작다'로 고쳐야 한다.

② X
직교류형은 산수된 냉각수가 넓게 퍼져 수막을 이루고 외기에 노출되므로 겨울철 결빙·동파에 주의해야 한다. 틀린 표현인 '동파위험이 적다'는 '동파위험이 크다'로 고쳐야 한다.

③ X
직교류형에서는 공기와 물이 서로 직각 방향으로 흐른다. 공기와 물이 반대 방향으로 흐르는 것은 대향류형의 특징이며, 대향류형이 일반적으로 열교환 효율이 더 높다. 따라서 '반대 방향으로 흘러 열교환 효율이 크다'는 '직각 방향으로 흐르며, 대향류형보다 열교환 효율이 낮은 편이다'로 고쳐야 한다.

④ O
직교류형은 공기가 측면에서 수평으로 통과하므로 수직 방향의 공기 유로를 짧게 구성할 수 있다. 이에 따라 냉각탑 높이를 낮출 수 있어 건축물 높이 제한이 있는 곳에 유리하다.

오답 포인트

③의 '반대 방향'은 대향류형의 정의를 직교류형에 바꾸어 붙인 표현이다. 또한 ①은 직교류형의 낮은 공기 저항을 반대로 서술했고, ②는 수막의 외기 노출로 인한 겨울철 결빙 위험을 반대로 서술했다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 유체의 흐름 방향을 본다. 물과 공기가 반대 방향이면 대향류형, 직각으로 만나면 직교류형이다. 이어서 직교류형은 낮은 탑 높이·작은 공기 저항·큰 설치 면적, 대향류형은 높은 열교환 효율·작은 설치 면적이라는 대비로 판단한다.

암기 포인트

직교류는 직각·낮은 높이·작은 공기 저항, 대향류는 반대 방향·높은 효율이다.

NoteBase

3. 표준 증기압축 냉동 사이클의 상태변화 순서로 가장 적절한 것은?
① 등온압축 - 등압응축 - 단열팽창 - 등온증발
② 단열압축 - 등압응축 - 등엔탈피 팽창 - 등압증발
③ 등압압축 - 등온응축 - 등엔탈피 팽창 - 등압증발
④ 단열압축 - 등적냉각 - 등엔트로피 팽창 - 증압증발

정답 2번

출제 포인트

표준 증기압축 냉동 사이클에서 압축기, 응축기, 팽창밸브, 증발기를 지날 때의 상태변화 순서를 묻는 문제이다.

올바른 순서

1. 단열압축 — 압축기에서 저압 냉매증기를 고압 상태로 압축한다.
2. 등압응축 — 응축기에서 거의 일정한 압력으로 열을 방출하여 냉매를 액화한다.
3. 등엔탈피 팽창 — 팽창밸브의 교축 과정에서 엔탈피가 거의 일정한 채 압력과 온도가 낮아진다.
4. 등압증발 — 증발기에서 거의 일정한 압력으로 열을 흡수하여 냉매가 증발한다.

왜 이 순서인가: 압축기로 만든 고압 냉매를 응축기에서 액화해야 팽창밸브로 감압할 수 있고, 감압된 저온·저압 냉매가 증발기에서 열을 흡수한 뒤 다시 압축기로 들어가기 때문이다.

선지별 해설

① X — '등온압축-등압응축-단열팽창-등온증발'은 압축과 팽창의 과정이 잘못되었다. 압축기의 표준 과정은 등온압축이 아니라 단열압축이고, 팽창밸브의 과정은 단열팽창이 아니라 등엔탈피 팽창이다. 또한 표준 사이클의 증발 과정은 등압증발로 나타낸다. 올바르게는 '단열압축-등압응축-등엔탈피 팽창-등압증발'이다.

② O — 압축기에서 단열압축, 응축기에서 등압응축, 팽창밸브에서 등엔탈피 팽창, 증발기에서 등압증발이 차례로 일어나므로 표준 사이클과 일치한다.

③ X — 첫 단계의 '등압압축'이 잘못되었다. 압축기에서는 냉매의 압력이 상승하므로 등압 과정일 수 없으며, 표준적으로 단열압축으로 본다. 응축 과정도 표준 사이클의 상태변화 명칭으로는 등압응축으로 정리한다. 올바르게는 '단열압축-등압응축-등엔탈피 팽창-등압증발'이다.

④ X — '등적냉각-등엔트로피 팽창-증압증발'이 잘못되었다. 응축기는 등적냉각이 아니라 등압응축, 팽창밸브는 등엔트로피 팽창이 아니라 등엔탈피 팽창, 증발기는 증압증발이 아니라 등압증발로 본다. 올바르게는 '단열압축-등압응축-등엔탈피 팽창-등압증발'이다.

NoteBase

오답 포인트

팽창밸브가 외부와 열을 거의 주고받지 않는다는 이유만으로 '단열팽창'이나 '등엔트로피 팽창'을 고르기 쉽다. 그러나 팽창밸브는 일을 생산하는 팽창기가 아니라 교축장치이므로 핵심 조건은 등엔탈피이다. 또한 응축기와 증발기의 표준 과정은 각각 등압응축과 등압증발로 구분한다.

다시 나오면 이렇게 판단

장치 순서를 압축기→응축기→팽창밸브→증발기로 잡고, 각 장치에 단열압축→등압응축→등엔탈피 팽창→등압증발을 대응시킨다. 특히 팽창밸브가 나오면 교축에 따른 등엔탈피 과정을 먼저 확인한다.

암기 포인트

압축은 단열, 응축·증발은 등압, 밸브 팽창은 등엔탈피이다.

NoteBase

4. 왕복동식 압축기의 체적 효율(Volumetric Efficiency)에 직접적인 영향을 미치는 요인으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 압축기 실린더의 지름
② 실린더 상부의 간극 부피
③ 흡입 및 토출 밸브의 압력 강하
④ 압축기 흡입 가스의 과열도

정답 1번

출제 포인트

왕복동식 압축기의 체적 효율을 직접 낮추는 운전·구조 요인과, 압축기 크기를 나타낼 뿐 효율비에 직접 들어가지 않는 치수를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

체적 효율은 피스톤 변위량에 대한 실제 흡입 가스 체적의 비이다. 이론적으로 간극비를 C, 토출압력을 P_d, 흡입압력을 P_s, 재팽창 지수를 n이라 하면 간극의 영향을 받는 체적 효율은 대략 $\eta_v = 1 + C - C(P_d/P_s)^{1/n}$으로 나타낸다. 따라서 간극비와 압력비가 직접적인 결정 요인이며, 실제 압축기에서는 밸브 압력 강하와 흡입 가스의 과열도 체적 효율을 저하시킨다. 실린더 지름은 피스톤 변위량과 용량을 정하는 치수이지만, 다른 조건이 같다면 체적 효율이라는 비율의 직접 결정 요인은 아니다.

선지별 해설

① X — '압축기 실린더의 지름'은 주로 피스톤 변위량과 압축기 용량을 결정한다. 지름 자체는 체적 효율의 직접 결정 요인으로 보기 어렵다. 올바르게는 실린더 상부의 간극 부피 또는 간극비, 압력비, 밸브 압력 강하, 흡입 가스의 과열도 등이 직접적인 영향 요인이다.
② O — 실린더 상부의 간극 부피에 남은 고압 가스는 흡입 행정에서 재팽창하여 흡입 시작을 늦춘다. 간극 부피 또는 간극비가 커질수록 새로 흡입되는 가스 체적이 감소하므로 체적 효율이 낮아진다.
③ O — 흡입 밸브의 압력 강하는 실린더 내 실제 흡입압력을 낮추고, 토출 밸브의 압력 강하는 실린더가 더 높은 압력까지 압축하게 한다. 이 때문에 실질 압력비와 재팽창 손실이 커져 체적 효율이 낮아진다.
④ O — 흡입 가스의 과열도가 커지면 가스의 비체적이 증가하고 밀도가 감소한다. 같은 피스톤 변위량으로 흡입되는 냉매의 질량이 줄어 실제 체적 효율이 저하되는 요인이 된다.

NoteBase

오답 포인트

①의 실린더 지름이 피스톤 변위량을 바꾸므로 체적 효율도 직접 바꾼다고 생각하기 쉽다. 그러나 변위량은 주로 압축기의 용량을 정하며, 체적 효율은 실제 흡입 체적을 변위량으로 나눈 비율이다. 이 문항에서는 절대 크기인 지름과 효율을 좌우하는 간극비·압력 조건을 구별해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

체적 효율 문항에서는 먼저 간극 가스의 재팽창과 실제 흡입량 감소를 떠올린다. 간극비 증가, 압력비 증가, 밸브 압력 강하 증가, 흡입 가스 과열 증가는 체적 효율을 낮추는 직접 요인으로 판단한다. 실린더 지름이나 행정처럼 변위량 자체를 정하는 치수는 다른 조건이 같다면 용량 요인으로 구분한다.

암기 포인트

체적 효율은 '지름보다 간극·압력비·밸브 손실·과열'로 정리한다.

NoteBase

5. 원심식 압축기(터보 압축기)의 기본 압축 원리에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?
   ① 피스톤의 왕복운동을 통해 내부의 체적을 직접 감소시켜 압력을 높인다.
   ② 베인(Vane)이 부착된 로터가 편심된 실린더 내부에서 회전하며 압력을 높인다.
   ③ 임펠러의 회전운동으로 가스에 속도 에너지를 부여한 후, 디퓨저(Diffuser)에서 압력 에너지로 변환한다.
   ④ 두 개의 나사 모양 로터(Rotor)가 맞물려 회전하면서 가스를 축 방향으로 밀어내어 압축한다.

정답 3번

출제 포인트

원심식 압축기와 용적식 압축기의 압축 원리를 구별하는 문제이다. 원심식 압축기는 임펠러에서 가스에 속도 에너지를 주고 디퓨저에서 이를 압력 에너지로 바꾼다.

핵심 개념

원심식 압축기(터보 압축기): 고속 회전하는 임펠러가 가스에 속도 에너지를 부여하고, 디퓨저가 가스의 속도를 낮추면서 압력을 높이는 동력식 압축기이다. 키워드는 '임펠러의 속도 에너지 → 디퓨저의 압력 에너지'이다.
왕복동식·베인식·스크루식 압축기: 밀폐된 공간의 체적을 줄여 가스를 압축하는 용적식 압축기이다. 각각 피스톤의 왕복운동, 편심 로터와 베인, 맞물리는 나사 모양 로터를 이용한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
‘피스톤의 왕복운동을 통해 내부의 체적을 직접 감소시켜’라는 부분은 원심식이 아니라 왕복동식 압축기의 원리이다. 올바르게는 원심식 압축기가 임펠러로 가스에 속도 에너지를 부여한 뒤 디퓨저에서 이를 압력 에너지로 변환한다고 해야 한다.

② X
‘베인이 부착된 로터가 편심된 실린더 내부에서 회전하며’라는 부분은 회전식 압축기 중 베인식 압축기의 원리이다. 베인 사이의 밀폐 공간이 줄어들면서 가스가 압축된다. 올바르게는 원심식 압축기가 임펠러와 디퓨저를 이용해 속도 에너지를 압력 에너지로 바꾼다고 해야 한다.

③ O
임펠러의 회전운동으로 가스에 속도 에너지를 부여하고 디퓨저에서 유속을 낮추어 그 에너지를 압력 에너지로 변환하는 것은 원심식 압축기의 기본 압축 원리이다.

④ X
‘두 개의 나사 모양 로터가 맞물려 회전하면서 가스를 축 방향으로 밀어내어 압축한다’는 설명은 스크루식 압축기의 원리이다. 나사 모양 로터 사이에 갇힌 가스의 체적이 축 방향으로 이동하면서 감소한다. 올바르게는 원심식 압축기가 임펠러에서 속도 에너지를 주고 디퓨저에서 압력을 높인다고 해야 한다.

오답 포인트

①, ②, ④도 실제 압축기의 작동 원리를 설명하므로 그럴듯하지만 모두 체적 감소를 이용하는 용적식 압축기에 해당한다. 원심식 압축기의 결정적 표현은 ③의 ‘임펠러에서 속도 에너지 부여’와 ‘디퓨저에서 압력 에너지로 변환’이다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에서 피스톤·베인·스크루에 의한 밀폐 공간의 체적 감소가 보이면 용적식 압축기로 판단한다. 임펠러·속도 에너지·디퓨저·압력 에너지 변환이 함께 보이면 원심식 압축기로 판단한다.

암기 포인트

원심식은 ‘임펠러에서 속도, 디퓨저에서 압력’이고, 왕복동식·베인식·스크루식은 ‘체적 감소’이다.

NoteBase

6. 브라인(Brine)과 같은 간접 냉매(Secondary Refrigerant)를 사용할 때 고려해야 할 성질로 가장 적절하지 않은 것은?
① 저온에서 점도가 낮아 펌프의 반송 동력이 과다하게 소모되지 않아야 한다.
② 비열이 작아야 적은 유량으로 많은 열량을 운반할 수 있다.
③ 금속에 대한 부식성이 없어야 하며 화학적으로 안정되어야 한다.
④ 동결점(Freezing Point)은 증발 온도보다 충분히 낮아야 한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 브라인과 같은 간접 냉매가 열을 효율적으로 운반하고 저온에서도 안정적으로 순환하기 위해 갖추어야 할 성질을 묻는다.

핵심 개념

간접 냉매는 냉동장치에서 냉각된 뒤 피냉각 장소로 순환하면서 열을 운반하는 유체이다. 좋은 간접 냉매는 비열이 크고, 동결점과 점도가 낮으며, 금속을 부식시키지 않고 화학적으로 안정해야 한다. 특히 운반 열량은 유량과 비열 및 온도차에 비례하므로, 같은 열량을 적은 유량으로 운반하려면 비열이 커야 한다.

선지별 해설

① O — 동결점이 낮아야 저온에서도 얼지 않고 유동성을 유지할 수 있으므로, 유동 저항 증가에 따른 펌프 동력의 과도한 소비를 피할 수 있다.

② X — 틀린 표현은 '비열이 작아야'이다. 같은 온도차에서 유체가 운반하는 열량은 비열이 클수록 많아지므로, 적은 유량으로 많은 열량을 운반하려면 비열이 커야 한다. 올바르게는 '비열이 커야 적은 유량으로 많은 열량을 운반할 수 있다'이다.

③ O — 금속 배관과 기기를 손상시키지 않도록 금속에 대한 부식성이 작아야 하며, 사용 중 변질이나 분해가 일어나지 않도록 화학적으로 안정해야 한다.

④ O — 운전 중 간접 냉매가 얼어 순환이 막히지 않도록 동결점은 냉매의 증발 온도보다 충분히 낮아야 한다.

NoteBase

오답 포인트

②의 '적은 유량'만 보고 비열도 작아야 한다고 생각하기 쉽다. 그러나 유량을 줄이면서 같은 열량을 운반하려면 단위 질량이 더 많은 열을 담아야 하므로 비열은 커야 한다. 또한 ①의 펌프 동력은 낮은 동결점 자체보다 저온에서 얼지 않고 유동성을 유지한다는 결과와 연결해 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

간접 냉매의 성질은 '열 운반 능력, 저온 유동성, 재료 안전성, 화학적 안정성'으로 나누어 판단한다. 열 운반 능력에는 큰 비열, 저온 유동성에는 낮은 동결점과 낮은 점도, 재료 안전성에는 낮은 부식성이 대응한다.

암기 포인트

간접 냉매는 비열은 크게, 동결점·점도·부식성은 작게 기억한다.

NoteBase

7. 응축기의 방열량(Total Heat of Rejection)에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?
① 냉매의 과열도가 높을수록 응축기에서의 열교환 효율은 항상 선형적으로 증가한다.
② 응축기의 방열량은 냉동 부하와 압축기 일량의 합으로 나타낼 수 있다.
③ 압축비가 커질수록 응축기 방열량 중 압축 일량이 차지하는 비율은 감소한다.
④ 응축기 방열량은 증발기에서의 냉동부하와 동일하다.

정답 2번

출제 포인트

응축기 방열량을 증발기의 냉동부하와 압축기에 투입된 일의 에너지수지로 설명할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

응축기 방열량은 냉매가 응축기에서 외부로 방출하는 총열량이다. 정상상태 냉동사이클의 에너지수지는 다음과 같다.

$Q_H = Q_L + W_c$

여기서 Q_H는 응축기 방열량, Q_L은 증발기 냉동부하, W_c는 압축기 일량이다. 따라서 응축기는 증발기에서 흡수한 열뿐 아니라 압축 과정에서 냉매에 더해진 에너지까지 방출한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
과열도가 높아지면 응축기 입구 냉매의 엔탈피와 제거해야 할 과열 현열이 커질 수 있지만, 열교환 효율이 항상 선형적으로 증가하는 것은 아니다. 틀린 표현은 '항상 선형적으로 증가한다'이다. 올바르게는 '과열도는 응축기 열부하에 영향을 줄 수 있으나 열교환 효율의 선형 증가를 보장하지 않는다'이다.

② O
냉동사이클의 에너지수지에 따라 응축기 방열량은 증발기에서 흡수한 냉동부하와 압축기 일량의 합인 $Q_H = Q_L + W_c$로 나타낸다.

③ X
일반적으로 압축비가 커지면 냉동부하에 비해 필요한 압축기 일량이 커지므로, 응축기 방열량에서 압축기 일량이 차지하는 비율 $W_c/(Q_L + W_c)$은 감소하는 것이 아니라 커지는 방향이다. 틀린 표현은 '비율은 감소한다'이다. 올바르게는 '일반적으로 압축비가 커지면 압축기 일량의 비율은 증가한다'이다.

④ X
응축기에서는 증발기 냉동부하에 압축기 일량까지 더한 열을 방출하므로 응축기 방열량은 증발기 냉동부하와 동일하지 않다. 틀린 표현은 '동일하다'이다. 올바르게는 '응축기 방열량은 증발기 냉동부하보다 압축기 일량만큼 크다'이다.

오답 포인트

④처럼 증발기가 흡수한 열과 응축기가 방출하는 열을 같다고 보는 것이 핵심 함정이다. 압축기에 투입된 일이 냉매의 에너지로 더해지므로 응축기에서는 냉동부하보다 더 많은 열을 방출한다. 또한 ①의 '항상 선형적'이라는 절대적 표현과 ③의 압축일 비율 방향도 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

냉동사이클의 열량 관계를 묻는 선지는 먼저 $Q_H = Q_L + W_c$에 대입해 판단한다. 응축기 방열량에는 증발기 냉동부하와 압축기 일량이 모두 포함되며, '항상', '동일하다'와 같은 단정 표현은 에너지수지와 일치하는지 확인한다.

암기 포인트

응축기 방열량 = 냉동부하 + 압축기 일량이다.

NoteBase

8. 왕복동식 압축기의 용량 제어 방식 중 언로더(Unloader) 기구의 작동 원리에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

① 다수의 압축기를 병렬로 연결하여 가동 대수를 제어한다.

② 바이패스 밸브를 열어 토출 가스를 흡입측으로 되돌린다.

③ 흡입 밸브를 강제로 개방하여 가스가 압축되지 못하도록 한다.

④ 인버터를 사용하여 전동기의 회전수를 제어한다.

정답 3번

출제 포인트

왕복동식 압축기의 언로더가 흡입 밸브를 열어 압축이 이루어지지 않게 함으로써 용량을 줄이는 원리를 묻는 문제이다.

핵심 개념

언로더는 일부 실린더의 흡입 밸브를 강제로 열린 상태로 유지하여 압축 행정을 무효화하고 압축기의 유효 토출량을 줄이는 장치이다. 압축 행정에서도 흡입 밸브가 열려 있으면 실린더 안의 가스가 흡입측으로 되돌아가므로 그 실린더에서는 실질적인 압축과 토출이 일어나지 않는다.

선지별 해설

① X — 다수의 압축기를 병렬로 연결하여 운전 대수를 조절하는 것은 압축기 대수 제어 방식이지 언로더 기구의 작동 원리가 아니다. 올바르게는 '병렬 운전 압축기의 가동 대수를 조절하여 용량을 제어한다'이다.

② X — 토출 가스를 흡입측으로 되돌리는 것은 핫가스 바이패스에 의한 용량 제어 방식이지 언로더 기구의 원리가 아니다. 올바르게는 '바이패스 밸브를 열어 토출 가스 일부를 흡입측으로 되돌린다'이다.

③ O — 흡입 밸브를 강제로 열린 상태로 유지하면 압축 행정에서 가스가 흡입측으로 되돌아가 압축되지 않으므로 해당 실린더의 유효 토출량이 감소한다. 이것이 흡입 밸브식 언로더의 작동 원리이다.

④ X — 인버터로 전동기의 회전수를 바꾸는 것은 회전수 제어 방식이지 언로더 기구의 작동 원리가 아니다. 올바르게는 '인버터로 전동기와 압축기의 회전수를 조절하여 용량을 제어한다'이다.

NoteBase

오답 포인트

①, ②, ④도 압축기 용량을 조절할 수 있는 방법이어서 혼동하기 쉽다. 그러나 문제는 여러 용량 제어 방식 가운데 ‘언로더 기구 자체의 작동 원리’를 묻고 있으므로, 흡입 밸브를 열어 특정 실린더의 압축 행정을 무효화하는 ③을 골라야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

‘언로더’가 제시되면 흡입 밸브의 강제 개방 여부를 먼저 확인한다. 병렬 운전은 대수 제어, 토출 가스 환류는 핫가스 바이패스, 인버터는 회전수 제어로 구분한다.

암기 포인트

언로더는 흡입 밸브를 열어 압축 행정을 쉬게 하는 장치이다.

NoteBase

9. HFC 계열 냉매인 R-134a(CH_2FCF_3)에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

① R-12의 대체 냉매로 교체가 완벽히 가능하다.
② 광물계 윤활유와 상용성이 매우 우수하다.
③ 오존파괴지수(ODP)가 높으므로 몬트리올 의정서에 의해 규제된다.
④ 지구온난화지수(GWP)가 높아 교토 의정서와 키갈리 개정안의 규제 대상이다.

정답 4번

출제 포인트

R-134a의 R-12 대체 적용성, 윤활유 상용성, 오존층 파괴지수(ODP), 지구온난화지수(GWP) 및 국제 규제의 관계를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

R-134a: 염소를 포함하지 않는 HFC 계열 냉매로 ODP는 0이지만 GWP는 높다. R-12의 대체냉매로 사용되지만 기존 설비에 조건 없이 그대로 주입하는 완전한 드롭인 대체냉매는 아니다.
R-12: 염소를 포함하는 CFC 계열 냉매로 오존층을 파괴하여 단계적으로 폐지되었다.
규제 구분: R-134a는 오존층 파괴 때문이 아니라 온실효과가 큰 HFC이기 때문에 교토의정서의 온실가스 범주와 키갈리 개정안의 HFC 단계감축 대상에 해당한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
틀린 표현은 '교체가 완전히 가능하다'이다. R-134a는 R-12의 대표적인 대체냉매이지만 냉매만 단순 교환하는 완전한 드롭인 대체는 아니다. 올바르게는 윤활유, 건조제, 씰 등 설비의 호환성을 확인하고 필요한 개조를 거쳐 대체할 수 있다고 해야 한다.

② X
틀린 표현은 '광물계 윤활유와 상용성이 매우 우수하다'이다. R-134a는 R-12용 광물계 윤활유와의 혼화성·오일 회수성이 좋지 않다. 올바르게는 설비와 용도에 맞는 POE 또는 PAG 계열 합성윤활유를 사용한다고 해야 한다.

③ X
틀린 표현은 'ODP가 높으므로'이다. R-134a는 염소를 포함하지 않아 ODP가 0이다. 올바르게는 오존층 파괴물질이라서가 아니라 GWP가 높은 HFC이므로 몬트리올의정서의 키갈리 개정안에 따라 단계감축 대상이 된다고 해야 한다.

④ O
R-134a는 GWP가 높은 HFC이다. HFC는 교토의정서가 정한 온실가스 범주에 포함되고, HFC-134a는 키갈리 개정안의 통제물질로 명시되어 생산·소비의 단계감축 대상이므로 옳다.

오답 포인트

R-134a가 R-12를 대체했다는 사실을 '아무 개조 없이 완전히 호환된다'로 확대하거나, 키갈리 개정안이 몬트리올의정서 체계에 있다는 이유로 R-134a의 ODP도 높다고 판단하기 쉽다. ③의 핵심 오류는 'ODP가 높으므로'이며, 실제 규제 이유는 높은 GWP이다.

다시 나오면 이렇게 판단

냉매 선지는 먼저 분자에 염소가 있는지로 ODP를 판단하고, 다음으로 GWP와 규제 체계를 구분한다. HFC인 R-134a는 ODP 0, 높은 GWP, 키갈리 개정안의 단계감축 대상으로 연결한다. 대체 가능성은 냉매 성질뿐 아니라 윤활유와 설비 호환성까지 확인한다.

암기 포인트

R-134a는 'ODP 0, GWP 높음, 광유와 부적합, 키갈리 단계감축'으로 기억한다.

NoteBase

10. 수냉식 응축기에서 냉각수 측에 발생하는 스케일(Scale)이 시스템에 미치는 영향으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 냉각수 측의 유동 단면적을 넓혀 압력 강하를 감소시킨다.
② 응축 압력이 상승하여 압축기의 소요 동력이 증가한다.
③ 열전달 저항을 증가시켜 응축 온도가 올라간다.
④ 체적 효율을 감소시켜 냉동 능력을 저하시킨다.

정답 1번

출제 포인트

수냉식 응축기의 냉각수 측에 스케일이 생겼을 때 유로, 열전달, 응축 압력 및 냉동 능력이 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

스케일은 냉각수에 포함된 무기질 등이 전열면에 침착된 고형물이다. 스케일이 쌓이면 냉각수 유로의 단면적은 좁아지고 열저항은 커진다. 그 결과 응축이 어려워져 응축 온도와 응축 압력이 상승하며, 압축비와 압축기 소요 동력은 증가하고 체적 효율과 냉동 능력은 감소한다.

선지별 해설

① X — 스케일은 냉각수 유로를 막으므로 유동 단면적을 넓히는 것이 아니라 좁힌다. 따라서 유동 저항과 압력 강하는 감소하는 것이 아니라 증가한다. 올바르게는 '냉각수 측의 유동 단면적을 좁혀 압력 강하를 증가시킨다'이다.
② O — 스케일로 열전달이 나빠지면 응축 온도와 응축 압력이 상승한다. 압축기의 토출 압력과 압축비가 커지므로 소요 동력이 증가한다.
③ O — 스케일층은 전열면에 추가 열저항을 형성한다. 같은 열량을 방출하려면 냉매와 냉각수 사이에 더 큰 온도차가 필요하므로 응축 온도가 올라간다.
④ O — 응축 압력 상승으로 압축비가 커지면 압축기 틈새 체적에 남은 가스의 재팽창이 증가하여 체적 효율이 낮아진다. 흡입되는 냉매량이 줄어 냉동 능력도 저하된다.

오답 포인트

①의 '유동 단면적을 넓혀'와 '압력 강하를 감소'가 반대로 제시된 함정이다. 스케일은 전열면을 덮을 뿐만 아니라 냉각수 통로 안쪽으로 쌓이므로 유로를 좁히고 흐름 저항을 키운다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

스케일 문제는 '유로 축소·유동 저항 증가'와 '열저항 증가·응축 불량'의 두 갈래로 판단한다. 응축 불량 뒤에는 응축 온도와 압력 상승, 압축비와 동력 증가, 체적 효율과 냉동 능력 감소가 이어진다.

암기 포인트

스케일은 통로를 좁히고 열을 막는다. 압력 강하·응축 압력·동력은 증가하고, 체적 효율·냉동 능력은 감소한다.

NoteBase

11. 비공비 혼합냉매(Zeotropic Refrigerant)인 R-400 계열 냉매의 주요 특징으로 가장 적절한 것은?
① 냉매 누설 시 잔류 냉매와 누설 냉매의 성분비가 일정하게 유지된다.
② 일정한 압력 하에서 상변화 시 온도가 변화하는 온도구배(Temperature Glide) 특성을 가진다.
③ 액관(Liquid Line)에서 플래시 가스가 발생해도 성분 분리 현상은 일어나지 않는다.
④ 증발과 응축 과정에서 온도구배가 발생하지 않는다.

정답 2번

출제 포인트

비공비 혼합냉매인 R-400 계열의 상변화 과정에서 나타나는 온도구배와 성분 분리 특성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

비공비 혼합냉매는 끓는점이 서로 다른 냉매 성분을 혼합한 것으로, 일정한 압력에서도 증발·응축이 진행되는 동안 온도가 변한다. 이 온도 차이를 온도구배(temperature glide)라고 한다. 또한 기상과 액상의 성분비가 서로 달라 누설이나 플래시 가스 발생 시 조성이 변할 수 있다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '잔류 냉매와 누설 냉매의 성분비가 일정하게 유지된다'이다. 비공비 혼합냉매는 성분별 휘발성이 달라 기체 상태로 누설될 때 휘발성이 큰 성분이 더 많이 빠져나갈 수 있다. 올바르게는 누설 과정에서 누설 냉매와 잔류 냉매의 성분비가 달라져 잔류 냉매의 조성이 변할 수 있다고 해야 한다.
② O — 일정한 압력에서 상변화가 진행되어도 온도가 일정하지 않고 변하는 온도구배 특성을 가진다. 이는 비공비 혼합냉매의 대표적 특징이다.
③ X — 틀린 표현은 '플래시 가스가 발생해도 성분 분리 현상은 일어나지 않는다'이다. 액관에서 일부가 기화하면 기상과 액상의 성분비가 서로 달라질 수 있으므로 성분 분리와 조성 변화가 발생할 수 있다. 올바르게는 플래시 가스가 발생하면 성분 분리가 일어날 수 있다고 해야 한다.
④ X — 틀린 표현은 '증발과 응축 과정에서 온도구배가 발생하지 않는다'이다. 올바르게는 비공비 혼합냉매는 일정 압력의 증발·응축 과정에서 온도구배가 발생한다고 해야 한다.

NoteBase

오답 포인트

순수냉매나 공비 혼합냉매처럼 상변화 온도와 조성이 일정하다고 생각하면 ① 또는 ④를 맞는 설명으로 오인하기 쉽다. 이 문항에서는 ②의 '일정 압력에서도 상변화 온도가 변한다'는 표현이 비공비 혼합냉매의 핵심 특징이다.

다시 나오면 이렇게 판단

비공비 혼합냉매가 나오면 먼저 '일정 압력의 상변화 중 온도 변화'를 확인한다. 이어서 누설이나 부분 기화가 제시되면 기상과 액상의 조성이 달라져 성분 분리가 생길 수 있는지를 판단한다.

암기 포인트

비공비 혼합냉매는 상변화 중 온도구배가 있고, 누설·부분 기화 시 조성이 변할 수 있다.

NoteBase

12. 증기압축 냉동 사이클의 팽창 과정(Expansion Process)에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?
① 엔트로피가 일정하게 유지되는 등엔트로피 과정이다.
② 외부로 일을 방출하는 가역단열 과정이다.
③ 입구와 출구의 엔탈피가 동일한 등엔탈피 과정이다.
④ 냉매의 온도는 변화하지 않고 압력만 낮아지는 과정이다.

정답 3번

출제 포인트

증기압축 냉동 사이클에서 팽창밸브 또는 모세관을 통과하는 교축 과정의 열역학적 특성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

교축 팽창은 냉매가 좁은 통로를 지나며 고압에서 저압으로 감압되는 과정이다. 이상적으로 외부와 열과 일을 주고받지 않으며, 입구와 출구의 엔탈피가 같은 등엔탈피 과정으로 취급한다. 이 과정은 비가역적이므로 엔트로피가 일정한 등엔트로피 과정이 아니며, 냉매의 압력과 온도는 일반적으로 낮아진다.

선지별 해설

① X — '엔트로피가 일정하게 유지되는 등엔트로피 과정'이라는 표현이 틀렸다. 팽창밸브의 교축은 비가역 과정이며, 올바르게는 엔탈피가 일정한 등엔탈피 과정이다.
② X — '외부로 일을 방출하는'이라는 표현이 틀렸다. 팽창밸브는 팽창기처럼 축일을 생산하지 않으며, 올바르게는 외부로 일을 방출하지 않는 교축 과정이다.
③ O — 정상상태 교축 과정에서는 입구와 출구의 엔탈피가 동일하므로 등엔탈피 과정이라는 설명이 적절하다.
④ X — '온도는 변화하지 않고'라는 표현이 틀렸다. 교축 후 압력뿐 아니라 냉매의 온도도 일반적으로 낮아지며, 올바르게는 압력과 온도가 낮아지는 과정이다.

오답 포인트

팽창이라는 말만 보고 터빈과 같은 등엔트로피 팽창이나 일을 생산하는 팽창기로 생각하기 쉽다. 이 문항의 팽창은 팽창밸브에서 일어나는 교축이므로 핵심 상태량은 엔트로피가 아니라 엔탈피이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

증기압축 냉동 사이클의 팽창밸브·모세관이 나오면 '교축, 무일, 등엔탈피'를 먼저 연결한다. 등엔트로피와 일 생산은 팽창기나 터빈의 이상 팽창 특성으로 구분한다.

암기 포인트

팽창밸브는 압력은 낮추고, 일은 만들지 않으며, 엔탈피는 일정하다.

NoteBase

13. 냉동 사이클의 성적계수(COP)를 높이기 위한 방법으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 증발온도를 일정하게 유지하면서 응축온도를 낮춘다.
② 팽창밸브 직전의 액체냉매를 과냉각(Subcooling)시킨다.
③ 압축기 입구의 냉매를 과열(Superheating)시킨다.
④ 응축온도를 일정하게 유지하면서 증발온도를 높인다.

정답 3번

출제 포인트

냉동사이클의 성적계수(COP)를 높이는 운전 조건을 묻는 문제이다. 증발온도와 응축온도의 차이를 줄이고 냉동효과를 크게 하며 압축일을 작게 하는 조건이 유리하다.

핵심 개념

냉동사이클의 성적계수는 COP = q_L/w이며, 냉동효과 q_L가 커지거나 압축일 w가 작아지면 높아진다.
증발온도 상승: 압축비와 압축일을 줄여 COP를 높인다.
응축온도 하강: 압축비와 압축일을 줄여 COP를 높인다.
액냉매 과냉각: 팽창밸브 전 냉매의 엔탈피를 낮춰 냉동효과를 증가시킨다.
흡입가스 과열: 압축기 입구의 비체적과 토출온도 및 압축 부담을 키울 수 있으므로 COP 향상을 위한 일반적인 방법으로 보기 어렵다.

선지별 해설

① O — 증발온도를 일정하게 두고 응축온도를 낮추면 고압과 저압의 차이 및 압축비가 작아져 압축일이 감소하므로 COP가 높아진다.
② O — 팽창밸브 직전의 액냉매를 과냉각하면 팽창 후 냉매의 엔탈피가 낮아져 증발기에서 얻는 냉동효과가 커지므로 COP 향상에 유리하다.
③ X — 틀린 표현은 '압축기 입구의 냉매를 과열시킨다'이다. 흡입냉매의 과열은 비체적 증가에 따른 질량유량 감소와 토출온도·압축일 증가를 일으킬 수 있어 COP 향상법으로 적절하지 않다. 올바르게는 압축기에서 액압축이 생기지 않을 정도의 필요한 과열도만 확보하고 불필요한 흡입가스 과열은 줄인다.
④ O — 응축온도를 일정하게 두고 증발온도를 높이면 압축비와 압축일이 감소하므로 COP가 높아진다.

NoteBase

오답 포인트

③의 과열을 ②의 과냉각과 같은 COP 향상 수단으로 혼동하기 쉽다. 과냉각은 냉동효과를 직접 늘리는 반면, 흡입가스의 불필요한 과열은 비체적과 압축 부담을 키울 수 있다는 차이가 핵심이다. 또한 문제는 '적절하지 않은 것'을 묻는 부정형이다.

다시 나오면 이렇게 판단

증발온도는 높이고 응축온도는 낮춰 두 온도의 차이와 압축비를 줄이는지를 먼저 본다. 이어 팽창밸브 전 액냉매의 과냉각은 냉동효과를 키우는 유리한 조건이고, 압축기 입구의 불필요한 과열은 압축 부담을 키우는 불리한 조건으로 판단한다.

암기 포인트

COP 향상은 '증발온도 상승·응축온도 하강·액냉매 과냉각'이며, 불필요한 흡입가스 과열은 줄인다.

NoteBase

14. 터보 압축기 운전 중 발생하는 서징(Surging) 현상을 방지하기 위한 대책으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 냉각수 온도를 조절하여 응축 압력이 지나치게 높아지지 않도록 관리한다.
② 회전 속도를 급격히 낮추어 유량 대비 양정비를 최소화한다.
③ 흡입 가이드 베인을 조절하여 유량을 제어한다.
④ 부분 부하 운전 시 바이패스 밸브를 개방하여 순환량을 확보한다.

정답 2번

출제 포인트

터보 압축기의 서징을 막기 위해 압력비를 낮추거나 압축기를 지나는 최소 유량을 확보하는 운전 방법을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

서징은 터보 압축기가 저유량 영역에서 안정적으로 압축하지 못하여 압력과 유량이 주기적으로 크게 변동하고, 심하면 유체의 역류와 진동이 발생하는 불안정 현상이다. 방지의 핵심은 운전점을 서지 한계에서 벗어나게 하는 것으로, 토출 압력을 과도하게 높이지 않고 흡입 안내깃을 적절히 조절하며 바이패스로 최소 순환 유량을 확보한다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 냉각수 온도를 적절히 조절하면 응축 압력이 지나치게 상승하는 것을 막을 수 있다. 압축기의 토출 압력과 압력비가 과도하게 커지는 것을 억제하므로 서징 방지에 적절하다.

② X — 틀린 표현은 '회전 속도를 급격히 낮추어'이다. 회전 속도를 갑자기 낮추면 압축기의 토출 능력과 유량이 급변하여 운전이 불안정해질 수 있으므로 적절한 서징 방지 대책이 아니다. 올바르게는 회전 속도를 급격히 낮추지 않고 서지 한계와 운전점을 고려하여 완만하게 조절하며, 필요한 경우 바이패스로 최소 유량을 확보한다.

③ O — 흡입 가이드 베인의 각도를 조절하면 압축기로 들어가는 유량과 유동 방향을 운전 조건에 맞게 제어할 수 있어 운전점이 서지 영역에 들어가는 것을 방지할 수 있다.

④ O — 부분 부하에서 바이패스 밸브를 열면 토출 측 냉매 일부가 흡입 측으로 돌아가 압축기를 통과하는 순환량이 확보된다. 저유량 운전을 피하게 하므로 대표적인 서징 방지 대책이다.

오답 포인트

②는 '유량 대비 압력비를 최소화한다'는 목적만 보면 그럴듯하지만, 수단에 붙은 '급격히'가 함정이다. 서징 방지는 단순히 회전수를 갑자기 떨어뜨리는 조작이 아니라 압력과 유량의 급변을 피하면서 운전점을 안정 영역에 유지하는 방식이어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

서징 대책은 '압력비의 과도한 상승 억제'와 '압축기 통과 최소 유량 확보'로 판단한다. 응축 압력 관리, 흡입 가이드 베인 조절, 바이패스 순환은 이에 해당하고, 운전 상태를 급격히 변화시키는 조작은 부적절한 것으로 본다.

암기 포인트

서징 방지의 핵심은 압력비는 낮게, 통과 유량은 충분하게, 운전 변화는 완만하게이다.

NoteBase

15. 만액식 증발기(Flooded Type Evaporator)의 특징에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?
① 건식 증발기에 비해 냉매 충진량이 적어 경제적이다.
② 냉동유(Oil) 회수 구조가 단순하여 오일 분리기가 필요하지 않다.
③ 부하 변동에 따른 응답속도가 건식 증발기에 비해 빠르다.
④ 열전달 계수가 높아 대용량 냉동 장치에 주로 쓰인다.

정답 4번

출제 포인트

만액식 증발기와 건식 증발기의 냉매 충전량, 오일 회수, 부하 응답성 및 열전달 성능의 차이를 묻는 문제이다.

핵심 개념

만액식 증발기는 전열면이 액냉매에 충분히 잠기도록 냉매를 공급하여 증발시키는 방식이다. 전열면의 젖음 상태가 좋아 열전달계수가 크고 대용량 장치에 적합하지만, 냉매 충전량이 많고 오일 회수가 어려우며 냉매 보유량이 커 부하 변동에 대한 응답이 상대적으로 느리다. 건식 증발기는 냉매가 증발기를 지나며 증발한 뒤 출구에서 과열증기가 되도록 공급하는 방식으로, 냉매 충전량이 비교적 적고 부하 변동에 대한 응답이 빠르다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '냉매 충전량이 적어 경제적이다'이다. 만액식은 전열면을 액냉매로 충분히 적셔야 하므로 건식보다 냉매 충전량이 많다. 올바르게는 '건식보다 냉매 충전량이 많아 초기 냉매 비용 측면에서 불리하다'이다.
② X — 틀린 표현은 '냉동유 회수 구조가 단순하여 오일 분리기가 필요하지 않다'이다. 만액식에서는 냉동유가 증발기 안에 머물기 쉬워 오일 회수가 어렵다. 올바르게는 '오일 회수를 위한 장치와 관리가 필요하며 일반적으로 오일 분리기를 사용한다'이다.
③ X — 틀린 표현은 '부하 변동에 따른 응답속도가 건식 증발기에 비해 빠르다'이다. 만액식은 증발기 내 냉매 보유량이 많아 열적 관성이 크므로 부하 변동에 대한 응답이 건식보다 느리다. 올바르게는 '부하 변동에 대한 응답속도가 건식 증발기보다 느리다'이다.
④ O — 만액식은 전열면이 액냉매에 충분히 젖어 있어 비등 열전달이 활발하므로 열전달계수가 높다. 따라서 대용량 냉동 장치에 주로 사용된다는 설명이 적절하다.

NoteBase

오답 포인트

‘액냉매가 충분하므로 운전이 단순하고 모든 면에서 유리하다’고 오해하기 쉽다. 만액식의 장점은 높은 열전달 성능이고, 그 대가로 냉매 충전량 증가, 오일 회수의 어려움, 느린 부하 응답이 따른다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전열면이 액냉매에 잠긴 구조를 보면 ‘열전달 우수·대용량 적합’을 장점으로, ‘냉매 충전량 많음·오일 회수 어려움·응답 느림’을 단점으로 연결하여 판단한다.

암기 포인트

만액식은 ‘많이 채워 잘 전달하지만, 오일 회수는 어렵고 반응은 느리다’로 정리한다.

NoteBase

16. 증발기 출구에서 냉매의 과열도(Superheat)를 일정 수준 유지해야 하는 주된 목적으로 가장 적절한 것은?
① 응축 압력을 낮추어 압축기 소요 동력 감소
② 증발 온도를 낮추어 냉동 능력을 향상
③ 압축기로 액체 냉매가 유입되어 압축기 손상을 방지
④ 증발기 표면의 서리(Frosting) 발생을 방지

정답 3번

출제 포인트

증발기 출구의 냉매 과열도를 일정하게 유지하는 주된 목적이 압축기로 액체 냉매가 유입되는 것을 막는 데 있음을 묻는 문제이다.

핵심 개념

과열도는 증발기 출구 냉매 증기의 실제 온도와 그 압력에서의 포화온도 차이이다. 적정 과열도를 유지하면 냉매가 증발기에서 완전히 증발한 뒤 압축기로 들어가므로 액압축과 액봉입에 따른 압축기 손상을 방지할 수 있다. 과열도가 지나치게 낮으면 액 냉매가 압축기로 돌아갈 위험이 있고, 지나치게 높으면 증발기 전열면을 충분히 활용하지 못해 냉동능력이 저하될 수 있다.

선지별 해설

① X — 과열도를 일정하게 유지하는 주된 목적은 응축 압력을 낮추거나 압축기 소요 동력을 줄이는 것이 아니다. 틀린 표현은 '응축 압력을 낮추어 압축기 소요 동력 감소'이며, 올바르게는 '냉매 유량을 조절하여 증발기 출구에서 냉매가 완전히 증발된 상태를 유지한다'이다.
② X — 과열도 제어는 증발온도를 낮추기 위한 제어가 아니며, 증발온도를 낮추는 것이 그 자체로 냉동능력 향상을 보장하지도 않는다. 틀린 표현은 '증발 온도를 낮추어 냉동 능력을 향상'이며, 올바르게는 '부하에 맞게 냉매 유량을 조절하여 적정 과열도와 증발기 이용률을 유지한다'이다.
③ O — 증발기 출구에 적정 과열도가 있으면 액체 냉매가 모두 증발한 뒤 압축기로 유입되므로 액압축 등에 의한 압축기 손상을 방지할 수 있다.
④ X — 증발기 표면의 서리는 표면온도, 공기 중 수분, 풍량 등에 의해 발생하며 과열도 유지의 주된 목적은 서리 방지가 아니다. 틀린 표현은 '증발기 표면의 서리 발생을 방지'이며, 올바르게는 '제상 운전이나 증발온도·풍량 등의 관리로 서리를 제거하거나 억제한다'이다.

NoteBase

오답 포인트

①의 압축기 동력 감소, ②의 냉동능력 향상, ④의 서리 방지는 냉동장치 운전과 관련된 효과처럼 보이지만 과열도 제어의 직접적인 목적이 아니다. 핵심은 ③의 '액체 냉매 유입 방지'이다.

다시 나오면 이렇게 판단

증발기 출구 과열도 문제가 나오면 먼저 냉매가 출구 전에 완전히 증발했는지를 판단한다. 적정 과열도는 습증기나 액 냉매의 압축기 유입을 막고, 지나친 과열은 증발기 이용률을 떨어뜨린다는 기준으로 선지를 구별한다.

암기 포인트

출구 과열도는 '완전 증발 확인', 목적은 '액 냉매의 압축기 유입 방지'이다.

NoteBase

17. 온도의 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 섭씨온도는 표준대기압 하에서 순수한 물의 빙점을 '0 ℃', 비등점을 '100 ℃'로 정하고, 그 사이를 100등분 한 것이다.

② 화씨온도는 표준대기압 하에서 순수한 물의 빙점을 '32 °F', 비등점을 '212 °F'로 정하고, 그 사이를 180등분 한 것이다.

③ 절대온도는 물의 삼중점을 273.16 캘빈(K)으로 하고, 온도눈금을 화씨온도와 같은 간격으로 한 것이다.

④ 섭씨온도는 $\frac{5}{9}$(화씨온도 − 32)로 구한다.

정답 3번

출제 포인트

섭씨·화씨·절대온도의 기준점과 눈금 간격 및 섭씨-화씨 환산식을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

섭씨온도는 표준대기압에서 순수한 물의 빙점을 0 ° C, 비등점을 100 ° C로 두고 그 사이를 100등분한 눈금이다.
화씨온도는 같은 조건에서 물의 빙점을 32 ° F, 비등점을 212 ° F로 두고 그 사이를 180등분한 눈금이다.
절대온도의 단위는 켈빈(K)이며, 눈금 1간격의 크기는 섭씨온도의 1 ° C와 같다. 따라서 온도차는 1K = 1 ° C 이고, 화씨온도의 1간격과는 다르다.

선지별 해설

① O — 표준대기압에서 순수한 물의 빙점과 비등점을 각각 0 ° C와 100 ° C로 정하고 그 사이를 100등분한 것이 섭씨 눈금이다.
② O — 화씨 눈금은 물의 빙점 32 ° F와 비등점 212 ° F 사이를 180등분한 것이다.
③ X — 틀린 표현은 '온도눈금을 화씨온도와 같은 간격으로 한 것'이다. 물의 삼중점은 약 273.16K이지만, 켈빈 눈금의 1간격은 화씨가 아니라 섭씨 눈금의 1간격과 같다. 올바르게는 '절대온도는 켈빈(K)을 단위로 하며 눈금 간격은 섭씨온도와 같다'이다.
④ O — 섭씨온도 C와 화씨온도 F의 관계는 $C = \frac{5}{9}(F - 32)$이므로 제시된 환산식이 맞다.

NoteBase

오답 포인트

③은 273.16K이라는 익숙한 값을 앞에 제시해 문장 전체가 맞는 것처럼 보이게 한다. 그러나 정답을 가르는 표현은 뒤의 '화씨온도와 같은 간격'이며, 켈빈의 눈금 간격은 섭씨와 같다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 기준점을 확인한 뒤 눈금 간격을 따로 판단한다. 섭씨의 빙점·비등점은 0과 100, 화씨는 32와 212이며, 켈빈과 섭씨는 눈금 1간격의 크기가 같다.

암기 포인트

물의 빙점·비등점은 섭씨 0·100, 화씨 32·212이고, 온도차 1 K는 섭씨 1도와 같다.

NoteBase

18. 다음의 조건에서 냉동장치의 냉동능력(kcal/h)은 얼마인가?

- 증발기 증발온도 : -15 ℃
- 냉장실 온도 : -5 ℃
- 열통과율 : 5 kcal/(h·m^2·℃)
- 냉각면적 : 4 m^2

① 100 ② 200
③ 300 ④ 400

정답 2번

출제 포인트

열통과율, 냉각면적, 냉장실과 증발기 사이의 온도차를 이용하여 냉동장치의 냉동능력을 구하는 문제이다.

조건 정리

증발기 증발온도: $-15\,^\circ\mathrm{C}$
냉장실 온도: $5\,^\circ\mathrm{C}$
열통과율: $5\mathrm{kcal/(h\cdot m^2\cdot\,^\circ C)}$
냉각면적: $4\mathrm{m^2}$
온도차: $5-(-15)=20\,^\circ\mathrm{C}$

사용할 공식

냉동능력은 열통과량 공식 $Q=KA\Delta T$로 계산한다. 여기서 K는 열통과율, A는 냉각면적, ΔT는 냉장실과 증발기 사이의 온도차이다. 주어진 조건이 단위 면적·단위 시간·단위 온도차당 열통과량과 전체 면적을 제시하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

$\Delta T=5-(-15)=20\,^\circ\mathrm{C}$
$Q=KA\Delta T=5\times4\times20=400\mathrm{kcal/h}$
따라서 제시된 수치와 표준 열통과식으로 계산한 냉동능력은 400kcal/h이다. 계산 결과는 ④에 해당하지만, 공식 채점 답은 ②로 지정되어 있어 문제 수치와 공식 정답이 일치하지 않는다.

NoteBase

선지 판단

① X — 공식 채점 답이 아니며, 표준식으로 계산한 400kcal/h와도 다르다.
② O — 공식 채점 답으로 지정된 선택지이다. 다만 200kcal/h는 제시된 수치를 표준식에 대입한 결과와 일치하지 않는다.
③ X — 공식 채점 답이 아니며, 표준식으로 계산한 400kcal/h와도 다르다.
④ X — 공식 채점 기준에서는 정답으로 지정되지 않았다. 다만 $5 \times 4 \times [5 - (-15)] = 400$이므로 제시 조건과 표준 열통과식에 따른 계산값은 ④이다.

오답 포인트

온도차를 $5 - 15$처럼 계산하면 안 된다. 증발온도가 음수이므로 $5 - (-15) = 20\,^{\circ}\mathrm{C}$이다. 또한 이 문항은 공식 채점 답 ②와 표준 공식에 따른 계산 결과 ④가 서로 일치하지 않는다는 점에 유의해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 고온측 온도에서 저온측 온도를 빼 ΔT를 구하고, $Q = KA\Delta T$에 대입한 뒤 열통과율의 면적·시간·온도 단위가 모두 소거되는지 검산한다.

암기 포인트

열통과 냉동능력은 $Q = KA\Delta T$, 음수 온도를 뺄 때는 부호가 더하기로 바뀐다.

NoteBase

19. 흡수식 냉동기에서 냉매를 H_2O로 사용할 경우, 흡수용액으로 가장 널리 사용되고 있는 것은?

① LiBr
② NH_3
③ CO_2
④ NaCl

정답 1번

출제 포인트

흡수식 냉동기의 냉매가 H_2O일 때 널리 사용하는 냉매·흡수제 조합을 묻는 문제이다.

핵심 개념

흡수식 냉동기는 증발한 냉매를 흡수제가 흡수한 뒤, 가열하여 냉매와 흡수제를 다시 분리하는 장치이다. 냉매로 H_2O를 사용하는 방식에서는 물에 대한 흡수성이 크고 휘발성이 매우 낮은 *LiBr* 수용액을 흡수용액으로 널리 사용한다. 반면 암모니아-물 방식에서는 NH_3가 냉매이고 H_2O가 흡수제이다.

선지별 해설

① O — *LiBr* 수용액은 수증기를 잘 흡수하고 자체 휘발성이 매우 낮으므로, H_2O를 냉매로 사용하는 흡수식 냉동기의 대표적인 흡수용액이다.
② X — 틀린 표현은 냉매가 H_2O인 장치의 흡수용액으로 NH_3를 고른 부분이다. 올바르게는 암모니아-물 흡수식 냉동기에서 NH_3가 냉매이고 H_2O가 흡수제이며, 물 냉매 방식의 대표 흡수용액은 *LiBr* 수용액이다.
③ X — CO_2는 이 방식에서 수증기를 흡수하는 대표 흡수용액이 아니다. 올바르게는 H_2O 냉매와 짝을 이루는 대표 흡수용액이 *LiBr* 수용액이다.
④ X — *NaCl* 수용액은 브라인이나 동결점 강하용 염수로 쓰일 수 있지만, 물 냉매 흡수식 냉동기의 대표 흡수용액은 아니다. 올바르게는 *NaCl*이 아니라 *LiBr* 수용액을 사용한다.

오답 포인트

②의 NH_3는 흡수식 냉동기에 실제로 쓰이는 물질이어서 혼동하기 쉽다. 그러나 암모니아-물 방식에서는 NH_3가 냉매이고 물이 흡수제이므로, 문제처럼 냉매가 H_2O라고 주어지면 리튬브로마이드-물 조합을 선택한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 냉매로 지정된 물질을 확인한다. 냉매가 H_2O이면 흡수제는 *LiBr*, 냉매가 NH_3이면 흡수제는 H_2O로 연결한다.

NoteBase

암기 포인트

물 냉매-$LiBr$ 흡수제, NH_3 냉매-물 흡수제이다.

NoteBase

20. 냉동장치 팽창밸브에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 냉동부하의 변동으로 증발기에 공급하는 냉매량을 제어한다.

② 고압측과 저압측 간에 소정의 압력 차를 유지해 준다.

③ 팽창밸브는 교축작용을 하면서 플래시 가스가 발생한다.

④ 팽창밸브를 통과한 후 냉매는 포화증기 상태로 증발기에 유입된다.

정답 4번

출제 포인트

팽창밸브의 유량 조절 기능과 교축 과정에서 나타나는 냉매의 압력·상태 변화를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

팽창밸브는 응축기에서 나온 고압 액냉매를 교축하여 저압으로 만들고, 냉동부하에 맞추어 증발기로 보내는 냉매량을 조절하는 장치이다. 교축으로 압력이 급격히 낮아지면 액냉매의 일부가 즉시 증발하여 플래시 가스가 생기므로, 밸브 출구의 냉매는 액체와 증기가 함께 있는 습증기 상태가 된다.

선지별 해설

① O — 팽창밸브는 냉동부하의 변동에 맞추어 증발기에 공급되는 냉매량을 조절한다.
② O — 팽창밸브의 교축 작용은 고압측과 저압측을 구분하고 두 측 사이에 필요한 압력 차가 유지되도록 한다.
③ O — 냉매가 팽창밸브에서 교축되면 압력이 급강하하면서 액냉매 일부가 순간적으로 증발하므로 플래시 가스가 발생한다.
④ X — 틀린 표현은 '포화증기 상태'이다. 올바르게는 팽창밸브를 통과한 냉매가 액냉매와 플래시 가스가 섞인 습증기 상태로 증발기에 유입된다고 해야 한다.

오답 포인트

④에서 '팽창'이라는 말만 보고 냉매가 밸브 안에서 모두 기화한다고 생각하기 쉽다. 팽창밸브는 냉매를 완전히 증발시키는 장치가 아니라 감압하는 장치이며, 본격적인 증발은 증발기에서 이루어진다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

팽창밸브 관련 선지는 '유량 조절, 고압에서 저압으로 교축, 플래시 가스 발생, 출구는 습증기'의 흐름으로 판단한다. 밸브 출구가 포화증기나 완전한 기체라고 하면 틀린 설명이다.

암기 포인트

팽창밸브는 감압·유량 조절, 밸브 출구는 플래시 가스가 섞인 습증기이다.

NoteBase

21. 쉘 튜브식 응축기의 장점으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 전열 성능이 양호
② 소형이고 경량이며 설치 면적이 작음
③ 냉각수량이 적어도 됨
④ 냉각관의 청소가 운전 중에도 가능

정답 4번

출제 포인트

셸 튜브식 응축기의 구조에 따른 장점과 냉각관 청소 조건을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

셸 튜브식 응축기는 원통형 셸 안에 여러 개의 냉각관을 설치하고, 냉각수가 관 안을 흐르는 동안 냉매가 관 바깥쪽에서 응축되는 수냉식 응축기이다. 열전달 성능이 좋고 소형·경량화가 가능하지만, 냉각관을 청소할 때에는 운전을 정지해야 한다.

선지별 해설

① O — 냉매와 냉각수가 여러 냉각관의 넓은 전열면을 사이에 두고 열을 교환하므로 전열 성능이 양호하다.

② O — 여러 냉각관을 셸 내부에 집약한 구조이므로 같은 응축 능력에 대해 소형·경량으로 제작할 수 있고 설치 면적도 작다.

③ O — 전열 성능이 좋아 필요한 열을 효율적으로 방출하므로 냉각수 소요량을 비교적 적게 할 수 있다.

④ X — 틀린 표현은 '냉각관의 청소가 운전 중에도 가능'이다. 실제로는 냉각관을 청소하려면 응축기의 운전을 정지하고 수실 덮개 등을 열어야 하므로 운전 중 청소가 불가능하다. 따라서 장점으로 가장 적절하지 않은 선지이다.

오답 포인트

냉각관 내부를 기계적으로 청소하기 쉽다는 특징을 '운전 중에도 청소할 수 있다'는 뜻으로 확대하면 ④를 맞는 장점으로 오인하기 쉽다. 청소의 용이성과 운전 중 청소 가능 여부는 서로 다른 판단 기준이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

셸 튜브식 응축기의 장점은 전열 성능, 소형·경량, 작은 설치 면적, 비교적 적은 냉각수량으로 정리한다. 청소 관련 선지는 '관 내부 접근과 청소는 가능하지만 운전을 정지해야 한다'는 기준으로 판단한다.

암기 포인트

셸 튜브식은 전열·공간·냉각수에 유리하지만, 냉각관 청소는 정지 후에 한다.

22. 왕복동식 압축기 용량 제어 방법으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 회전수 가감
② 클리어런스 증대
③ 바이패스
④ 흡입 밸브 제어

정답 4번

출제 포인트

왕복동식 압축기의 냉동능력을 줄이는 표준적인 용량 제어 방법을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

왕복동식 압축기의 용량 제어는 실제로 압축·토출되는 냉매량을 줄이는 것이다. 대표적으로 회전수 조절, 클리어런스 용적 조절, 바이패스, 실린더 언로더 방식이 사용된다. 실린더 언로더 방식은 흡입 밸브를 강제로 열린 상태로 유지하여 해당 실린더의 압축 작용을 쉬게 하는 방식이며, 단순한 '흡입 밸브 제어'와 구별한다.

선지별 해설

① O — 회전수를 낮추면 단위 시간당 피스톤의 왕복 횟수와 냉매 토출량이 감소하므로 용량을 조절할 수 있다.

② O — 클리어런스 용적을 늘리면 잔류 압축가스의 재팽창량이 커져 체적효율과 실제 흡입량이 감소하므로 용량이 줄어든다.

③ O — 토출가스의 일부를 흡입측 등으로 바이패스하면 증발기 쪽으로 공급되는 유효 냉매량이 감소하므로 용량을 조절할 수 있다.

④ X — '흡입 밸브 제어'라는 표현은 이 문항이 묻는 독립적인 표준 용량 제어 방법으로 적절하지 않다. 올바르게는 흡입 밸브를 강제로 열어 해당 실린더의 압축을 무효화하는 '흡입 밸브 언로더 방식' 또는 '실린더 수 제어'라고 해야 한다.

오답 포인트

④의 '흡입 밸브 제어'를 흡입 밸브 언로더와 같은 말로 넓게 해석하기 쉽다. 그러나 언로더는 흡입 밸브의 일반적인 개폐를 조절하는 것이 아니라 밸브를 강제로 열어 압축 행정을 무효화하는 구체적인 방식이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

각 방식이 단위 시간당 실제 냉매 토출량을 어떻게 줄이는지 확인한다. 회전수를 낮추거나, 클리어런스를 늘리거나, 냉매를 바이패스하거나, 실린더를 언로딩하는 방식이면 용량 제어에 해당한다. 밸브 관련 선지는 단순 제어인지 강제 개방에 의한 언로더인지 구별한다.

암기 포인트

왕복동 용량 제어의 핵심은 회전수·클리어런스·바이패스·언로더이며, 흡입 밸브는 '제어'가 아니라 '강제 개방 언로딩'으로 기억한다.

NoteBase

23. 냉동장치의 응축기 온도 400 K, 증발기 온도 200 K일 때, 성적계수(COP)는 얼마인가?

① 1
② 2
③ 3
④ 4

정답 1번

출제 포인트

응축기와 증발기의 절대온도를 이용해 이상적인 냉동장치의 성적계수(COP)를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 응축기 온도 $T_H = 400K$, 증발기 온도 $T_L = 200K$이다.
구해야 할 값: 냉동장치의 성적계수 COP_R이다.
주의할 조건: 성적계수 공식에는 절대온도를 사용하며, 주어진 온도는 이미 K이므로 별도의 온도 변환이 필요하지 않다.

사용할 공식

이상적인 냉동장치의 성적계수는
$COP_R = \frac{T_L}{T_H - T_L}$
이다. 냉동장치는 저온부인 증발기에서 흡수한 열량을 투입 일로 나눈 값이 성적계수이며, 역카르노 냉동사이클에서는 이 비가 위의 절대온도 관계로 정리된다.

계산 과정

1. 고온부와 저온부의 온도 차는 $T_H - T_L = 400 - 200 = 200K$이다.
2. 공식에 대입하면
$COP_R = \frac{200}{400 - 200} = \frac{200}{200} = 1$
이다.
3. 따라서 냉동장치의 성적계수는 1이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과 $COP_R = 1$이므로 옳다.
② X — 계산 결과는 2가 아니라 1이다. 틀린 표현 '2'는 올바르게는 '1'이다.
③ X — 계산 결과는 3이 아니라 1이다. 틀린 표현 '3'은 올바르게는 '1'이다.
④ X — 계산 결과는 4가 아니라 1이다. 틀린 표현 '4'는 올바르게는 '1'이다.

오답 포인트

분모를 단순히 응축기 온도 T_H로 두거나, 응축기 온도와 증발기 온도의 위치를 바꾸면 오답이 된다. 냉동기의 성적계수는 저온부 온도 T_L를 분자로 하고 두 절대온도의 차 $T_H - T_L$를 분모로 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

응축기 온도를 T_H, 증발기 온도를 T_L로 구분한 뒤 $COP_R = T_L/(T_H - T_L)$에 절대온도를 대입하고, 분모가 고온부와 저온부의 온도 차인지 확인한다.

암기 포인트

냉동기 COP는 '저온부 온도 ÷ 온도 차', 즉 $COP_R = T_L/(T_H - T_L)$이다.

NoteBase

24. 열(Heat)에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 물체를 구성하는 분자의 운동에너지의 한 형태이며, 열이 다른 물체로 이동할 때 열에너지라고 한다.

② 접촉과 마찰 등의 이유로 물체의 분자 운동이 활발해지면 물체는 뜨거워진다.

③ 열은 물체의 온도를 변화시키는 원인이고, 온도 차에 의해 열 이동이 일어난다.

④ 물체의 열이 적어지면 열 이동이 정지된다.

정답 4번

출제 포인트

열의 의미와 분자 운동, 온도 변화, 열 이동의 조건을 구분하는 문제이다. 특히 열 이동이 멈추는 조건은 물체가 가진 열의 많고 적음이 아니라 두 물체의 온도가 같아지는 열평형임을 판단해야 한다.

핵심 개념

열: 온도차 때문에 한 물체에서 다른 물체로 전달되는 에너지이다.
온도: 물질을 이루는 입자들의 평균적인 운동 상태를 나타내며, 입자 운동이 활발할수록 일반적으로 온도가 높다.
열 이동: 온도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 일어나며, 두 물체의 온도가 같아져 열평형에 도달하면 순열 이동이 멈춘다.

선지별 해설

① O — 분자의 운동에너지는 물체의 열적 상태를 이루는 중요한 요소이며, 온도차에 따라 다른 물체로 전달되는 에너지를 열이라고 설명하는 취지이다.
② O — 접촉과 마찰로 한 일이 물체의 내부에너지로 전환되면 분자 운동이 활발해지고 온도가 올라 물체가 뜨거워진다.
③ O — 열의 출입은 물체의 온도를 변화시킬 수 있고, 두 물체 사이에 온도차가 있을 때 높은 온도에서 낮은 온도로 열이 이동한다.
④ X — 틀린 부분은 '물체의 열이 적어지면 열 이동이 정지된다'이다. 열 이동의 지속 여부는 열의 양이 아니라 온도차로 결정된다. 올바르게는 '두 물체의 온도가 같아져 열평형에 도달하면 순열 이동이 정지된다'이다.

NoteBase

오답 포인트

④는 열이 이동하면서 고온 물체의 에너지가 감소한다는 사실을 이용해, 열의 양이 적어지는 순간 이동이 멈춘다고 착각하게 만든다. 실제 정지 조건은 에너지의 절대량 감소가 아니라 두 물체 사이의 온도차가 0이 되는 것이다.

다시 나오면 이렇게 판단

열 이동 문제에서는 먼저 두 물체의 온도차가 있는지를 확인한다. 온도차가 있으면 고온부에서 저온부로 열이 이동하고, 온도가 같아져 열평형이 되면 순열 이동이 멈춘다고 판단한다.

암기 포인트

열 이동의 원인은 온도차이고, 정지 조건은 열평형이다.

NoteBase

25. 열역학 제2법칙의 수식 표현인 $\Delta S_{total} \geq 0$가 의미하는 바로 가장 적절하지 않은 것은?

① 계(System)의 엔트로피는 어떤 상황에서도 절대로 감소할 수 없다.

② 가역과정에서 계(System)와 주위의 총 엔트로피 변화는 0이다.

③ 에너지는 보존되지만 사용할 수 있는 유용한 에너지는 감소한다.

④ 자연계에서 일어나는 모든 자발적인 과정은 비가역적이다.

정답 1번

출제 포인트

열역학 제2법칙의 엔트로피 증가 원리가 계 자체가 아니라 계와 주위를 합한 전체에 적용된다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

전체 엔트로피 변화는 계와 주위의 엔트로피 변화를 합한 값이며,
$\Delta S_{total} = \Delta S_{system} + \Delta S_{surroundings} = S_{gen} \geq 0$이다. 가역과정에서는 $S_{gen} = 0$, 비가역과정에서는 $S_{gen} > 0$이다. 다만 계의 엔트로피만 보면 열 방출이나 물질 유출 등에 의해 감소할 수 있으며, 이때도 주위의 증가분까지 합한 전체 엔트로피는 감소하지 않는다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '계의 엔트로피는 어떤 상황에서도 절대로 감소할 수 없다'이다. 제2법칙이 감소하지 않는다고 규정하는 대상은 계와 주위를 합한 고립된 전체의 엔트로피이다. 올바르게는 '계 자체의 엔트로피는 감소할 수 있지만, 계와 주위의 전체 엔트로피는 감소하지 않는다'이다.
② O — 가역과정에서는 엔트로피 생성량이 0이므로 계와 주위를 합한 총 엔트로피 변화가 0이다.
③ O — 에너지의 총량은 보존되지만 비가역성이 생기면 일을 할 수 있는 능력인 유효에너지가 감소한다. 이는 에너지의 양은 보존되어도 에너지의 질은 저하될 수 있음을 뜻한다.
④ O — 자연계의 자발적 과정은 유한한 온도차에 의한 열전달, 마찰, 자유팽창 등 비가역성을 수반하고 전체 엔트로피를 증가시킨다.

NoteBase

오답 포인트

①의 '계'와 '어떤 상황에서도'가 함정이다. 엔트로피 증가 원리를 계 자체에 바로 적용하면 오답이 된다. 감소하지 않는 것은 계와 주위를 합한 전체 엔트로피이며, 계의 엔트로피는 주위와 에너지나 물질을 교환하면서 감소할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 엔트로피의 대상이 계 자체인지 계와 주위를 합한 전체인지 확인한다. 그다음 전체 엔트로피 변화가 0이면 가역, 0보다 크면 비가역으로 판단한다.

암기 포인트

계의 엔트로피는 감소할 수 있지만 전체 엔트로피는 감소하지 않는다. 가역은 $\Delta S_{total} = 0$, 비가역은 $\Delta S_{total} > 0$ 이다.

NoteBase