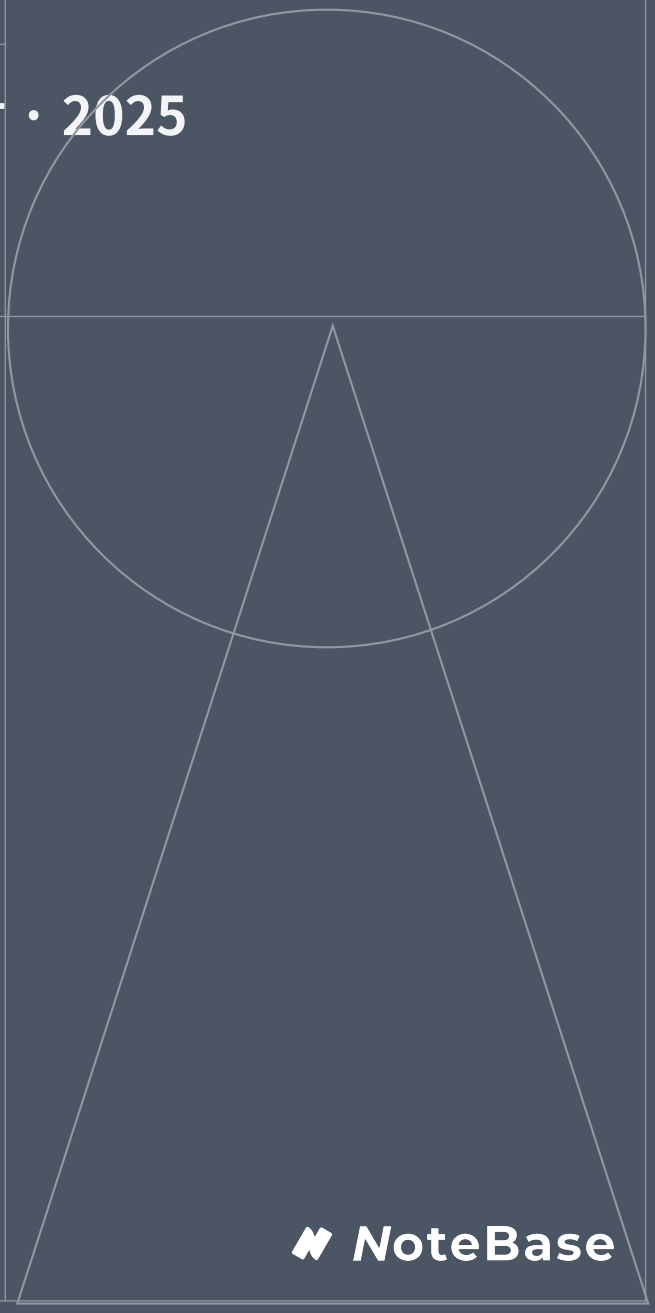
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 약제학 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 약제학 · 2025

공무원/서울시/7급 · 약제학 · 2025

문 1. 분쇄용 기기를 시료 공급 및 회수 방식에 따라 분류할 때, 방식이 나머지와 다른 것은?

① 볼밀(ball mill)

② 롤러밀(roller mill)

③ 해머밀(hammer mill)

④ 콜로이드밀(colloid mill)

정답 1번

출제 포인트

분쇄용 기기를 시료 공급 및 회수 방식(회분식 vs 연속식)으로 분류할 때 나머지와 다른 것을 고르는 문제이다. 볼밀·롤러밀·해머밀·콜로이드밀 4가지의 운전 방식 차이를 알고 있어야 한다.

핵심 개념

분쇄 기기는 시료 공급·회수 방식에 따라 회분식(batch type)과 연속식(continuous type)으로 나뉜다.
회분식: 일정량의 시료를 밀폐 용기에 넣고 분쇄한 뒤 꺼내는 방식 — 한 번에 한 배치씩 처리한다.
연속식: 시료를 한쪽에서 연속적으로 공급하면 반대쪽에서 분쇄물이 연속적으로 배출되는 방식이다.

선지별 해설

① 볼밀(ball mill) [O, 정답] — 원통 용기에 볼(ball)과 시료를 함께 넣고 밀봉·회전시켜 분쇄하는 회분식 기기이다. 시료를 한 번에 투입하고 분쇄 완료 후 꺼내므로 연속 공급·회수가 이루어지지 않는다.
② 롤러밀(roller mill) [X] — 두 개 이상의 롤러 사이로 시료가 연속적으로 통과하면서 분쇄되는 연속식 기기이다.
③ 해머밀(hammer mill) [X] — 고속 회전하는 해머로 시료를 타격·분쇄하며 스크린 아래로 연속적으로 배출되는 연속식 기기이다.
④ 콜로이드밀(colloid mill) [X] — 고정자(stator)와 회전자(rotor) 사이의 좁은 간극으로 시료가 연속 통과하며 분쇄·유화되는 연속식 기기이다.

NoteBase

오답 포인트

롤러밀·해머밀·콜로이드밀은 모두 연속식이므로 이 셋 중 하나를 정답으로 고르면 틀린다. 볼밀은 '볼'이라는 분쇄 매체를 쓰는 점에서 특수해 보이지만, 정작 분류 기준(공급·회수 방식)에서는 회분식이라는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

분쇄 기기 분류 문제가 나오면 먼저 분류 기준이 무엇인지 확인한다. '공급·회수 방식'이 기준이면 볼밀=회분식, 나머지(롤러밀·해머밀·콜로이드밀·유체에너지밀 등)=연속식임을 적용한다. '분쇄 원리(충격·마찰·전단 등)' 기준으로 바뀌면 분류가 달라지므로 발문의 기준어를 먼저 확정한다.

암기 포인트

볼밀만 회분식, 롤러밀·해머밀·콜로이드밀은 연속식이다. '볼밀=배치(batch)=회분식'을 하나의 덩어리로 기억해 둔다.

NoteBase

문 2. 공극이나 입자 내 공간을 제외한 실제 고체 물질의 밀도를, 헬륨밀도계(helium densitometer)를 사용하여 측정할 수 있는 것은?

① 진밀도(true density)
② 입자밀도(particle density)
③ 부피밀도(bulk density)
④ 압축밀도(tapped density)

정답 1번

출제 포인트

분말 약제학에서 밀도의 종류(진밀도·입자밀도·부피밀도·압축밀도)를 측정 대상과 측정 방법으로 구분하는 문제이다. 특히 헬륨밀도계(헬륨 피크노미터)가 어느 밀도를 측정하는 도구인지를 묻는다.

핵심 개념

진밀도(true density): 공극(입자 간 공간)과 입자 내 세공(closed/open pore) 모두를 제외한 순수 고체 물질 자체의 밀도이다. 헬륨 분자는 크기가 매우 작아 개방 세공까지 침투하므로, 헬륨밀도계(helium densitometer)를 사용하면 고체 물질의 실제 부피만 정확히 측정할 수 있어 진밀도 산출에 쓰인다.

입자밀도(particle density): 입자 내 세공 부피는 포함하되, 입자 간 공극은 제외한 밀도이다. 수은 피크노미터 등으로 측정한다.

부피밀도(bulk density): 분말을 용기에 자연 충전했을 때 전체 부피(입자 간 공극 포함)로 나눈 밀도이다.

압축밀도(tapped density): 일정 횟수 탭핑 후 측정한 밀도로, 부피밀도보다 크며 입자 간 공극이 줄어든 상태를 반영한다.

선지별 해설

① 진밀도(true density) — 정답(O). 공극과 입자 내 공간을 모두 제외한 고체 물질 자체의 밀도이며, 헬륨밀도계로 측정하는 것이 바로 진밀도이다.
② 입자밀도(particle density) — 오답(X). 입자 내 세공 부피를 포함한 밀도이므로 발문의 '입자 내 공간을 제외한' 조건에 맞지 않는다. 수은 피크노미터로 측정한다.
③ 부피밀도(bulk density) — 오답(X). 입자 간 공극을 포함한 밀도로, 부어 넣은 분말의 겉보기 부피 전체를 분모로 삼는다. 헬륨밀도계와 무관하다.
④ 압축밀도(tapped density) — 오답(X). 탭핑으로 충전밀도를 높인 후 측정하는 값이다. 역시 입자 간 공간을 포함하며 헬륨밀도계와 무관하다.

NoteBase

오답 포인트

입자밀도와 진밀도를 혼동하기 쉽다. 입자밀도는 입자 한 개를 기준으로 하되 그 안의 세공 부피까지 포함한다. 진밀도는 세공도 없이 순수 고체 물질만의 밀도이다. 헬륨밀도계는 세공까지 침투해 '진짜 고체 부피'만 측정하므로 진밀도에 대응한다.

다시 나오면 이렇게 판단

헬륨밀도계(helium densitometer) 또는 헬륨 피크노미터가 보이면 진밀도(true density)를 측정하는 도구임을 떠올린다. '공극+입자 내 공간 모두 제외'라는 표현도 진밀도의 정의임을 바로 연결한다.

암기 포인트

밀도 종류와 측정 방법을 다음과 같이 짝지어 둔다. 진밀도(true density) = 헬륨밀도계(공극+세공 모두 제외). 입자밀도(particle density) = 수은 피크노미터(세공 포함, 공극 제외). 부피밀도(bulk density) = 메스실린더 자연 충전(공극 포함). 압축밀도(tapped density) = 탭핑 후 측정(공극 포함, 부피밀도보다 큼).

NoteBase

문 3. 캡슐제에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 젤라틴은 경질캡슐 피막의 주원료 중 하나이다.

② 경질캡슐제의 크기는 00호에서 5호로 갈수록 작아진다.

③ 연질캡슐제의 가소제로 소르비톨을 사용할 수 있다.

④ 글리세린/젤라틴 비율이 0.4/1일 때보다 0.8/1일 때 피막이 더 딱딱하다.

정답 4번

출제 포인트

캡슐제의 종류별 특성(경질·연질), 캡슐 크기 번호 체계, 가소제의 역할과 종류, 글리세린/젤라틴 비율이 피막 경도에 미치는 영향을 묻는 문항이다.

핵심 개념

경질캡슐(hard capsule): 젤라틴 또는 HPMC(히드록시프로필메틸셀룰로오스)가 주원료이며, 캡과 바디 두 부분으로 구성된다.

경질캡슐 크기 번호: 000호 > 00호 > 0호 > 1호 > 2호 > 3호 > 4호 > 5호 순으로 숫자가 클수록 작아진다.

연질캡슐(soft capsule): 젤라틴에 가소제(글리세린, 소르비톨, 프로필렌글리콜 등)를 첨가해 유연성을 부여한다.

가소제(plasticizer): 고분자 피막에 유연성을 주는 물질로, 가소제 비율이 높을수록 피막이 부드러워(연해)지고, 낮을수록 단단해진다.

글리세린/젤라틴 비율: 글리세린은 가소제이므로 이 비율이 높을수록 피막이 더 연(soft)해진다.

NoteBase

선지별 해설

① [O] 젤라틴은 경질캡슐 피막의 주원료 중 하나이다. 경질캡슐은 전통적으로 젤라틴을 주성분으로 하며, 식물성 대체제로 HPMC도 사용된다.

② [O] 경질캡슐제의 크기는 00호에서 5호로 갈수록 작아진다. 번호가 클수록 캡슐 용량이 작아지는 체계로, 00호가 5호보다 크다.

③ [O] 연질캡슐제의 가소제로 소르비톨을 사용할 수 있다. 연질캡슐의 가소제로는 글리세린이 가장 많이 쓰이며, 소르비톨과 프로필렌글리콜도 사용 가능하다.

④ [X] 글리세린/젤라틴 비율이 0.4/1일 때보다 0.8/1일 때 피막이 더 딱딱하다고 했으나, 이는 틀렸다. 글리세린은 가소제이므로 글리세린 비율이 높아질수록(0.4→0.8) 피막은 더 부드러워(연해)진다. 즉 0.4/1일 때가 0.8/1일 때보다 더 딱딱하다.

오답 포인트

④번의 함정은 '비율이 높으면 딱딱하다'는 직관적 오해다. 글리세린은 가소제이므로, 글리세린 양이 많아질수록 피막 분자 간 결합이 느슨해져 유연성이 증가한다. 선지의 서술은 방향이 반대다.

다시 나오면 이렇게 판단

글리세린/젤라틴 비율 또는 가소제 비율과 피막 경도의 관계가 나오면, '가소제 ↑ → 피막 연(soft) ↑, 경도 ↓'를 적용한다. 캡슐 크기 번호 문제는 '번호 클수록 용량 작다'를 기준으로 판단한다.

암기 포인트

경질캡슐 크기: 번호 ↑ → 크기 ↓ (00호 > 5호)
가소제 비율 ↑ → 피막 부드러움 ↑ (딱딱함 ↓)
연질캡슐 가소제: 글리세린(주), 소르비톨, 프로필렌글리콜

NoteBase

문 4. 정제에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 유핵정은 배합변화 회피 및 장용화에 유리한 제형이다.

② 당의정은 필름코팅정에 비해 내구성이 좋고 질량 및 부피 변화가 작다.

③ Polyvinyl acetate phthalate(PVAP)는 장용정을 코팅하는 물질로 사용된다.

④ 박칼정은 일반 정제보다 약효가 신속히 발현된다.

정답 2번

출제 포인트

정제(tablet)의 종류별 특성 — 유핵정·당의정·필름코팅정·장용정·박할정의 개념과 각각의 장단점을 구분하는 문항이다.

핵심 개념

유핵정: 중심핵 주위에 외층을 압축 성형한 정제로, 배합 금기 성분의 분리나 장용화에 활용된다.
당의정: 정제 표면에 설탕 시럽 등을 여러 겹 도포·건조하여 코팅한 것으로, 질량과 부피가 원정의 50~100%까지 증가하고 습기·산소에 취약하다.
필름코팅정: 고분자 필름(HPMC 등)으로 얇게 코팅한 것으로, 질량 증가가 원정의 2~3% 수준에 불과하며 내구성(수분·산화 차단)이 당의정보다 우수하다.
PVAP(Polyvinyl acetate phthalate): 위산에는 불용이고 장액(pH ≥5.0)에서 용해되는 장용성 코팅 고분자로, 장용정 코팅 재료로 사용된다.
박할정(설하정 포함): 구강 점막이나 혀 밑에서 직접 흡수되어 초회통과 효과(간 초산)를 피하므로 일반 경구정보다 발현이 빠르다.

선지별 해설

① (맞는 설명) 유핵정은 중심핵과 외층을 별도로 성형하므로 배합변화가 우려되는 성분을 분리·격리하거나 외층을 장용성 재료로 처방하여 장용화하는 데 유리하다.
② (틀린 설명 → 정답) 당의정은 설탕 등을 수십 겹 코팅하여 질량과 부피가 크게 늘어나고 흡습성이 높아 내구성이 낮다. 이에 비해 내구성이 좋고 질량·부피 변화가 작은 것은 필름코팅정이다. 즉 선지의 설명은 필름코팅정의 특성을 당의정에 잘못 적용한 것이다.
③ (맞는 설명) PVAP는 위의 산성 환경(pH < 5)에서는 불용이고 소장의 약알칼리 환경에서 용해되므로 장용정 코팅 재료로 적합하며 실제로 사용된다.
④ (맞는 설명) 박할정(또는 설하정)은 구강 점막의 모세혈관을 통해 직접 체순환으로 흡수되어 위장관·간의 초회통과 대사를 거치지 않으므로 일반 경구정보다 약효 발현이 신속하다.

NoteBase

오답 포인트

당의정과 필름코팅정의 특성을 반대로 기억하는 경우가 많다. 당의정은 부피·무게가 크고 내구성이 낮으며, 필름코팅정이 얇고 내구성이 높다. 선지 ②는 필름코팅정의 장점을 당의정에 대입한 전형적인 오류 표현이다.

다시 나오면 이렇게 판단

코팅 방식(당의 vs 필름코팅)을 비교하는 선지가 나오면 '질량·부피 변화가 작고 내구성이 우수한 것 = 필름코팅정'임을 즉시 떠올린다. 장용 코팅 재료(PVAP, CAP, HPMCP 등)의 pH 용해 범위도 함께 체크한다.

암기 포인트

당의정: 부피·무게 대폭 증가, 내구성 낮음 / 필름코팅정: 질량 증가 극소, 내구성 높음.
PVAP·CAP·HPMCP = 장용성 고분자(위산에 불용, 소장에서 용해).
유핵정 = 배합금기 분리 + 장용화 가능.
박할정·설하정 = 초회통과 회피 → 신속 발현.

NoteBase

문 5. 정제 또는 과립제에 첨가하여 붕해를 촉진하는 물질로 가장 옳은 것은?

① 전분글리콜산나트륨

② 스테아린산마그네슘

③ 프로필렌글리콜

④ 만니톨

정답 1번

출제 포인트

정제·과립제에 사용되는 붕해제(disintegrant)의 종류를 묻는 문제이다. 붕해제는 수분 흡수 또는 팽창으로 정제를 분쇄·분산시켜 활성 성분의 용출을 돕는다. 나머지 선지는 활택제·보습제·희석제 등 다른 역할의 첨가제이므로 기능별로 구분한다.

핵심 개념

붕해제: 정제나 과립이 소화관 내에서 빠르게 부서지도록 수분을 흡수·팽창하거나 가스를 발생시켜 붕해를 촉진하는 첨가제이다. 대표 초붕해제(superdisintegrant)로 전분글리콜산나트륨, 크로스카멜로오스나트륨, 크로스포비돈이 있다.

활택제(lubricant): 정제 제조 시 타정기 펀치·다이와의 마찰을 줄이는 첨가제이다. 스테아린산마그네슘이 대표 예이며 소수성이 강해 과량 사용 시 붕해와 용출을 억제한다.

희석제·충전제: 정제 질량을 보충하는 부형제로 만니톨, 유당, 미결정셀룰로오스 등이 해당한다.

보습제·용매: 프로필렌글리콜은 연고·액제·반고형제에서 보습·용매·가소제로 사용된다.

선지별 해설

① 전분글리콜산나트륨(Sodium Starch Glycolate) — 옳다(O). 전분을 카르복시메틸화한 초붕해제로, 자기 무게의 수백 배 수분을 흡수해 빠르게 팽창함으로써 정제·과립의 붕해를 강력히 촉진한다. 붕해제의 가장 대표적인 예이다.
② 스테아린산마그네슘 — 틀리다(X). 활택제이다. 소수성 지방산염으로 정제 표면을 코팅해 마찰을 줄이지만, 수분 흡수를 방해하여 붕해 및 용출을 오히려 지연시킨다. 붕해 촉진 물질이 아니다.
③ 프로필렌글리콜 — 틀리다(X). 보습제·용매·가소제로 분류된다. 반고형제나 액제에 쓰이며 고형제 붕해와 무관하다.
④ 만니톨 — 틀리다(X). 당알코올계 희석제·감미제이다. 직타법에서 자체 분산성이 있어 붕해에 간접적으로 기여하기도 하나, 붕해를 촉진하는 붕해제로 분류하지 않는다. 붕해 촉진이 주된 기능이 아니다.

NoteBase

오답 포인트

스테아린산마그네슘은 이름에 '산'이 들어가 산성 붕해보조제로 오인하기 쉬우나 활택제이다. 만니톨은 직타정에서 붕해를 보조한다고 알려져 있어 혼동할 수 있으나, 시험에서 '붕해를 촉진하는 물질(붕해제)'을 묻는다면 전분글리콜산나트륨처럼 주기능이 붕해 촉진인 성분을 선택해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

첨가제 기능 분류 문제는 각 성분의 주기능 키워드를 먼저 대입한다.
붕해제=전분글리콜산나트륨·크로스카멜로오스나트륨·크로스포비돈, 활택제=스테아린산마그네슘·탈크, 희석제=유당·만니톨·미결정셀룰로오스, 보습제/용매=프로필렌글리콜·글리세린으로 묶어 둔다.

암기 포인트

붕해제 3대 초붕해제: 전분글리콜산나트륨(SSG) / 크로스카멜로오스나트륨(CCS) / 크로스포비돈(PVPP).
스테아린산마그네슘은 활택제이며 붕해 억제 부작용이 있다. 만니톨은 희석제·감미제이다.

NoteBase

문 6. 분무 입자가 달라붙지 못해 정제 표면이 거칠어지는 코팅 장애 현상으로 가장 옳은 것은?

① Picking

② Orange peel effect

③ Mottling

④ Bridging

정답 2번

출제 포인트

필름 코팅(film coating) 공정에서 발생하는 대표적인 코팅 장애(coating defect) 유형을 명칭과 원인으로 구분하는 문제이다. 분무 입자가 정제 표면에 도달하기 전에 과건조되어 부착되지 못할 때 나타나는 현상의 이름을 묻고 있다.

핵심 개념

필름 코팅 장애는 원인과 표면 형태에 따라 구분된다.

Orange peel effect(오렌지 껍질 효과): 분무된 코팅 액적이 정제 표면에 달라붙기 전에 과도하게 건조되거나, 점도가 너무 높거나, 분무 속도가 느려 충분히 퍼지지 못할 때 발생한다. 결과적으로 표면이 오렌지 껍질처럼 울퉁불퉁하고 거칠어진다.

Picking(픽킹): 코팅 필름이 서로 달라붙었다가 뜯겨 나가는 현상으로, 과습(過濕) 조건이나 건조 부족이 원인이다. 표면에 패인 자국이 생긴다.

Mottling(모틀링): 코팅층 또는 착색제가 불균일하게 분포되어 표면에 얼룩이 생기는 현상이다.

Bridging(브리징): 코팅 필름이 정제의 로고·분할선·각인 홈을 메워 문자나 선이 사라지는 현상이다.

NoteBase

선지별 해설

① Picking — 코팅 필름이 서로 달라붙었다가 벗겨지면서 표면에 구멍이나 패인 자국이 생기는 현상이다. 과습·저건조가 원인이므로 발문의 '달라붙지 못해 거칠어지는' 현상과 다르다. 오답이다.
② Orange peel effect — 분무 입자가 정제 표면에 도달하기 전에 과건조되어 부착되지 못하거나, 코팅액 점도가 지나치게 높아 표면에서 충분히 퍼지지 않을 때 발생한다. 표면이 오렌지 껍질처럼 거칠고 울퉁불퉁해지는 현상으로, 발문과 정확히 일치한다. 정답이다.
③ Mottling — 색소나 코팅 성분의 불균일한 분포로 인해 표면에 얼룩이 생기는 현상이다. 거칠기보다는 색상 불균일이 주증상이므로 오답이다.
④ Bridging — 코팅 필름이 각인·분할선 홈을 채워 문자가 소실되는 현상이다. 표면이 거칠어지는 것과 무관하므로 오답이다.

오답 포인트

Picking과 Orange peel effect를 혼동하기 쉽다. Picking은 '과습→달라붙음→뜯김'의 경로이고, Orange peel effect는 '과건조→달라붙지 못함→거칠어짐'의 경로이다. 발문의 핵심 단서는 '달라붙지 못해'와 '표면이 거칠어짐'이며, 이 두 특징이 동시에 나오면 Orange peel effect이다.

다시 나오면 이렇게 판단

코팅 장애 문제에서 '분무 입자 + 달라붙지 못함 + 거칠어짐'이 함께 제시되면 Orange peel effect이다. '달라붙음 + 뜯김'은 Picking, '색 얼룩'은 Mottling, '홈 메움'은 Bridging으로 대응한다.

암기 포인트

Orange peel effect: 과건조(또는 고점도) → 분무 입자 미부착 → 오렌지 껍질 모양 거친 표면. Picking: 과습·저건조 → 정제끼리 달라붙음 → 뜯겨 패임. Mottling: 색소 불균일 분포 → 얼룩 표면. Bridging: 필름이 각인 홈을 메움 → 문자 소실.

NoteBase

문 7. 겉보기부피는 7.2mL, 압축부피는 6mL인 분체의 흐름성을 Hausner ratio 기준으로 분류할 때 가장 옳은 것은?

① Fair

② Poor

③ Very poor

④ Very very poor

정답 1번

출제 포인트

Hausner ratio(호스너 비)를 계산하고, 그 수치가 분체 흐름성 분류표의 어느 등급에 해당하는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

겉보기부피(bulk volume) = 7.2 mL, 압축부피(tapped volume) = 6 mL

사용할 공식

Hausner ratio = 겉보기부피 ÷ 압축부피. 값이 클수록 분체 간 마찰·응집이 강해 흐름성이 나쁘다.

계산 과정

Hausner ratio = 7.2 ÷ 6 = 1.20. 분류 기준: 1.00–1.11 Excellent, 1.12–1.18 Good, 1.19–1.25 Fair, 1.26–1.34 Passable, 1.35–1.45 Poor, 1.46–1.59 Very poor, 1.60 이상 Very very poor. 1.20은 1.19–1.25 구간에 해당하므로 Fair이다.

선지 판단

① Fair — O. Hausner ratio 1.20은 Fair(1.19–1.25) 구간에 속한다.
② Poor — X. Poor는 1.35–1.45 구간으로, 1.20과 거리가 멀다.
③ Very poor — X. Very poor는 1.46–1.59 구간이다.
④ Very very poor — X. Very very poor는 1.60 이상 구간이다.

오답 포인트

Hausner ratio를 압축부피 ÷ 겉보기부피(= Carr 지수 분자)로 뒤집어 계산하면 0.83이 나오고 등급 선택이 완전히 달라진다. 반드시 겉보기부피를 분자, 압축부피를 분모에 놓아야 한다. 또한 각 등급의 경계값(특히 1.19–1.25 = Fair)을 정확히 기억하지 못하면 Poor나 Passable로 오판할 수 있다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

두 부피 값이 주어지면 Hausner ratio = 겉보기부피 ÷ 압축부피를 먼저 계산한 뒤, 분류표 경계값과 대조한다. 1.20이면 Fair, 1.25 초과 1.34 이하면 Passable, 1.35 이상이 되어야 Poor 이하임을 기준점으로 삼는다.

암기 포인트

Hausner ratio 분류 경계값을 숫자 순서로 외워 둔다: Excellent(≤1.11) → Good(≤1.18) → Fair(≤1.25) → Passable(≤1.34) → Poor(≤1.45) → Very poor(≤1.59) → Very very poor(≥1.60). 시험에서는 1.2 전후 값이 Fair/Passable 경계에서, 1.45 전후가 Poor/Very poor 경계에서 출제되기 쉽다.

NoteBase

문 8. 유제를 방치하였을 때 나타나는 현상 중 가역적인 것은?

① 응결(aggregation)

② 크리밍(creaming)

③ 합일(coalescence)

④ 상분리(phase separation)

정답 2번

출제 포인트

유제(emulsion)를 방치할 때 나타나는 불안정성 현상을 가역성 여부로 분류하는 문제이다. 크리밍, 응결, 합일, 상분리의 차이를 이해하고, 각각이 가역적인지 비가역적인지 구별해야 한다.

핵심 개념

크리밍(creaming): 분산상 액적이 밀도 차이에 의해 위(또는 아래)로 모이는 현상이다. 액적 자체의 계면막은 파괴되지 않고 입자 크기도 그대로이므로, 용기를 흔들면 다시 균일하게 분산되어 원래 상태로 돌아온다 — 가역적이다.
응결(aggregation/flocculation): 액적들이 서로 느슨하게 뭉치지만 계면막은 유지된 상태이다. 이론적으로는 일부 가역성을 가지나, 크리밍이 가역성의 대표 사례로 취급된다.
합일(coalescence): 인접한 액적이 계면막을 파괴하며 합쳐져 더 큰 단일 액적이 되는 현상으로, 비가역적이다.
상분리(phase separation): 유제가 완전히 두 상(내상/외상)으로 나뉘는 단계로, 비가역적이다.

선지별 해설

① 응결(aggregation) — X. 응결은 액적들이 뭉치는 현상이지만, 유제 불안정성 단계에서 비가역 과정(합일·상분리)의 전 단계로 이어진다. 가역성이 제한적이며, 교과서에서 가역적 현상의 대표 사례로 지목하는 것은 크리밍이다.
② 크리밍(creaming) — O. 밀도 차이로 액적이 층을 이루지만 계면막 파괴가 없으므로 재분산(흔들기)으로 원래 상태 회복이 가능하다. 가역적 불안정성의 대표 현상이다.
③ 합일(coalescence) — X. 계면막이 파괴되어 작은 액적들이 합쳐진 것이므로 원래 상태로 되돌릴 수 없다. 비가역적이다.
④ 상분리(phase separation) — X. 유제가 완전히 두 층으로 분리된 상태로, 사실상 유제가 파괴된 것이다. 비가역적이다.

NoteBase

오답 포인트

①번 응결을 가역적이라고 혼동하기 쉽다. 응결 자체는 계면막 파괴 없이 액적이 뭉친 상태이므로 이론상 어느 정도 가역성이 있으나, 약제학 교과서에서 '가역적 현상'의 대표 예로 명확히 지목되는 것은 크리밍이고, 응결은 합일로 이어지는 중간 단계로 위치된다. 정답과 혼동하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

유제 불안정성 문제에서 '가역적'이라는 단어가 보이면 크리밍(creaming)을 먼저 확인한다. 크리밍은 물리적 이동에 불과하고 계면막이 살아 있어 재분산이 가능하다는 점이 핵심이다. 합일·상분리는 계면막 파괴 또는 상 붕괴이므로 비가역, 크리밍은 계면막 보전이므로 가역으로 판단한다.

암기 포인트

유제 불안정성 가역·비가역 분류: 크리밍(creaming) = 가역, 합일(coalescence) = 비가역, 상분리(phase separation) = 비가역. 응결(aggregation)은 가역에 가깝지만 시험 정답은 크리밍이 맡는다. '크리밍만 살아 돌아온다'는 식으로 기억해 둔다.

NoteBase

문 9. 생약을 에탄올 또는 에탄올과 정제수의 혼합액으로 침출한 것으로, 주로 불휘발성 성분을 다량으로 함유하는 액상의 제제로 가장 옳은 것은?

① 방향수제
② 주정제
③ 틴크제
④ 레모네이드제

정답 3번

출제 포인트

액상제제의 종류별 정의를 구분하는 문항이다. 팅크제·주정제·방향수제·유동엑스제 등은 모두 에탄올과 관련된 제제이지만, '생약 침출 + 불휘발성 성분 다량 함유'라는 두 조건을 동시에 충족하는 제제가 팅크제임을 정확히 알아야 한다.

핵심 개념

팅크제(Tincture): 생약을 에탄올 또는 에탄올과 정제수의 혼합액으로 침출하여 제조한 액상제제이다. 배당체·알칼로이드 등 불휘발성 성분을 다량 함유하며, 일반적으로 에탄올 농도는 50~70%이다. 농도가 높을수록 불휘발성 성분의 용해도가 증가한다.

주정제: 에탄올에 방향성 물질이나 약물 성분을 용해한 제제로, 생약을 '침출'하여 만드는 제제가 아니다. 팅크제와 혼동하기 쉬운 대표적 오답이다.

방향수제(Aromatic water): 휘발성 방향 물질(정유 성분)을 정제수에 포화시킨 제제이다. '불휘발성 성분 다량 함유'와 반대 개념으로, 주성분이 휘발성이다.

레모네이드제: 구연산 등의 산성 성분과 당을 주원료로 하는 음료형 제제이며, 생약 침출 제제와 무관하다.

NoteBase

선지별 해설

① 방향수제 — 틀리다. 방향수제는 정유와 같은 휘발성 방향 물질을 정제수에 녹인 제제로, 불휘발성 성분을 다량 함유하지 않는다. '불휘발성'이라는 조건에 정면으로 반한다.
② 주정제 — 틀리다. 주정제는 에탄올에 약물·향료 등을 단순히 용해한 제제이며, 생약을 에탄올로 '침출'하여 만드는 제제가 아니다. 제조 방법이 다르다.
③ 팅크제 — 옳다. 생약을 에탄올 또는 에탄올-정제수 혼합액으로 침출한 것으로, 불휘발성 성분(배당체·알칼로이드·수지 등)을 다량 함유하는 대표적 액상제제이다. 발문의 모든 조건을 충족한다.
④ 레모네이드제 — 틀리다. 레모네이드제는 산(구연산)과 당을 주성분으로 하는 음료형 제제이며, 생약 침출과 무관하다.

오답 포인트

②번 주정제가 가장 혼동하기 쉬운 오답이다. 에탄올을 사용한다는 공통점이 있지만, 주정제는 생약을 침출하는 제제가 아니라 에탄올에 성분을 단순 용해한 제제이다. '침출'과 '용해'를 구별하는 것이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

'에탄올(또는 에탄올-정제수) + 생약 침출 + 불휘발성 성분 다량'이라는 세 키워드가 모두 등장하면 팅크제로 판단한다. 반대로 '휘발성 성분(정유)'이 핵심이면 방향수제, '침출' 없이 에탄올에 녹이면 주정제로 구분한다.

암기 포인트

팅크제 = 생약 + 에탄올(또는 에탄올+정제수) 침출 + 불휘발성 성분 다량. 방향수제 = 정유(휘발성) + 정제수 포화. 주정제 = 에탄올 용해(침출 아님). 이 세 쌍을 묶어 외워 둔다.

NoteBase

문 10. <보기>의 (가)에 들어갈 말로 가장 옳은 것은?

<보기>
등장용액을 만들기 위해 염화나트륨당량법을 사용할 수 있다. 어떤 약물의 염화나트륨당량이란 1g의 약물을 같은 삼투압을 나타내는 (가) (으)로 환산한 값을 의미한다.

① NaCl 용액의 삼투압 비율

② NaCl 용액의 빙점 강하도(℃)

③ NaCl의 농도(%)

④ NaCl의 질량(g)

정답 4번

출제 포인트

등장용액 조제에 쓰이는 염화나트륨당량법(NaCl equivalent method)에서 '염화나트륨당량'의 정확한 정의를 묻는 문제이다. 단위가 g인지, %(농도)인지, 삼투압 비율인지를 구별하는 것이 핵심이다.

핵심 개념

염화나트륨당량(E 값)이란, 어떤 약물 1 g과 동일한 삼투압을 나타내는 NaCl의 질량(g)을 말한다. 예를 들어 포도당의 E 값이 0.18이라면, 포도당 1 g은 NaCl 0.18 g과 같은 삼투압을 나타낸다는 의미이다. 이 값을 이용해 등장용액을 조제할 때 필요한 NaCl의 양을 계산한다.

선지별 해설

① NaCl 용액의 삼투압 비율 — 오답. 염화나트륨당량은 삼투압의 비율(무차원)이 아니라 NaCl의 질량(g)으로 표현된다.
② NaCl 용액의 빙점 강하도(℃) — 오답. 빙점 강하도를 이용하는 것은 빙점 강하법(cryoscopic method)이며, 염화나트륨당량법과는 별개의 방법이다. 단위도 ℃가 아니라 g이다.
③ NaCl의 농도(%) — 오답. 농도(%)는 용액 전체 질량 대비 용질 질량의 비율이므로 차원이 다르다. 염화나트륨당량의 단위는 g이다.
④ NaCl의 질량(g) — 정답. 약물 1 g과 같은 삼투압을 나타내는 NaCl의 질량(g)으로 환산한 값이 바로 염화나트륨당량이다.

오답 포인트

①을 고르는 경우: '삼투압'이라는 단어가 보기에 나와 있어 혼동하기 쉽다. 그러나 삼투압 자체나 그 비율이 아니라, 같은 삼투압을 내는 NaCl의 무게(g)로 환산한 값이 염화나트륨당량이다. ③을 고르는 경우: 농도(%)와 질량(g)을 혼동한 것이다. 염화나트륨당량은 용액의 농도가 아니라 NaCl의 절대 질량이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

염화나트륨당량 문제가 나오면 '약물 1 g ↔ NaCl ?g(질량, g 단위)'라는 틀을 먼저 떠올린다. 단위가 g이 아닌 선지(비율·%·℃)는 즉시 제거한다.

암기 포인트

염화나트륨당량(E) = 약물 1 g과 동등한 삼투압을 내는 NaCl의 질량(g). 단위는 반드시 g. 빙점강하법(℃)·농도법(%)과 구별해 둔다.

NoteBase

문 11. 친수 콜로이드에 다른 물질을 첨가하거나 온도를 변화시킬 때 콜로이드가 풍부한 액상과 콜로이드가 부족한 액상으로 분리되는 현상은?

① 배액(syneresis)

② 염석(salting-out)

③ 요변성(thixotropy)

④ 코아세르베이션(coacervation)

정답 4번

출제 포인트

친수 콜로이드 분산계에서 외부 자극(물질 첨가·온도 변화)에 의해 콜로이드 농도가 다른 두 액상으로 분리되는 현상의 명칭을 구별하는 문제이다. 코아세르베이션·배액·염석·요변성은 모두 콜로이드 계의 특성과 관련되지만 현상의 정의가 서로 다르므로 정확히 구별해야 한다.

핵심 개념

코아세르베이션(coacervation): 친수 콜로이드 용액에 반대 전하를 띤 고분자, 전해질, 탈수제 등을 첨가하거나 온도를 변화시킬 때 계가 두 액상—콜로이드가 농축된 코아세르베이트(coacervate) 상과 콜로이드가 희박한 평형 액상—으로 분리되는 현상이다. 단순 코아세르베이션(single coacervation)은 한 종류의 폴리머에 탈수제를 가해 일어나고, 복합 코아세르베이션(complex coacervation)은 반대 전하를 띤 두 폴리머가 반응하여 일어난다. 마이크로캡슐 제조에 응용된다.

배액(syneresis): 겔 구조가 시간이 지나면서 수축하여 내부의 액체(수분)가 겔 표면으로 삼출되어 나오는 현상으로, 두 액상으로 '분리'되는 코아세르베이션과는 구별된다.

염석(salting-out): 고농도 전해질(황산암모늄 등)을 첨가하여 콜로이드 입자 주변의 수화층을 파괴하고 입자를 침전시키는 현상이다. 액체가 두 층으로 분리되는 것이 아니라 고체가 침전된다.

요변성(thixotropy): 기계적 자극(진탕, 교반)을 가하면 졸(sol) 상태가 되었다가 정치하면 다시 겔(gel) 상태로 회복되는 가역적 현상이다.

NoteBase

선지별 해설

① 배액(syneresis) — 오답. 배액은 겔이 시간이 지남에 따라 수축하며 내부의 액체가 외부로 스며 나오는 현상이다. 콜로이드 풍부 액상과 콜로이드 부족 액상으로 '분리'되는 현상과는 다르다.
② 염석(salting-out) — 오답. 염석은 고농도 전해질 첨가로 수화층이 파괴되어 콜로이드 입자가 고체로 침전하는 현상이다. 두 액상으로의 분리가 아니라 고체 침전이다.
③ 요변성(thixotropy) — 오답. 요변성은 진탕 시 유동성이 증가하고(졸) 정치 시 원래 겔로 돌아오는 가역적 현상이다. 두 액상 분리와 무관하다.
④ 코아세르베이션(coacervation) — 정답. 친수 콜로이드에 다른 물질을 첨가하거나 온도를 변화시킬 때 콜로이드가 농축된 액상(코아세르베이트)과 콜로이드가 희박한 평형 액상으로 분리되는 현상이 코아세르베이션이다. 발문의 설명과 정확히 일치한다.

오답 포인트

배액(syneresis)을 코아세르베이션과 혼동하기 쉽다. 배액은 '겔 수축 → 액체 삼출'이고, 코아세르베이션은 '균일 용액 → 두 액상 분리'이다. 또한 염석도 콜로이드를 불안정화시키지만 결과는 고체 침전이지 액상 분리가 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

'두 액상으로 분리'가 키워드이면 코아세르베이션을 떠올린다. '겔에서 액체가 스며 나옴'이면 배액, '고체 침전'이면 염석, '진탕하면 졸·정치하면 겔'이면 요변성으로 판단한다.

암기 포인트

코아세르베이션 = 두 액상 분리(콜로이드 풍부층 + 희박층), 마이크로캡슐 제조에 활용. 배액 = 겔 수축 후 액체 삼출. 염석 = 전해질 첨가 → 고체 침전. 요변성 = 진탕(졸) ↔ 정치(겔) 가역 변환. 이 네 가지를 결과 형태(두 액상 / 액체 삼출 / 고체 침전 / 졸·겔 가역)로 짝지어 외워 둔다.

NoteBase

문 12. <보기>의 (가)에 들어갈 말로 옳은 것은?

<보기>
멸균제제에서 무균성 보증수준이 10^{-6}이라는 의미는 멸균과정을 거친 후에 한 제품에 생존 미생물 1마리가 존재할 확률이 (가)분의 1이라는 것이다.

① 일만
② 십만
③ 백만
④ 천만

정답 3번

출제 포인트

멸균제제의 무균성 보증수준(SAL, Sterility Assurance Level) 10^{-6}이 의미하는 수치를 정확히 알고 있는지 묻는 문항이다. 지수 표기와 한국어 수 단위(일만·십만·백만·천만)의 대응을 빠르게 연결하는 것이 핵심이다.

조건 정리

무균성 보증수준(SAL) = 10^{-6}. 이 값은 멸균 과정을 거친 후 제품 1개에 살아있는 미생물 1마리가 존재할 확률을 나타낸다. 빈칸 (가)는 '___분의 1' 형태로 표현되는 분모에 해당한다.

사용할 공식

$10^{-6} = \frac{1}{10^6}$. 분모 $10^6 = 1{,}000{,}000$이므로 '백만분의 1'이 된다.

계산 과정

$10^6 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 1{,}000{,}000$. 한국어 단위 대응: 1만 = 10^4, 10만 = 10^5, 100만(백만) = 10^6, 1000만(천만) = 10^7. 따라서 10^6 = 백만이고, SAL 10^{-6}은 백만분의 1이다.

선지 판단

① 일만 — ×. 일만(10^4)분의 1은 10^{-4}에 해당하므로 틀렸다.
② 십만 — ×. 십만(10^5)분의 1은 10^{-5}에 해당하므로 틀렸다.
③ 백만 — ○. 백만(10^6)분의 1은 10^{-6}에 정확히 대응한다. SAL 10^{-6}의 올바른 해석이다.
④ 천만 — ×. 천만(10^7)분의 1은 10^{-7}에 해당하므로 틀렸다.

NoteBase

오답 포인트

한국어 수 단위와 10의 거듭제곱을 혼동할 때 실수가 발생한다. '만'은 10^4, '십만'은 10^5, '백만'은 10^6, '천만'은 10^7임을 구분해야 한다. 10^6을 '십만'으로 잘못 읽어 ②를 선택하는 오류가 가장 흔하다.

다시 나오면 이렇게 판단

SAL 수치가 제시되면 지수의 절댓값을 분모에 놓고 한국어 단위로 바로 변환한다. SAL 10^{-6} → 분모 10^6 → 백만분의 1. SAL 10^{-3}이 제시되면 천분의 1(0.1%)이 되어 멸균 기준에 훨씬 미치지 못한다는 맥락 판단도 함께 적용한다.

암기 포인트

SAL(무균성 보증수준) 10^{-6} = 백만분의 1. 이 수치는 주사제 등 고위험 멸균제제의 국제 기준값이다. 만=10^4 / 십만=10^5 / 백만=10^6 / 천만=10^7 순서를 공식처럼 외워 둔다.

NoteBase

문 13. 능동면역용 생물의약품에 해당하지 않는 것은?

① 암 백신

② 세균성 백신

③ 변성독소

④ 이원 혈청

정답 4번

출제 포인트

능동면역(active immunity)과 수동면역(passive immunity)의 차이를 생물의약품 분류에 적용하는 문제다. 능동면역용 생물의약품은 항원을 투여해 체내에서 스스로 항체를 생성하도록 유도하는 제제이고, 수동면역용은 이미 만들어진 항체(혈청·면역글로불린)를 직접 공급하는 제제다. 이 구분을 각 선지에 적용해 '해당하지 않는' 것을 찾는다.

핵심 개념

능동면역용 생물의약품: 백신(세균성·바이러스성·암 백신), 변성독소(toxoid). 모두 항원 역할을 해 체내 면역 반응을 유도하므로 능동면역에 해당한다.
수동면역용 생물의약품: 항혈청(antiserum), 이원혈청(antitoxin), 면역글로불린. 이미 형성된 항체를 직접 주입하므로 면역계가 스스로 반응할 필요가 없다.

선지별 해설

① 암 백신 — 종양 항원을 이용해 체내 면역 반응을 유도하는 제제다. 능동면역용에 해당한다. (O)
② 세균성 백신 — 세균 또는 세균 성분을 항원으로 사용해 능동면역을 유도한다. 능동면역용에 해당한다. (O)
③ 변성독소(toxoid) — 세균 독소를 처리해 독성은 제거하고 항원성은 유지한 제제로, 체내에서 항독소 항체 생성을 유도한다. 능동면역용에 해당한다. (O)
④ 이원혈청(antitoxin/antiserum) — 이종(異種) 동물(주로 말)에서 얻은 면역혈청으로, 이미 만들어진 항체를 직접 공급하는 수동면역용 제제다. 능동면역용 생물의약품에 해당하지 않는다. (X)

오답 포인트

변성독소(③)를 수동면역으로 혼동하는 경우가 많다. 변성독소는 '독소를 변형'한 것이지 '항체를 직접 주는' 것이 아니다. 체내에서 항독소 항체를 유도하므로 명확히 능동면역용이다.
이원혈청은 '혈청'이라는 단어 때문에 혈액제제와 혼동될 수 있으나, 항혈청·항독소 혈청 모두 수동면역용임을 기억한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

각 제제가 '체내에서 항체를 만들게 하는가(능동)' 아니면 '항체를 직접 가져다 주는가(수동)'로 분류한다. 백신 계열과 변성독소는 항원 투여 → 능동면역, 혈청·면역글로불린 계열은 항체 직접 공급 → 수동면역으로 판단한다.

암기 포인트

능동면역용: 암 백신 / 세균성·바이러스성 백신 / 변성독소(toxoid)
수동면역용: 이원혈청(antitoxin) / 항혈청(antiserum) / 면역글로불린
'독소를 변성 = 항원 → 능동', '혈청·글로불린 직접 투여 = 항체 → 수동'으로 공식처럼 외워 둔다.

NoteBase

문 14. In vitro-in vivo correlation(IVIVC)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 좋은 IVIVC는 의약품 개발과정에서 요구되는 in vivo study를 일부 in vitro study로 대체할 수 있음을 의미한다.

② 통상 서방형 제형(ER, extended release formulation)은 속방출형 제형에 비해 IVIVC를 보일 가능성이 높다.

③ BCS 중 Class IV에 속하는 경구용 속방출 제형들은 다른 조건들이 만족되면 생동성시험을 면제받는다.

④ IVIVC가 좋다는 의미는 in vitro 용출시험으로서 생체내 흡수 양상을 잘 예측할 수 있다는 것을 의미한다.

정답 3번

출제 포인트

In vitro-in vivo correlation(IVIVC)의 정의와 적용 범위, BCS 분류에 따른 생동성시험 면제(biowaiver) 요건을 구분하는 문제이다. IVIVC가 적용되는 제형 특성과 BCS Class별 면제 조건을 혼동하지 않아야 한다.

핵심 개념

IVIVC(In vitro-in vivo correlation): in vitro 용출 시험 결과와 in vivo 생체내 약물 흡수(혈중농도-시간 곡선) 사이의 예측적 수학적 관계. Level A(점대점 상관)가 가장 높은 수준으로, 이 수준의 IVIVC가 확립되면 in vivo 생동성 시험의 일부를 in vitro 시험으로 대체할 수 있다.

BCS(Biopharmaceutics Classification System) 생동성 면제: 용해도와 흡수율에 따라 Class I~IV로 분류. 생동성시험 면제(biowaiver)는 원칙적으로 고용해도·고흡수인 Class I 속방출 제형에 적용된다. Class III는 조건부 면제가 허용되기도 하지만, Class IV(저용해도·저흡수)는 용해도와 흡수 모두 불량하여 in vitro 시험만으로 생체내 흡수를 예측할 수 없으므로 면제 대상이 아니다.

서방출(ER) 제형과 IVIVC: 서방출 제형은 약물 방출이 제형의 용출 특성에 의해 조절되므로 용출 속도가 흡수 속도를 결정한다. 따라서 속방출 제형에 비해 IVIVC가 성립될 가능성이 훨씬 높다.

NoteBase

선지별 해설

① (O) 좋은 IVIVC(특히 Level A)가 확립되면 규제기관에서 in vivo 생동성 시험 일부를 in vitro 용출 시험으로 대체하는 것을 허용한다. 이것이 IVIVC 확립의 핵심 실용적 의의이다.
② (O) 서방출 제형(ER)은 약물 방출이 제형에 의해 속도 조절되므로, 용출 속도와 흡수 속도 사이의 직접적 상관이 성립하기 쉽다. 속방출 제형은 용출이 매우 빠르게 완료되어 흡수가 다른 요인(장벽 투과 등)에 좌우되므로 IVIVC 성립이 어렵다.
③ (X) BCS Class IV(저용해도·저흡수) 속방출 제형은 생동성시험을 면제받을 수 없다. 생동성시험 면제는 BCS Class I(고용해도·고흡수)에 적용되는 것이 원칙이다. Class IV는 용해도와 투과성 모두 낮아 in vitro 시험만으로 생체내 흡수를 예측하는 것이 불가능하므로 면제 대상이 아니다.
④ (O) IVIVC가 좋다는 것은 in vitro 용출 시험 결과가 생체내 흡수 양상(혈중농도-시간 프로파일)을 잘 예측할 수 있는 상관관계가 존재한다는 의미이다. 정의 자체를 올바르게 설명한 선지이다.

오답 포인트

③번에서 'BCS Class IV' + '면제'의 조합이 함정이다. BCS biowaiver 논의에서 Class III 조건부 면제까지는 허용 논거가 있으나, Class IV는 용해도·흡수 모두 낮아 어떤 조건도 면제를 정당화하지 못한다. 'Class IV → 다른 조건이 만족되면 면제'라는 서술은 전제 자체가 틀렸다.

다시 나오면 이렇게 판단

IVIVC 관련 선지에서 'BCS 분류 + biowaiver' 조합이 등장하면 Class I(고용해도·고흡수) 속방출 제형이 면제 기준임을 먼저 떠올린다. Class IV가 면제 대상이라고 서술된 선지는 틀린 선지로 판단한다. IVIVC 수준(Level A·B·C)과 면제 범위의 관계, ER 제형과 IVIVC의 연관성도 함께 출제될 수 있다.

암기 포인트

BCS biowaiver 원칙: Class I 속방출 → 면제 가능 / Class IV → 면제 불가.
IVIVC의 실용적 가치: Level A IVIVC 확립 시 in vivo 생동성 시험 일부를 in vitro 용출 시험으로 대체 가능.
IVIVC 성립 가능성: ER(서방출) 제형 > 속방출 제형 (ER은 용출이 흡수의 속도결정단계).

NoteBase

문 15. 세포막을 통한 수송방식 중에서 능동수송의 특징으로 가장 옳은 것은?

① 부위특이성은 없다.

② 수송 속도가 온도에 영향을 받지 않는다.

③ 농도구배에 역행하여 약물이 이행한다.

④ 투과량에 포화현상이 나타나지 않는다.

정답 3번

출제 포인트

세포막을 통한 수송방식 중 능동수송(active transport)만이 갖는 고유한 특징을 수동수송·촉진확산과 구분하는 문항이다. 능동수송의 핵심 키워드는 '농도구배 역행 + 에너지(ATP) 소비 + 운반체 이용'이며, 이 세 가지가 서로 연결된다는 점을 이해해야 한다.

핵심 개념

수동수송(단순확산): 농도구배를 따라 고→저 이동, 에너지 불필요, 운반체 없음, 포화현상 없음, 부위특이성 없음.
촉진확산: 농도구배를 따라 이동하되 운반체 이용, 에너지 불필요, 포화현상 있음, 부위특이성 있음.
능동수송: 농도구배에 역행(저→고)하여 이동, ATP 에너지 소비, 운반체 이용, 포화현상 있음, 부위특이성 있음, 온도·저해제 영향 받음.

선지별 해설

① 부위특이성은 없다. → X. 능동수송은 운반체 단백질(carrier protein)을 이용하므로 기질 특이성(부위특이성)이 있다. 부위특이성이 없는 것은 단순확산이다.
② 수송 속도가 온도에 영향을 받지 않는다. → X. 능동수송은 운반체 단백질과 ATP 합성효소가 관여하므로 온도 변화에 따라 활성이 달라지고 수송 속도도 영향을 받는다. 온도 무관한 것은 단순확산이 아니라 어떤 수송방식에도 해당하지 않으나, 운반체 비이용 단순확산이 상대적으로 온도 의존성이 낮다.
③ 농도구배에 역행하여 약물이 이행한다. → O. 능동수송의 가장 핵심적인 특징이다. 저농도 부위에서 고농도 부위로 에너지를 소비하며 물질을 이동시킨다.
④ 투과량에 포화현상이 나타나지 않는다. → X. 능동수송은 운반체 수가 한정되어 있으므로 기질 농도가 높아지면 운반체가 모두 점유되어 포화현상이 나타난다. 포화현상이 없는 것은 단순확산이다.

오답 포인트

①④는 단순확산의 특징을 능동수송에 갖다 붙인 전형적인 오답이다. '운반체를 쓰면 포화현상 있고 부위특이성 있다'는 원칙을 적용하면 바로 소거된다. ②는 능동수송도 생체 단백질을 이용하므로 온도 의존성이 있다는 점을 모르면 헷갈릴 수 있다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

능동수송 문제가 나오면 '에너지 소비 + 농도구배 역행 + 운반체 → 포화현상 있음 + 부위특이성 있음 + 온도 의존성 있음'을 하나의 묶음으로 떠올린다. 선지에서 이 묶음과 반대되는 설명(포화현상 없음, 부위특이성 없음, 온도 무관)이 나오면 모두 틀린 선지이다.

암기 포인트

능동수송 5대 특징을 묶어 외워 둔다: ①농도구배 역행(저→고) ②에너지(ATP) 소비 ③운반체 이용 ④포화현상 있음 ⑤부위특이성 있음. 단순확산은 이 다섯 가지가 모두 반대이고, 촉진확산은 ①②만 반대(농도구배 순행, 에너지 불필요)이다.

NoteBase

문 16. 현탁제에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 현탁제를 구성하는 분산매의 점도가 증가하면 현탁입자의 침강속도가 빨라진다.

② 현탁된 입자가 엉성한 응집체(loose floccules)를 형성하면 침강속도는 빨라지지만 재분산이 용이해진다.

③ 현탁입자의 크기를 줄일수록 표면적이 증가하여 분산계는 안정해진다.

④ 표면자유에너지 증가가 클수록 분산계는 열역학적으로 안정해진다.

정답 2번

출제 포인트

현탁제(suspension)의 안정성 원리 — Stokes 침강 법칙, 플록형성(flocculation)의 특성, 표면자유에너지와 열역학적 안정성의 관계를 묻는다.

핵심 개념

Stokes 침강속도 공식: $v = \frac{d^2(\rho_p - \rho_m)g}{18\eta}$. 여기서 d=입자 직경, ρ_p=입자 밀도, ρ_m=분산매 밀도, g=중력가속도, η=분산매 점도이다. 침강속도는 점도(η)에 반비례하고, 입자 직경(d^2)에 비례한다.

Flocculation(플록형성): 현탁입자가 느슨하게 뭉쳐 floc을 형성하면 유효 입자 크기가 커져 침강속도는 빨라지나, 케이크(caking)를 형성하지 않으므로 재분산이 용이하다. Deflocculation(분산상태): 입자가 분리된 채 천천히 침강하지만 단단히 굳어(caking) 재분산이 어렵다.

표면자유에너지: 입자 크기를 줄여 표면적이 증가하면 계의 표면자유에너지가 높아진다. 계는 에너지를 낮추려는 방향으로 진행하므로 표면자유에너지가 클수록 열역학적으로 불안정하다.

선지별 해설

① [×] 분산매의 점도가 증가하면 Stokes 공식의 분모(18η)가 커지므로 침강속도가 감소한다. 점도 증가는 현탁제 안정성을 높이는 수단이다. '빨라진다'는 반대 방향이다.
② [○] 엉성한 응집체(loose floccules)를 형성하면 유효 입자 직경이 커지므로 d^2에 비례하는 침강속도가 빨라진다. 그러나 응집이 느슨하여 케이크를 이루지 않으므로 가볍게 흔들면 재분산이 용이하다. 두 가지 서술 모두 옳다.
③ [×] 현탁입자 크기를 줄이면 표면적이 증가하는 것은 맞다. 그러나 표면적 증가는 표면자유에너지를 높여 계가 에너지를 낮추려는 방향(입자 응집·소결)으로 진행하게 되므로 열역학적으로 불안정해진다. '안정해진다'는 틀렸다.
④ [×] 표면자유에너지가 클수록 계는 에너지를 감소시키려는 방향으로 자발적으로 변화하므로 열역학적으로 불안정하다. '안정해진다'는 반대이다.

NoteBase

오답 포인트

①은 '점도 증가=침강 빠름'으로 방향을 반대로 외운 오류이다. Stokes 공식에서 점도는 분모에 있으므로 점도가 높을수록 침강이 느려진다.
③·④는 '표면적 증가=안정', '표면자유에너지 증가=안정'으로 방향을 혼동한 오류이다. 표면자유에너지가 높은 계는 불안정하고, 이를 낮추기 위해 계면활성제나 보호콜로이드를 사용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

현탁제 안정성 문제가 나오면 먼저 Stokes 공식의 각 변수가 분자·분모 어디에 있는지 확인한다. 점도는 분모 → 증가 시 침강 감소(안정). Flocculation 문항은 '침강속도'(빨라짐)와 '재분산 용이'(loose floc의 장점)를 분리해서 판단한다. 표면자유에너지는 항상 '클수록 불안정'으로 판단한다.

암기 포인트

Stokes 침강속도: 점도(η)↑ → 속도↓, 입자 크기(d)↑ → 속도↑, 밀도 차↑ → 속도↑.
Loose floccules = 침강속도 빠름 + 재분산 용이(케이크 없음).
표면자유에너지 증가 = 열역학적 불안정 = 계면활성제·점증제로 낮춰야 안정.

NoteBase

문 17. 약물 A는 약한 염기성(pKa 8.0)이고, 주로 요세관에서 수동수송에 의해 재흡수된다. 병용하는 약물이 없고, 약물 A의 혈중농도가 동일할 때, 일반적으로 약물 A의 요세관에서의 재흡수가 가장 적게 일어나는 경우는?

① 요 pH 5.0, 요량 감소

② 요 pH 5.0, 요량 증가

③ 요 pH 9.0, 요량 감소

④ 요 pH 9.0, 요량 증가

정답 2번

출제 포인트

약한 염기성 약물(pKa 8.0)이 요세관에서 수동수송으로 재흡수될 때, 요 pH와 요량이 재흡수 정도에 어떻게 영향을 미치는지를 묻는다. Henderson-Hasselbalch 방정식으로 이온화 비율을 계산하고, 이온 트래핑(ion trapping) 원리와 요량에 따른 농도구배 변화를 동시에 적용해야 한다.

조건 정리

약물 A는 약한 염기성(pKa 8.0)이고, 수동수송(지질막 통과)으로 요세관에서 재흡수된다. 수동수송은 비이온형(비하전형)만 막을 통과할 수 있다. 병용 약물 없음, 혈중농도 동일 조건이므로 요 pH와 요량만 변수이다.

사용할 공식

Henderson-Hasselbalch(약염기): $\mathrm{pH} = \mathrm{pKa} + \log\frac{[B]}{[BH^+]}$, 즉 $\frac{[B]}{[BH^+]} = 10^{(\mathrm{pH}-\mathrm{pKa})}$. 비이온형 분율 = $\frac{10^{(\mathrm{pH}-\mathrm{pKa})}}{1+10^{(\mathrm{pH}-\mathrm{pKa})}}$.

계산 과정

요 pH 5.0일 때: $10^{(5.0-8.0)} = 10^{-3} = 0.001$ → 비이온형([B]) : 이온형($[BH^+]$) = 0.001 : 1 → 비이온형 분율 약 0.1%, 이온형 약 99.9%. 거의 모두 이온화되어 지질막을 통과하지 못하므로 재흡수가 극히 적다(이온 트래핑).

요 pH 9.0일 때: $10^{(9.0-8.0)} = 10^{1} = 10$ → 비이온형 : 이온형 = 10 : 1 → 비이온형 분율 약 90.9%. 대부분 비이온형이므로 수동확산 재흡수가 활발하게 일어난다.

요량 효과: 요량이 증가하면 요세관 내 약물 농도가 희석되어 혈액-요 농도구배가 줄어든다. 농도구배가 줄수록 수동확산에 의한 재흡수는 감소하고 배설이 증가한다. 반대로 요량이 감소하면 농도가 올라가고 재흡수 구동력이 유지된다.

NoteBase

선지 판단

① 요 pH 5.0, 요량 감소: pH 5.0에서 이온화율은 극대(재흡수 감소 조건)이지만, 요량 감소는 요세관 내 농도를 높여 재흡수 구동력을 어느 정도 회복시킨다. pH 조건만 보면 재흡수가 적으나 요량 감소가 이를 부분 상쇄한다. → 재흡수 가장 적은 조건이 아님(오답).
② 요 pH 5.0, 요량 증가: pH 5.0에서 약물의 99.9%가 이온화되어 수동수송 불가(이온 트래핑 최대). 여기에 요량 증가로 농도구배마저 줄어 재흡수 구동력이 추가로 감소한다. 두 조건 모두 재흡수를 억제하는 방향이므로 재흡수가 가장 적게 일어난다. → 정답(O).
③ 요 pH 9.0, 요량 감소: pH 9.0에서 비이온형이 90.9%로 재흡수가 활발하고, 요량 감소로 농도구배도 유지된다. 재흡수가 가장 많이 일어나는 조건에 가깝다. → 오답.
④ 요 pH 9.0, 요량 증가: pH 9.0에서 비이온형 비율이 높아 재흡수가 잘 되고, 요량 증가가 농도구배를 줄여 재흡수를 약간 감소시키지만, pH 조건 자체가 이미 재흡수에 유리하다. → 오답.

오답 포인트

①번을 고르는 실수: pH 5.0 조건만 보고 정답으로 착각하기 쉽다. 그러나 요량 감소는 요세관 내 약물 농도를 높여 수동확산의 농도구배를 부분적으로 유지시키므로, ①과 ② 중에서는 요량 증가인 ②가 재흡수를 더 억제한다. 두 조건을 반드시 동시에 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

약한 염기성 약물의 재흡수 최소 조건을 묻는 문제라면 두 단계로 접근한다. 첫째, pH와 pKa 비교로 이온화율을 계산한다(염기성 약물은 산성 요에서 이온화 증가). 둘째, 요량과 농도구배의 관계를 확인한다(요량 증가 = 농도 희석 = 재흡수 감소). 두 조건 모두 재흡수를 줄이는 방향이 정답이다.

암기 포인트

약한 염기성 약물의 이온 트래핑: 요가 산성일수록 BH^+(이온형) 증가 → 재흡수 감소 → 배설 증가. 요가 알칼리성일수록 B(비이온형) 증가 → 재흡수 증가 → 배설 감소. 반대로 약한 산성 약물은 알칼리성 요에서 이온화 증가 → 배설 증가. 요량 증가는 어떤 약물이든 농도구배를 낮춰 재흡수를 감소시킨다. 이 두 규칙을 조합하면 이온 트래핑 문제를 모두 풀 수 있다.

NoteBase

문 18. 1-컴파트먼트 모델에서 약물을 정맥에 등속주입 할 때 속도(k_0)가 $80[mg/h]$, 분포용적(V_d)이 $20[L]$, 소실속도상수(k)가 $0.1[h^{-1}]$이다. 정상상태에서의 혈중 약물 농도(C_{ss})$[mg/L]$는?

① 2.5

② 20

③ 40

④ 160

정답 3번

출제 포인트

1-컴파트먼트 모델에서 약물을 정맥으로 등속주입(zero-order infusion)할 때, 정상상태(steady state)에서의 혈중 약물 농도 Css를 구하는 공식을 적용할 수 있는지 묻는 문제이다.

조건 정리

주입속도 k_0 = 80mg/h, 분포용적 Vd = 20 L, 소실속도상수 k = 0.1 h^{-1}

사용할 공식

정상상태 혈중 농도: $C_{ss} = \frac{k_0}{V_d \times k}$

이 공식은 정상상태에서 주입속도(투입량/시간)와 소실속도(분포용적 × 소실속도상수)가 균형을 이룰 때 성립한다. 소실속도상수 k와 청소율(CL) 사이에는 CL = Vd × k의 관계가 있으므로, Css = k_0 / CL 로도 표현된다.

계산 과정

$$C_{ss} = \frac{80\ \text{mg/h}}{20\ \text{L} \times 0.1\ \text{h}^{-1}} = \frac{80}{2} = 40\ \text{mg/L}$$

선지 판단

① 2.5 mg/L — 오답. 80을 32로 나누거나 수치를 잘못 조합한 결과로, 공식 적용 오류이다.

② 20 mg/L — 오답. Vd 값(20)을 그대로 정답으로 혼동한 것이다. k를 분모에 곱하지 않은 결과(k_0/Vd = 4)와도 다르므로, 단순히 수치를 대입하지 않은 오류이다.

③ 40 mg/L — 정답. 공식 Css = k_0/(Vd × k) = 80/(20 × 0.1) = 40 mg/L이 성립한다.

④ 160 mg/L — 오답. k를 나누는 대신 곱한 경우(80 × 0.1 × 20 = 160)에 해당하는 잘못된 계산이다.

NoteBase

오답 포인트

k(소실속도상수)를 분모에 넣어야 하는데 분자에 곱하는 실수(④번 유형)가 가장 흔하다. Css 공식에서 Vd와 k는 모두 분모에 위치한다는 점을 반드시 기억한다. 또한 Vd(분포용적)나 k_0(주입속도) 값 자체를 정답으로 착각하지 않도록 단위를 점검한다(Css의 단위는 mg/L).

다시 나오면 이렇게 판단

1-컴파트먼트 정맥 등속주입 문제가 나오면 Css = k_0 / (Vd × k) = k_0 / CL 공식을 바로 적용한다. 분모에 Vd와 k 두 값이 모두 들어간다는 구조를 먼저 확인한 뒤 수치를 대입한다. 단위가mg/h ÷ (L × h^{-1}) = mg/L로 맞아야 계산이 올바른 것이다.

암기 포인트

정맥 등속주입 정상상태 농도: $C_{ss} = \frac{k_0}{V_d \cdot k} = \frac{k_0}{CL}$. 분포용적(Vd) × 소실속도상수(k) = 청소율(CL)이므로, 청소율만 기억해도 공식을 유도할 수 있다.

NoteBase

문 19. <보기>에서 설명하는 것으로 가장 옳은 것은?

<보기>
인지질의 이중층 막으로 형성된 구 모양의 구조를 띠며, 인지질의 종류에 따라 표면하전 등이 달라질 수 있고 표적 지향성 리간드를 결합시킬 수도 있다.

① 미셀(micelles)
② 하이드로겔(hydrogels)
③ 유핵정(tablet in tablet)
④ 리포좀(liposomes)

정답 4번

출제 포인트

인지질 이중층 막으로 이루어진 구형 소포(vesicle) 구조를 특징으로 하는 약물 전달 제형이 무엇인지 개념을 구별하는 문항이다. 이중층 막, 표면 하전, 표적 지향성 리간드 결합이라는 세 가지 키워드가 동시에 성립하는 제형을 골라야 한다.

핵심 개념

리포좀(liposome)은 인지질 분자들이 소수성 꼬리끼리 마주보고 친수성 머리가 바깥·안쪽을 향하는 이중층(bilayer) 막을 형성해 폐쇄된 구형 소포 구조를 만드는 콜로이드성 입자이다. 인지질의 종류(예: 포스파티딜콜린, 포스파티딜글리세롤 등)와 콜레스테롤 비율에 따라 표면 하전(제타 전위, zeta potential)과 막 유동성이 달라진다. 표면에 항체·엽산·펩타이드 등의 표적 지향성 리간드를 공유결합 또는 비공유결합으로 부착하면 능동 표적형(active targeting) 리포좀이 된다. 미셀(micelle)은 인지질 또는 계면활성제가 단층(monolayer)으로 모인 구형 집합체로, 이중층 막 구조가 아니다. 하이드로겔(hydrogel)은 친수성 고분자가 3차원 망상(network) 구조를 이루어 다량의 수분을 함유하는 기질이며, 인지질 막 구조와 무관하다. 유핵정(tablet in tablet)은 내핵 정제를 외층 정제가 감싸는 고형 제제 구조로, 막 소포와 전혀 다르다.

NoteBase

선지별 해설

① 미셀(micelles) — 오답. 계면활성제나 인지질이 임계미셀농도(CMC) 이상에서 자발적으로 형성하는 구형 집합체이나, 막의 구조가 단층이다. 이중층 막으로 형성된 구조라는 설명에 부합하지 않는다.
② 하이드로겔(hydrogels) — 오답. 친수성 고분자(예: 폴리아크릴산, 히알루론산 등)의 가교 구조가 수분을 가두는 겔 기질로, 인지질 이중층 막과 무관하다. 표면 하전이나 리간드 결합 가능성이 없는 것은 아니나, 보기의 '인지질 이중층 막으로 형성된 구 모양의 구조'와 일치하지 않는다.
③ 유핵정(tablet in tablet) — 오답. 외층 정제 안에 내핵 정제를 넣은 다층 고형 제제이며, 막 소포 구조와 전혀 다르다. 인지질 이중층이나 표면 하전과 무관하다.
④ 리포좀(liposomes) — 정답. 인지질 이중층 막이 닫혀 형성된 구형 소포로, 보기의 세 조건(이중층 막·표면 하전의 가변성·표적 리간드 결합 가능성) 모두에 정확히 부합한다.

오답 포인트

미셀과 리포좀을 혼동하는 경우가 많다. 미셀은 단층 집합체, 리포좀은 이중층 소포라는 점이 결정적 차이이다. 또한 보기에 '인지질의 이중층 막'이라는 표현이 명시되어 있으므로, 이 한 문구만으로도 미셀·하이드로겔·유핵정을 즉시 제거할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

제형 구조 문제에서 '인지질 이중층 막'과 '구형 소포' 두 단어가 동시에 등장하면 리포좀으로 단정한다. '표적 지향성 리간드 결합'은 리포좀의 능동 표적화 기능으로, 이 역시 리포좀만의 특징이다. 단층이면 미셀, 이중층이면 리포좀이라는 구조적 차이를 우선 적용한다.

암기 포인트

리포좀의 3대 특징: (1) 인지질 이중층 막으로 형성된 구형 소포, (2) 인지질 종류에 따라 표면 하전이 달라짐, (3) 표면에 표적 지향성 리간드(항체·엽산·펩타이드 등) 결합 가능. 미셀은 단층, 리포좀은 이중층 — 이 대비를 공식처럼 외워 둔다.

NoteBase

문 20. 이상적인 좌제 기제의 조건으로 가장 옳지 않은 것은?

① 실온에서도 잘 녹을 수 있는 반고형 물질이어야 한다.

② 체내에 적용한 후 약물을 체액으로 방출시켜야 한다.

③ 물리화학적으로 안정하며 약물과 반응하여서는 안 된다.

④ 기제 자체의 국소자극성이 없어야 한다.

정답 1번

출제 포인트

이상적인 좌제 기제(좌약 기재)가 갖추어야 할 물리화학적·생물약제학적 조건을 묻는 문제이다. 발문이 '옳지 않은 것'이므로 올바른 조건 3개를 소거하고 잘못된 조건 1개를 고른다.

핵심 개념

좌제 기제의 이상적 조건은 다음과 같다. 첫째, 실온(20~25°C)에서는 충분히 단단한 고형이어야 취급·보관이 가능하고, 체온(37°C) 부근에서 녹거나 연화(軟化)되어야 한다. 둘째, 직장·질 점막에 적용된 후 체액(점액, 분비물)으로 약물을 방출하여 흡수를 유도한다. 셋째, 기제 자체가 물리화학적으로 안정하여 주약과 반응하거나 분해되지 않아야 한다. 넷째, 기제가 국소자극성을 갖지 않아야 점막 손상과 이물감을 막는다.

선지별 해설

① (X) '실온에서도 잘 녹을 수 있는 반고형 물질'이라는 기술은 틀렸다. 이상적인 좌제 기제는 실온에서 단단한 고형을 유지해야 보관·성형이 가능하며, 체온(37°C)에서 녹거나 연화되는 성질을 요구한다. 실온에서 쉽게 녹으면 보관 중 변형되어 정확한 용량 투여가 불가능해진다.
② (O) 체내 적용 후 기제가 체액과 접촉하여 약물을 방출·흡수시키는 것은 올바른 조건이다.
③ (O) 기제가 물리화학적으로 안정하고 주약과 반응하지 않아야 약물의 역가가 유지되므로 올바른 조건이다.
④ (O) 기제 자체에 국소자극성이 없어야 점막 자극·염증을 방지하므로 올바른 조건이다.

오답 포인트

'실온'과 '체온'을 혼동하면 ①을 옳은 조건으로 잘못 판단할 수 있다. 좌제 기제에서 온도 기준은 항상 '실온=고형 유지, 체온=용융·연화'의 이중 조건으로 기억한다. 또한 발문이 '옳지 않은 것'임을 놓치면 전 선지의 O/X가 뒤집히므로 발문 확인이 최우선이다.

다시 나오면 이렇게 판단

좌제 기제 조건 문항이 출제되면 온도(실온 vs 체온) 기술이 정확한지를 가장 먼저 확인한다. '실온에서 녹는다', '체온에서 단단하다'처럼 두 온도 조건이 뒤바뀐 선지가 함정이다. 발문의 '옳은/옳지 않은' 방향을 확정한 후 소거한다.

NoteBase

암기 포인트

이상적 좌제 기제 조건: 실온=고형(단단), 체온=용융(녹거나 연화) / 약물과 반응하지 않음(안정성) / 체액으로 약물 방출 / 국소자극성 無. 이 네 가지를 조건 세트로 외워 둔다.

NoteBase