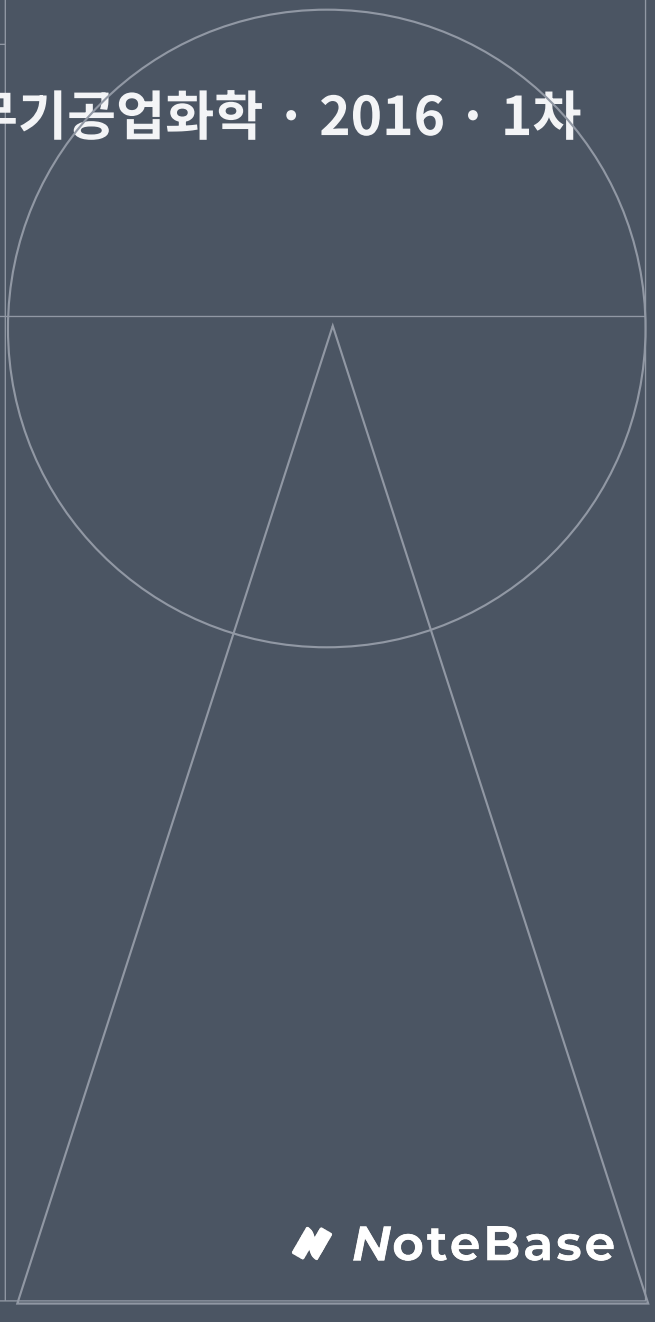
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 무기공업화학 · 2016 · 1차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 무기공업화학 · 2016 · 1차

공무원/해경/일반직 9급 · 무기공업화학 · 2016 · 1차

문 1. 하버-보시(Haber-Bosch)법에 의한 암모니아 제조에 관한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 주촉매는 Fe_3O_4이다.

② 반응조건은 300°C, 200atm이다.

③ 발열반응이다.

④ 저온, 고압에서 수득율이 좋다.

정답 2번

출제 포인트

하버-보슈법의 철계 촉매, 실제 조업 온도·압력, 반응열 및 평형 이동 조건을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

하버-보슈법은 질소와 수소를 반응시켜 암모니아를 합성하는 공정이다. 반응식은 $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$이며 발열반응이다. 평형만 보면 저온·고압이 암모니아 생성에 유리하지만, 실제 공정에서는 충분한 반응속도를 얻기 위해 철계 촉매를 사용하고 약 400 ~ 500 ° C의 절충 온도와 고압에서 조업한다.

선지별 해설

① O — 공업적 하버-보슈법에서는 Fe_3O_4계 철촉매를 주촉매로 사용하므로 옳다.
② X — 틀린 표현은 '300 ° C'이다. 200atm은 대표적인 고압 조건에 해당하지만, 실제 조업 온도는 반응속도를 확보하기 위해 보통 약 400 ~ 500 ° C로 잡는다. 따라서 '약 400 ~ 500 ° C, 200atm' 정도로 고쳐야 한다.
③ O — 암모니아 합성반응은 열을 방출하는 발열반응이므로 옳다.
④ O — 발열반응이므로 저온에서 생성물 쪽 평형이 유리하고, 기체 몰수가 4몰에서 2몰로 감소하므로 고압에서 암모니아 평형 수율이 높아진다.

오답 포인트

④의 '저온에서 수율이 좋다'는 평형 관점의 설명이고, ②의 '300°C에서 조업한다'는 실제 반응속도까지 고려한 운전조건의 설명이다. 저온은 평형 수율에는 유리하지만 반응속도를 지나치게 낮추므로 실제 공정은 더 높은 절충 온도를 사용한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

반응식의 발열 여부와 기체 몰수 변화를 먼저 본다. 발열반응은 저온, 기체 몰수가 감소하는 반응은 고압에서 생성물 평형이 유리하다. 그다음 실제 조업 온도는 반응속도 때문에 평형상 최적 온도보다 높게 정한다는 점을 구분한다.

암기 포인트

하버-보슈법은 철계 촉매·발열반응·고압이며, 저온은 평형에 유리하고 중고온은 속도 확보를 위한 절충이다.

NoteBase

문 2. SO_2가 SO_3로 변화할 때 생성되는 반응열은 얼마인가?
(단, ΔH_f의 SO_2는 -70.96 kcal/mol, SO_3는 -94.45 kcal/mol)

① 약 -44 kcal/mol

② 약 -34 kcal/mol

③ 약 -24 kcal/mol

④ 약 -14 kcal/mol

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 표준 생성 엔탈피를 이용하여 반응 엔탈피를 구하는 문제이다.

조건 정리

반응식: $SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow SO_3$
주어진 값: $\Delta H_f(SO_2) = -70.96 kcal/mol$, $\Delta H_f(SO_3) = -94.45 kcal/mol$
표준 상태의 원소인 O_2의 표준 생성 엔탈피는 $0 kcal/mol$이다.
구해야 할 값은 SO_2 $1 mol$이 SO_3 $1 mol$로 될 때의 반응 엔탈피이다.

사용할 공식

Δ H_rxn=Σ νΔ H_f(생성물)-Σ νΔ H_f(반응물)
반응 엔탈피는 생성물의 생성 엔탈피 합에서 반응물의 생성 엔탈피 합을 빼서 구하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 생성물의 생성 엔탈피는 $-94.45 kcal/mol$이다.
2. 반응물의 생성 엔탈피 합은 $-70.96 + \frac{1}{2} \times 0 = -70.96 kcal/mol$이다.
3. 따라서 $\Delta H_{rxn} = -94.45 - (-70.96) = -23.49 kcal/mol$
4. 선택지의 근삿값으로는 약 $-24 kcal/mol$이다. 음수이므로 이 반응은 발열반응이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 약 $-44kcal/mol$은 계산값 $-23.49kcal/mol$과 일치하지 않는다. '약 $-44kcal/mol$'은 '약 $-24kcal/mol$'로 고쳐야 한다.
② X — 약 $-34kcal/mol$은 계산값 $-23.49kcal/mol$과 일치하지 않는다. '약 $-34kcal/mol$'은 '약 $-24kcal/mol$'로 고쳐야 한다.
③ O — $-23.49kcal/mol$을 선택지의 정밀도에 맞게 나타내면 약 $-24kcal/mol$이다.
④ X — 약 $-14kcal/mol$은 계산값 $-23.49kcal/mol$과 일치하지 않는다. '약 $-14kcal/mol$'은 '약 $-24kcal/mol$'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

생성 엔탈피 두 값을 그대로 더하는 것이 아니라 '생성물 합 − 반응물 합'으로 계산해야 한다. 특히 음수인 반응물 값을 빼므로 $-94.45-(-70.96)$처럼 괄호를 써야 한다. 또한 표준 상태의 O_2는 계수가 $\frac{1}{2}$이어도 표준 생성 엔탈피가 0이므로 반응열에 기여하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 반응식을 맞춘 뒤, 생성물의 생성 엔탈피 합에서 반응물의 생성 엔탈피 합을 뺀다. 마지막에는 부호와 단위가 유지되었는지 확인하고 선택지의 근삿값과 비교한다.

암기 포인트

반응 엔탈피는 '생성물의 생성 엔탈피 합 − 반응물의 생성 엔탈피 합'이며, 표준 상태 원소의 표준 생성 엔탈피는 0이다.

NoteBase

문 3. 황산의 제조공정인 연실식과 접촉식에 대한 설명이다. 다음 중 접촉식과 가장 밀접하게 관련이 있는 내용으로만 묶인 것은?

(가) 촉매로 V_2O_5를 많이 사용한다.
(나) 탑의 하부로 SO_2, NO_2, O_2를 공급하여 반응시킨다.
(다) 제조장치에 글로벌탑, 게이뤼삭탑이 있다.
(라) $SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightleftharpoons SO_3$
(마) 순도가 낮고 자연냉각방식이 주로 사용된다.

① (가), (나)
② (나), (라), (마)
③ (가), (라)
④ (다), (마)

정답 3번

출제 포인트

황산 제조법인 접촉식과 연실식을 촉매, 반응, 장치 및 제품의 순도로 구별하는 문제이다.

핵심 개념

접촉식은 정제한 이산화황을 촉매로 산화하여 삼산화황을 만든 뒤 황산으로 흡수하는 제조법이다. 핵심 키워드는 V_2O_5 촉매와 SO_2의 SO_3 전환 반응이다.
연실식은 질소산화물을 매개로 이산화황을 산화하는 제조법이다. 글로버탑·게이뤼삭탑, 질소산화물 및 비교적 낮은 제품 순도가 핵심 키워드이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

(가)는 접촉식이지만, (나)는 질소산화물인 NO_2가 반응에 관여하므로 연실식과 관련된다. 접촉식에 관한 내용만 묶으려면 (가), (라)로 고쳐야 한다.

② X

(라)만 접촉식에 해당한다. (나)의 NO_2 사용과 (마)의 낮은 순도·자연냉각은 연실식의 특징이다. 접촉식에 관한 내용만 묶으려면 (가), (라)로 고쳐야 한다.

③ O

(가)의 V_2O_5는 접촉식에서 SO_2를 SO_3로 산화할 때 사용하는 대표적 촉매이다. (라)의 $SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightleftharpoons SO_3$는 바로 그 접촉 산화 반응이므로 두 내용 모두 접촉식과 밀접하다.

④ X

(다)의 글로버탑과 게이뤼삭탑, (마)의 낮은 순도와 자연냉각은 모두 연실식의 특징이므로 접촉식에 해당하는 내용이 없다. 접촉식에 관한 내용만 묶으려면 (가), (라)로 고쳐야 한다.

오답 포인트

(나)에 O_2가 포함되어 있다는 이유만으로 접촉식으로 판단하기 쉽다. 그러나 NO_2가 함께 제시된 것이 연실식의 결정적 단서이다. 또한 글로버탑과 게이뤼삭탑은 접촉식 장치가 아니라 연실식 장치이다.

다시 나오면 이렇게 판단

V_2O_5 촉매와 $SO_2 \rightleftharpoons SO_3$ 산화 반응이 나오면 접촉식으로 판단한다. 질소산화물, 글로버탑·게이뤼삭탑, 낮은 순도가 나오면 연실식으로 판단한다.

암기 포인트

접촉식은 V_2O_5와 SO_3, 연실식은 질소산화물과 두 탑이다.

NoteBase

문 4. 하루에 10톤의 염소가스를 생산하는 공정이 있다. 이 공장에서 하루동안 얻어지는 NaOH의 양은 몇 톤인가?
(단, Na : 23, Cl : 35, O : 16, H : 1)

$2NaCl + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2 + Cl_2$

① 9.4톤
② 10.4톤
③ 11.4톤
④ 12.4톤

정답 3번

출제 포인트

염소와 수산화나트륨의 반응 몰비와 몰질량비를 이용하여 생산되는 수산화나트륨의 질량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 염소 10ton
구해야 할 값: 같은 날 생성되는 NaOH의 질량
반응식의 몰비: $Cl_2 : NaOH = 1 : 2$
몰질량: $M(Cl_2) = 2 \times 35 = 70$, $M(NaOH) = 23 + 16 + 1 = 40$

사용할 공식

$m(NaOH) = m(Cl_2) \times \frac{2M(NaOH)}{M(Cl_2)}$
반응식에서 1mol의 Cl_2가 생성될 때 2mol의 NaOH가 생성되므로 몰비를 질량비로 바꾸어 적용한다.

계산 과정

반응식에 따른 질량비는 다음과 같다.
70 g의 Cl_2:80 g의 NaOH
따라서 생성되는 수산화나트륨의 질량은
$10\text{ton} \times \frac{80}{70} = \frac{80}{7}\text{ton} \approx 11.4\text{ton}$
이다. 같은 질량 단위끼리 비례 계산하므로 최종 단위도 ton이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 9.4ton은 반응식의 질량비로 계산한 값과 다르다. 올바르게는 11.4ton이다.
② X — 10.4ton은 10 × 80/70의 결과가 아니다. 올바르게는 11.4ton이다.
③ O — 10 × 80/70 ≈ 11.4이므로 반응식에서 구한 생성량과 일치한다.
④ X — 12.4ton은 반응식의 질량비로 계산한 값과 다르다. 올바르게는 11.4ton이다.

오답 포인트

반응식의 계수비 1 : 2를 곧바로 질량비로 사용하면 안 된다. 계수는 몰비이므로 반드시 각 물질의 몰질량을 곱해 70 : 80의 질량비로 바꾸어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

화학 반응의 생산량 문제는 반응식 계수로 몰비를 정하고, 몰질량을 곱해 질량비로 바꾼 뒤, 주어진 질량에 그 비를 적용하여 판단한다.

암기 포인트

반응식 계수는 몰비이고, 생산량 계산에는 계수와 몰질량을 함께 반영한 질량비를 사용한다.

NoteBase

문 5. 다음은 가성소다와 함께 알칼리 부분의 대표적인 제품으로 화학산업의 기초원료로 널리 사용되는 소다회(Sodium carbonate, soda ash)의 제조공정을 화학식으로 제시하였다. 해당 공정은 다음 중 무엇인가?

(가) $NaCl + NH_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow NaHCO_3 + NH_4Cl$
(나) $2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$
(다) $2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NH_3 + CaCl_2 + 2H_2O$

① 암모니아소다법
② Ostwald법
③ Leblanc법
④ 염화칼슘법

정답 1번

출제 포인트

염화나트륨에서 탄산수소나트륨을 석출하고, 이를 열분해하여 탄산나트륨을 얻은 뒤 암모니아를 회수하는 반응 계열이 암모니아소다법임을 식별하는 문제이다.

핵심 개념

암모니아소다법은 염화나트륨 수용액에 암모니아와 이산화탄소를 이용하여 탄산수소나트륨을 만들고, 이를 열분해해 소다회인 탄산나트륨을 제조하는 공정이다. 마지막 반응에서는 수산화칼슘으로 염화암모늄에서 암모니아를 재생하며 염화칼슘이 부산물로 생성된다.
공정 구별: 암모니아소다법은 $NaHCO_3$ 석출·열분해와 NH_3 회수가 핵심이고, Ostwald법은 암모니아의 촉매 산화에 의한 질산 제조, Leblanc법은 염화나트륨을 황산나트륨으로 바꾼 뒤 석회석·탄소와 반응시키는 탄산나트륨 제조 공정이다.

선지별 해설

① O — (가)에서 $NaHCO_3$를 만들고, (나)에서 이를 열분해하여 Na_2CO_3를 얻으며, (다)에서 NH_3를 재생하므로 암모니아소다법에 해당한다.
② X — 틀린 부분은 'Ostwald법'이다. Ostwald법은 암모니아를 촉매 산화하여 질산을 제조하는 공정이며, 제시된 탄산나트륨 제조 공정은 암모니아소다법이다.
③ X — 틀린 부분은 'Leblanc법'이다. Leblanc법은 염화나트륨을 황산과 반응시켜 황산나트륨을 만든 다음 석회석과 탄소로 처리하는 공정이며, 제시된 것처럼 암모니아를 회수하는 공정은 암모니아소다법이다.
④ X — 틀린 부분은 '염화칼슘법'이다. $CaCl_2$는 (다)의 암모니아 재생 단계에서 생기는 부산물일 뿐 공정명이 아니며, 올바른 공정명은 암모니아소다법이다.

NoteBase

오답 포인트

(다)에 $CaCl_2$가 나타난다는 이유로 ④를 고르기 쉽다. 그러나 공정명은 부산물이 아니라 전체 반응의 목적과 순환 물질로 판단한다. 이 공정의 목적 생성물은 Na_2CO_3이고, NH_3가 재생·순환한다.

다시 나오면 이렇게 판단

$NaCl + NH_3 + CO_2 + H_2O$에서 $NaHCO_3$가 생성되고, 가열로 Na_2CO_3가 되며, NH_4Cl에서 NH_3를 회수하는 세 단계가 보이면 암모니아소다법으로 판단한다.

암기 포인트

소다회 제조에서 '탄산수소나트륨 석출 → 열분해 → 암모니아 회수'는 암모니아소다법이다.

NoteBase

문 6. 다음 중 질소 비료가 아닌 것은?

① 요소
② 용성인비
③ 석회질소
④ 질산암모늄

정답 2번

출제 포인트

비료를 주성분에 따라 질소 비료와 인산 비료로 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

질소 비료는 작물에 질소 성분을 공급하는 비료이며, 요소·석회질소·질산암모늄이 이에 해당한다. 용성인비는 인산 성분을 공급하는 인산 비료이므로 질소 비료가 아니다.

선지별 해설

① X — 요소는 대표적인 질소 비료이다. 따라서 '질소 비료가 아닌 것'에 해당하지 않는다. 올바르게는 '요소는 질소 비료이다'이다.
② O — 용성인비는 인산을 주성분으로 공급하는 인산 비료이므로 질소 비료가 아니다.
③ X — 석회질소는 칼슘 시안아미드 성분의 질소 비료이다. 따라서 '질소 비료가 아닌 것'에 해당하지 않는다. 올바르게는 '석회질소는 질소 비료이다'이다.
④ X — 질산암모늄은 질산태 질소와 암모늄태 질소를 공급하는 질소 비료이다. 따라서 '질소 비료가 아닌 것'에 해당하지 않는다. 올바르게는 '질산암모늄은 질소 비료이다'이다.

오답 포인트

'용성인비'의 이름에 비료를 뜻하는 '비'가 들어가므로 다른 선지와 같은 질소 비료로 오인하기 쉽다. 그러나 '인비'는 인산 비료를 뜻하며, 문제의 부정 표현인 '아닌 것'도 함께 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

비료 이름에서 공급 성분을 먼저 판별한다. 요소·석회질소·질산암모늄은 질소 비료로 묶고, 용성인비는 인산 비료로 구분한다.

암기 포인트

요소·석회질소·질산암모늄은 질소, 용성인비는 인산이다.

NoteBase

문 7. 염화수소 기체를 물에 흡수시켜 만드는 염산(Hydrochloric acid, *HCl*) 및 그 제조공정에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

① 염화수소는 무색의 자극성 있는 기체로서 공기보다 가볍다.

② 염산은 강산으로 마그네슘, 아연 및 철과 만나 산소를 발생한다.

③ 염산의 대표적인 제조방법으로 합성염산법과 부생염산법이 있다.

④ 폭발을 방지하기 위해 10% 정도 염소과잉상태로 반응시킨다.

정답 3번

출제 포인트

염화수소와 염산의 성질, 금속과 염산의 반응에서 발생하는 기체, 합성염산법의 반응 조건을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

염화수소는 무색의 자극성 기체이며 물에 매우 잘 녹는다. 이 기체의 수용액이 염산이다. 염산은 강산으로서 수소보다 이온화 경향이 큰 금속과 반응하면 수소를 발생시킨다. 공업적 염산은 수소와 염소를 직접 반응시킨 염화수소를 물에 흡수하는 합성염산법과, 다른 화학 공정에서 부산물로 생긴 염화수소를 흡수하는 부생염산법으로 제조한다.

선지별 해설

① X — 염화수소는 무색의 자극성 기체라는 부분은 맞지만, 공기보다 가볍다는 부분이 틀리다. 염화수소의 몰질량은 약 $36.5 g/mol$로 공기의 평균 몰질량 약 $29 g/mol$보다 크므로 공기보다 무겁다.
② X — '산소를 발생한다'가 틀린 표현이다. 마그네슘, 아연, 철은 묽은 염산과 반응하여 염화물과 수소를 생성한다. 예를 들어 $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$이다.
③ O — 합성염산법은 $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$로 만든 염화수소를 물에 흡수하는 방법이고, 부생염산법은 다른 공정에서 부산물로 나온 염화수소를 물에 흡수하는 방법이다. 둘 다 염산의 대표적인 공업적 제조방법이다.
④ X — '염소 과잉'이 틀린 표현이다. 합성염산 공정에서는 염소가 남지 않도록 수소를 약 10% 과잉으로 공급한다. 따라서 올바른 표현은 '수소 과잉 상태로 반응시킨다'이다.

오답 포인트

①은 '무색의 자극성 기체'가 맞아 문장 전체를 맞다고 보기 쉽고, ②는 산과 금속의 반응 기체를 산소로 혼동하기 쉽다. ④는 합성 반응의 두 원료 가운데 과잉 공급하는 물질을 염소로 뒤바꾼 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

기체의 비중은 몰질량으로 비교하고, 산과 금속의 반응은 '금속염과 수소 생성'으로 판단한다. 제조법은 직접 합성인지 다른 공정의 부산물 회수인지 구분하며, 합성 공정의 과잉 원료는 수소라는 점을 확인한다.

NoteBase

암기 포인트

염화수소는 공기보다 무겁고, 염산과 금속은 수소를 만들며, 염산 제조는 합성법과 부생법으로 구분한다. 합성할 때는 수소를 과잉 공급한다.

NoteBase

문 8. 다음 중 반도체에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 도체와 부도체 중간 정도의 전기전도도를 가지는 물질이다.

② 순수한 규소에 소량의 불순물이 혼합되면 전기전도성이 증가한다.

③ 에너지 대역이 부도체에 비해 낮고, 도체에 비해 높다.

④ 일정온도 범위 내에서 온도가 증가함에 따라 전기전도도가 감소한다.

정답 4번

출제 포인트

반도체의 전기전도도, 금지대의 폭, 불순물 첨가 효과, 온도에 따른 전도도 변화를 묻는 문제이다.

핵심 개념

반도체는 도체와 부도체의 중간 정도 전기전도도를 가지며, 전자가 가전자대에서 전도대로 이동할 때 넘어야 하는 금지대의 폭도 일반적으로 도체보다 크고 부도체보다 작다. 순수 반도체에 적절한 불순물을 소량 첨가하면 전하 운반자가 늘어 전기전도도가 커진다. 또한 일반적인 반도체에서는 온도가 올라가면 전자와 정공의 수가 증가하므로 전기전도도가 증가하고 전기저항은 감소한다.

선지별 해설

① O — 반도체의 전기전도도는 일반적으로 도체보다 작고 부도체보다 크므로 맞는 설명이다.
② O — 순수한 규소에 소량의 적절한 불순물을 첨가하는 도핑을 하면 전자 또는 정공이 증가하여 전기전도성이 커진다.
③ O — 문맥상 '에너지 대역'은 금지대의 폭을 뜻한다. 반도체의 금지대는 부도체보다 좁고, 금지대가 없거나 에너지 띠가 겹치는 도체보다는 크므로 맞는 설명이다.
④ X — 틀린 표현은 '온도가 증가함에 따라 전기전도도가 감소한다'이다. 올바르게는 일반적인 반도체에서 온도가 증가하면 열에 의해 생성되는 전자와 정공이 늘어나 전기전도도가 증가하고 전기저항이 감소한다.

오답 포인트

금속 도체와 반도체의 온도 특성을 뒤바꿔 생각하기 쉽다. 금속은 온도가 높아지면 격자 진동에 의한 산란이 커져 저항이 증가하지만, 반도체는 전하 운반자의 증가 효과가 지배적이어서 전도도가 증가한다. 또한 문제는 '가장 옳지 않은 것'을 묻고 있으므로 옳은 ①~③이 아니라 ④를 골라야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

반도체의 온도 특성은 '온도 상승 → 전자·정공 증가 → 전도도 증가 → 저항 감소'의 흐름으로 판단한다. 도핑은 전하 운반자를 늘려 전도도를 높이고, 금지대의 폭은 도체와 부도체의 중간이라는 점을 함께 확인한다.

NoteBase

암기 포인트

반도체는 도핑하면 더 잘 통하고, 온도가 올라가도 더 잘 통한다.

NoteBase

문 9. 다음 아래에서 설명하고 있는 화합물로 가장 적합한 것은?

(가) 수소결합을 통해 강하게 회합하고 있다.
(나) 불안정하고 산화성이 강하다.
(다) 주로 표백제로 사용된다.
(라) 과산화바륨을 황산으로 분해하여 제조한다.

① 황산바륨
② 과산화수소
③ 인산
④ 염산

정답 2번

출제 포인트

수소결합에 의한 회합, 불안정성과 강한 산화성, 표백 작용, 과산화바륨의 산 분해라는 단서를 종합하여 과산화수소를 식별하는 문제이다.

핵심 개념

과산화수소는 분자 사이에 수소결합을 형성하고, 쉽게 분해되는 불안정한 물질이면서 강한 산화 작용을 나타내는 화합물이다. 이 산화 작용 때문에 표백제로 사용된다. 고전적 제법에서는 과산화바륨에 황산을 반응시켜 과산화수소를 얻는다: $BaO_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + H_2O_2$.

선지별 해설

① X — 황산바륨은 물에 매우 잘 녹지 않는 안정한 염으로, 제시된 강한 산화성·표백 작용을 나타내는 물질이 아니다. 이 제법에서 황산바륨은 과산화바륨과 황산의 반응으로 생기는 침전이며, 설명에 해당하는 생성물은 과산화수소이다.
② O — 과산화수소는 수소결합으로 회합하고, 불안정하여 분해되기 쉬우며, 강한 산화성 때문에 표백제로 쓰인다. 또한 과산화바륨을 황산으로 분해하는 반응으로 제조할 수 있으므로 네 단서가 모두 일치한다.
③ X — 인산은 수소결합을 할 수 있는 산이지만, 제시된 강한 산화성의 표백제나 과산화바륨의 황산 분해 생성물에 해당하지 않는다. 올바르게는 인산이 아니라 과산화수소이다.
④ X — 염산은 염화수소의 수용액으로, 제시된 과산화물 특유의 불안정성·강한 산화성·표백 작용 및 과산화바륨 제법과 일치하지 않는다. 올바르게는 염산이 아니라 과산화수소이다.

NoteBase

오답 포인트

제법에 과산화바륨과 황산이 등장하므로 반응물인 황산이나 침전 생성물인 황산바륨을 답으로 고르기 쉽다.
그러나 문제의 네 성질을 모두 만족하는 물질은 반응에서 함께 생성되는 과산화수소이다.

다시 나오면 이렇게 판단

‘불안정한 강한 산화제’, ‘표백제’, ‘과산화바륨+황산’이 함께 제시되면 과산화수소로 판단한다. 제법 문장에서는 반응물과 부산물이 아니라 문제가 묻는 생성물을 구분한다.

암기 포인트

과산화수소는 수소결합·불안정·강한 산화성·표백 작용을 가지며, 과산화바륨과 황산의 반응으로 얻을 수 있다.

NoteBase

문 10. 수(水)처리와 관련된 보기의 설명 중 옳은 것으로 짝지어진 것은?

㉠ 물의 경도가 높으면 관 또는 보일러의 벽에 스케일이 생성된다.
㉡ 물의 경도는 석회소오다법 및 이온교환법에 의하여 제거할 수 있다.
㉢ 물의 온도가 증가할수록 용존산소의 양도 증가한다.
㉣ BOD는 생물화학적 산소요구량을 말한다.

① ㉠, ㉡, ㉢
② ㉡, ㉢, ㉣
③ ㉠, ㉡, ㉣
④ ㉠, ㉢, ㉣

정답 3번

출제 포인트

물의 경도가 설비에 미치는 영향, 경도 제거법, 수온과 용존산소의 관계, BOD의 뜻을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

물의 경도: 물속 칼슘·마그네슘 이온 등에 의해 나타나는 성질로, 경도가 높으면 가열 설비와 관 벽에 스케일이 생기기 쉽다.
연수법: 석회소다법은 침전으로 경도 성분을 제거하고, 이온교환법은 경도 유발 이온을 다른 이온으로 바꾸어 제거한다.
용존산소: 물에 녹아 있는 산소이며, 일반적으로 수온이 높아질수록 산소의 용해도가 낮아져 그 양이 감소한다.
BOD: 미생물이 물속의 생분해성 유기물을 분해할 때 소비하는 산소량을 나타내는 생물화학적 산소요구량이다.

선지별 해설

① X — ㉠과 ㉡은 옳지만 ㉢이 틀렸고, 옳은 ㉣이 빠져 있다. ㉢의 '온도가 증가할수록 용존산소의 양도 증가한다'는 표현은 '온도가 증가할수록 용존산소의 양은 감소한다'로 고쳐야 하므로 옳은 조합은 ㉠, ㉡, ㉣이다.
② X — ㉡과 ㉣은 옳지만 ㉢이 틀렸고, 옳은 ㉠이 빠져 있다. 수온이 높아지면 산소의 용해도가 낮아지므로 ㉢은 '용존산소의 양이 감소한다'가 맞으며, 옳은 조합은 ㉠, ㉡, ㉣이다.
③ O — ㉠은 높은 경도가 스케일 생성을 일으킨다는 설명, ㉡은 석회소다법과 이온교환법으로 경도를 제거할 수 있다는 설명, ㉣은 BOD의 정의로서 모두 옳다.
④ X — ㉠과 ㉣은 옳지만 ㉢이 틀렸고, 옳은 ㉡이 빠져 있다. ㉢의 '증가한다'는 '감소한다'로 고쳐야 하고 경도는 석회소다법이나 이온교환법으로 제거할 수 있으므로, 옳은 조합은 ㉠, ㉡, ㉣이다.

NoteBase

오답 포인트

핵심 함정은 ㉢의 수온과 용존산소 관계를 같은 방향으로 제시한 데 있다. 수온이 높아지면 기체인 산소가 물에 덜 녹으므로 용존산소는 증가가 아니라 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 보기의 참·거짓을 먼저 독립적으로 판단한다. 경도 상승은 스케일 생성, 경도 제거는 석회소다법·이온교환법, 수온 상승은 용존산소 감소, BOD는 생물화학적 산소요구량이라는 기준을 적용하면 ㉠·㉡·㉣만 남는다.

암기 포인트

경도는 스케일, 경도 제거는 석회소다·이온교환, 수온 상승은 용존산소 감소, BOD는 생물화학적 산소요구량이다.

NoteBase

문 11. 다음 중 인산(H_3PO_4)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 염산, 질산에 비해 강산으로 Fe, Al, Zn 등과 반응하여 수소를 발생한다.

② 인산염은 물에 불용성이며 금속표면에 보호피막을 형성하는 경우가 많아 피막형성 처리제로 이용된다.

③ 무색, 투명한 점성이 있는 액체로서 비료, 금속 표면 처리에 많이 사용한다.

④ 비휘발성이고 조해성이 있으며 농도가 높아지면 결정화되기 쉽다.

정답 1번

출제 포인트

인산의 산성도와 물리적 성질, 인산염의 용해성 및 산업적 용도를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

인산은 H_3PO_4로 표시하는 삼염기성 약산이다. 염산과 질산보다 산으로서 약하며, 비휘발성·흡습성·점성을 나타낸다. 또한 여러 금속의 인산염은 물에 잘 녹지 않아 금속 표면에 보호피막을 만드는 데 이용된다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '염산, 질산에 비해 강산'이다. 인산은 단계적으로 해리하는 약산으로 염산과 질산보다 약하다. 올바르게는 '인산은 염산, 질산에 비해 약한 삼염기산이다'이다.
② O — 알칼리 금속염과 암모늄염 등의 예외를 제외한 많은 금속 인산염은 물에 잘 녹지 않는다. 이 성질을 이용하면 금속 표면에 난용성 인산염 보호피막을 형성할 수 있으므로 피막형성 처리제로 사용된다.
③ O — 인산은 무색·투명하고 점성이 있는 액체이며, 인산 비료의 원료와 금속 표면의 인산염 피막 처리 등에 널리 사용된다.
④ O — 인산은 증기압이 낮은 비휘발성 물질이고 수분을 잘 흡수한다. 순수하거나 농도가 높은 인산은 온도가 낮아지면 결정이 석출되기 쉬우므로 옳은 설명이다.

오답 포인트

①은 인산이 금속과 반응할 수 있다는 내용에 끌려 산의 세기까지 강하다고 판단하게 만드는 선지이다. 금속과의 반응 가능성과 산의 세기는 같은 기준이 아니며, '염산, 질산에 비해 강산'이라는 비교가 결정적인 오류이다.

다시 나오면 이렇게 판단

인산의 성질은 '약한 삼염기산, 비휘발성, 흡습성, 점성'으로 정리하고, 인산염은 '대부분의 금속염이 난용성이어서 보호피막 형성에 이용됨'으로 판단한다.

암기 포인트

인산은 약한 삼염기산이고, 금속 인산염은 난용성 피막을 만든다.

NoteBase

문 12. 전지에 대한 보기의 설명 중 가장 옳은 것으로 짝지어진 것은?

㉠ 전해질 내에서의 이온에 의한 전하의 이동이 존재한다.
㉡ 충전전압은 방전전압보다 낮다.
㉢ (-)극에서는 환원반응이 (+)극에서는 산화반응이 일어난다.
㉣ 충전전압과 방전전압의 차이는 전극에서의 과전압, 전해질 내에서의 저항이 주원인이다.

① ㉠, ㉡
② ㉢, ㉣
③ ㉠, ㉣
④ ㉡, ㉢

정답 3번

출제 포인트

전지에서 전하가 이동하는 방식, 충전·방전 전압의 관계, 방전 시 양극과 음극의 반응, 전압 손실의 원인을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

전해질에서는 전자 대신 양이온과 음이온의 이동으로 전하가 운반된다.
방전 중인 전지는 화학에너지를 전기에너지로 바꾸며, (-)극에서 산화반응이 일어나 전자가 방출되고 (+)극에서 환원반응이 일어나 전자가 소비된다.
충전에는 방전 전압보다 높은 외부 전압이 필요하다. 전극의 과전압과 전해질·전극 등의 내부 저항 때문에 충전전압은 높아지고 방전전압은 낮아져 두 전압 사이에 차이가 생긴다.

선지별 해설

① X — ㉠은 옳지만 ㉡이 틀리다. '충전전압은 방전전압보다 낮다'가 잘못된 표현이며, 올바르게는 충전전압이 방전전압보다 높다. 따라서 ㉠, ㉡이 아니라 ㉠, ㉣이 옳은 조합이다.
② X — ㉣은 옳지만 ㉢이 틀리다. ㉢은 방전 시 전극반응을 반대로 서술했다. 올바르게는 (-)극에서 산화반응, (+)극에서 환원반응이 일어난다. 따라서 ㉢, ㉣이 아니라 ㉠, ㉣이 옳은 조합이다.
③ O — ㉠과 ㉣이 모두 옳다. 전해질에서는 이온이 전하를 운반하며, 충전전압과 방전전압의 차이는 주로 전극의 과전압과 전해질을 포함한 전지 내부의 저항에서 생긴다.
④ X — ㉡과 ㉢이 모두 틀리다. 올바르게는 충전전압이 방전전압보다 높고, 방전 시 (-)극에서는 산화반응, (+)극에서는 환원반응이 일어난다. 옳은 조합은 ㉡, ㉢이 아니라 ㉠, ㉣이다.

NoteBase

오답 포인트

㉡은 충전에 더 큰 외부 전압이 필요하다는 점을 거꾸로 제시했고, ㉢은 방전 시 양극과 음극의 산화·환원 반응을 서로 바꾸었다. 충전 과정에서는 방전 때와 반응 방향이 반대가 되므로, 문제의 기본 전지 작동 상태인 방전과 혼동하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전해질의 전하 운반자는 이온임을 확인한다. 다음으로 방전 기준에서 (-)극은 산화, (+)극은 환원으로 판단한다. 마지막으로 과전압과 내부 저항 때문에 충전전압은 방전전압보다 높다는 관계를 적용한다.

암기 포인트

전해질은 이온 이동, 방전은 음극 산화·양극 환원, 전압은 충전이 방전보다 높다.

NoteBase

문 13. 다음 중 알루미늄을 제조하기 위해 보크사이트에서 알루미나를 석출하는 공정인 Bayer법을 순서에 맞게 나열한 것은?

(가) 알루미나 석출조로 옮겨 알루미나 결정종이 존재하는 조건에서 가수분해한다.
(나) NaOH과 혼합시켜 알루민산나트륨 용액으로 침출시킨다.
(다) 미분말로 분쇄한다.
(라) 보크사이트를 배소에 의해 수분 및 유기물을 제거한다.
(마) 침전조에서 보크사이트 내 불순물을 적니로 만든다.

① 라-가-나-다-마
② 가-나-다-라-마
③ 나-가-라-마-다
④ 라-다-나-마-가

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 Bayer법에서 보크사이트를 전처리한 뒤 알루민산나트륨 용액을 만들고, 불순물을 제거한 다음 알루미나를 석출하는 공정의 순서를 묻는다.

올바른 순서

라 → 다 → 나 → 마 → 가
1. 라: 보크사이트를 배소하여 수분과 유기물을 제거한다.
2. 다: 배소한 보크사이트를 미분말로 분쇄한다.
3. 나: 분쇄물을 *NaOH*와 혼합하여 알루민산나트륨 용액으로 침출한다.
4. 마: 침출 후 남은 불용성 불순물을 적니로 분리한다.
5. 가: 정제된 알루민산나트륨 용액을 알루미나 석출조로 옮기고 결정종을 넣어 가수분해함으로써 알루미나 수화물을 석출한다.

왜 이 순서인가: 알루미나를 석출하려면 먼저 보크사이트를 전처리하고 *NaOH* 침출로 알루민산나트륨 용액을 만든 뒤, 석출을 방해하는 적니를 제거해야 하기 때문이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 라 다음에 가를 둔 것이 틀렸다. 알루미나 석출은 알루민산나트륨 용액을 만들고 적니를 제거한 뒤에 가능하다. 올바르게는 라-다-나-마-가이다.
② X — 가를 첫 단계에 둔 것이 틀렸다. 석출 대상인 알루민산나트륨 용액이 아직 만들어지지 않았으므로 가를 먼저 할 수 없다. 올바르게는 라-다-나-마-가이다.
③ X — 나를 보크사이트의 배소와 분쇄보다 앞에 둔 것과 다를 마지막에 둔 것이 틀렸다. 배소·분쇄로 원료를 전처리한 다음 *NaOH* 침출을 해야 한다. 올바르게는 라-다-나-마-가이다.
④ O — 배소 → 분쇄 → *NaOH* 침출 → 적니 분리 → 결정종을 이용한 가수분해·석출의 순서와 일치한다.

오답 포인트

가의 '알루미나 석출'과 마의 '적니 분리'를 모두 침전조 관련 단계로 보고 순서를 뒤섞기 쉽다. 그러나 적니는 침출액에 남은 불용성 불순물이므로 먼저 제거되고, 알루미나 석출은 정제된 용액에서 그다음에 진행된다.

다시 나오면 이렇게 판단

Bayer법의 단계는 원료 전처리 → 용액화 → 불순물 제거 → 목적 성분 석출의 흐름으로 판단한다. 앞 단계의 산출물인 정제된 알루민산나트륨 용액이 마지막 석출 단계의 입력이 된다.

암기 포인트

배소·분쇄로 준비하고, 가성소다로 녹이고, 적니를 거른 뒤, 알루미나를 석출한다.

NoteBase

문 14. 다음 중 철 장식품의 부식을 막기 위한 도금재료로 부적합한 것은?

① Mg

② Pt

③ Ni

④ Pb

정답 1번

출제 포인트

철 장식품의 도금층으로 사용할 금속을 철과의 이온화 경향 및 도금층 자체의 내식성으로 구별하는 문제이다.

핵심 개념

도금은 철의 표면을 다른 금속으로 덮어 산소와 물의 접촉을 차단하는 방식이다. 장식용 보호 도금에는 철보다 산화되기 어렵고 표면이 안정한 금속이 적합하다. Mg는 철보다 이온화 경향이 훨씬 커서 먼저 산화되는 희생 금속으로는 철을 보호할 수 있지만, 도금층 자체가 빠르게 소모되므로 철 장식품의 내구성 있는 도금재료로는 부적합하다.

선지별 해설

① O — Mg는 철보다 산화되기 쉬워 도금층 자체가 먼저 부식되고 빠르게 소모되므로 철 장식품의 도금재료로 부적합하다.
② X — ‘Pt가 부적합하다’는 판단이 틀리다. 올바르게는 Pt는 철보다 매우 귀한 금속으로 산화되기 어렵기 때문에, 도금층이 온전하면 철을 외부 환경과 차단하는 안정한 도금재료가 된다.
③ X — ‘Ni가 부적합하다’는 판단이 틀리다. 올바르게는 Ni는 철보다 산화되기 어렵고 표면의 내식성과 광택이 좋아 철 제품의 보호·장식 도금에 사용할 수 있다.
④ X — ‘Pb가 부적합하다’는 판단이 틀리다. 올바르게는 Pb는 철보다 이온화 경향이 작고 표면에 보호성 피막을 형성하므로, 도금층이 온전한 조건에서는 철을 부식 환경으로부터 차단할 수 있다.

오답 포인트

Mg가 희생양극으로 철을 보호한다는 사실만 보고 도금재료로도 적합하다고 판단하기 쉽다. 희생양극 방식은 Mg가 대신 부식되는 원리를 이용하지만, 장식용 도금은 도금층 자체가 오래 유지되어야 하므로 Mg가 부적합하다.

다시 나오면 이렇게 판단

철보다 이온화 경향이 훨씬 큰 금속은 먼저 산화되어 희생 방식으로 철을 보호하지만 도금층은 소모된다. 철보다 산화되기 어려운 금속은 도금층이 손상되지 않은 동안 차단막으로 철을 보호한다는 기준으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

Mg는 희생양극에는 적합하지만, 오래 남아 있어야 하는 철 장식품의 도금층에는 부적합하다.

NoteBase

문 15. 다음은 암모니아 산화식 질산 제조법 반응식의 일부이다. 공기 중에서 $2m^3$의 암모니아를 전부 산화시키는데 필요한 공기량은 얼마인가? (단, 공기 중 질소 79%, 산소 21%이다.)

$4NH_3 + 5O_2 \rightleftharpoons 4NO + 6H_2O + 216.4kcal$

① $8.5m^3$
② $4.2m^3$
③ $11.9m^3$
④ $20.4m^3$

정답 3번

출제 포인트

같은 온도와 압력에서 기체의 반응 부피비가 반응식의 계수비와 같다는 원리를 이용하여 암모니아 산화에 필요한 산소의 부피를 구하고, 이를 산소 21%인 공기의 부피로 환산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 암모니아의 부피는 $2m^3$, 공기 중 산소의 부피 비율은 21%이다.
구해야 할 값: 암모니아를 전부 산화시키는 데 필요한 공기의 부피이다.
주의할 조건: 반응식에서 $NH_3 : O_2 = 4 : 5$이므로 먼저 순수 산소의 부피를 구한 뒤 공기 부피로 환산한다.

사용할 공식

같은 온도와 압력에서 기체의 부피비는 반응식의 계수비와 같다.
$V_{O_2} = V_{NH_3} \times \frac{5}{4}$
공기 중 산소가 21%이므로 다음 관계를 사용한다.
V_공기=V_O_20.21
반응물인 암모니아와 산소가 모두 기체이므로 반응 계수비를 부피비로 사용할 수 있다.

계산 과정

1. 암모니아 $2m^3$에 필요한 산소의 부피를 구한다.
$2m^3 \times \frac{5}{4} = 2.5m^3$
2. 산소 $2.5m^3$가 공기 부피의 21%가 되도록 환산한다.
V_공기=(2.5 m^3)/(0.21)=11.904⋯ m^3
3. 선지의 자릿수에 맞추면 필요한 공기량은 약 $11.9m^3$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $8.5m^3$의 공기에는 산소가 $8.5 \times 0.21 = 1.785m^3$만 들어 있어 필요한 $2.5m^3$보다 부족하다. 틀린 값 $8.5m^3$는 $11.9m^3$로 고쳐야 한다.
② X — $4.2m^3$의 공기에는 산소가 $4.2 \times 0.21 = 0.882m^3$만 들어 있어 암모니아를 전부 산화시킬 수 없다. 틀린 값 $4.2m^3$는 $11.9m^3$로 고쳐야 한다.
③ O — 반응 계수비로 구한 산소 $2.5m^3$를 0.21로 나누면 약 $11.9m^3$가 되므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — $20.4m^3$의 공기에는 산소가 $20.4 \times 0.21 = 4.284m^3$ 들어 있어 필요한 양보다 많다. 틀린 값 $20.4m^3$는 $11.9m^3$로 고쳐야 한다.

오답 포인트

반응식의 계수비 4 : 5로 구한 $2.5m^3$는 순수 산소의 부피이지 공기의 부피가 아니다. 공기 중 산소가 21%이므로 공기량은 산소량에 0.21을 곱하는 것이 아니라 0.21로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

기체 반응 문제에서는 반응식의 계수비로 필요한 순수 기체의 부피를 먼저 구한 다음, 혼합기체 속 해당 성분의 부피분율로 나누어 전체 혼합기체의 부피를 구한다.

암기 포인트

필요한 공기량은 필요한 산소량을 공기 중 산소의 부피분율 0.21로 나눈 값이다.

NoteBase

문 16. 1Faraday의 전류량에 의해서 생성되는 NaOH의 양은 몇 g인가? (단, Na : 23, H : 1, O :16 이다.)

① 20

② 40

③ 60

④ 80

정답 2번

출제 포인트

패러데이 법칙을 이용하여 1 Faraday의 전하량이 생성하는 NaOH의 질량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전하량은 $1F$, 원자량은 Na 23, H 1, O 16이다.
구해야 할 값: 생성되는 NaOH의 질량이다.
주의할 조건: NaOH 1몰이 생성될 때 전자 1몰이 대응하므로 NaOH의 전자수는 $z = 1$이다.

사용할 공식

패러데이 법칙에 따른 생성 질량은
$m = \frac{Q}{F} \times \frac{M}{z}$
이다. 여기서 Q는 통과한 전하량, F는 Faraday 상수, M은 몰질량, z는 물질 1몰 생성에 대응하는 전자 몰수이다.
1몰의 전자가 1몰의 OH^-를 만들고 이것이 Na^+와 함께 NaOH 1몰에 대응하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. NaOH의 몰질량은 $23 + 16 + 1 = 40g/mol$이다.
2. $Q = 1F$, $z = 1$이므로 생성되는 NaOH의 몰수는 $1mol$이다.
3. 따라서 생성 질량은
$m = \frac{1F}{F} \times \frac{40g/mol}{1} = 40g$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 20은 계산 결과 40g과 다르다. '20g'은 틀린 값이며, 올바르게는 '40g'이다.
② O — 1 Faraday는 NaOH 1몰에 대응하고 NaOH의 몰질량이 40g/mol이므로 40g이 생성된다.
③ X — 60은 NaOH의 몰질량과 패러데이 법칙으로 얻은 40g과 다르다. '60g'은 틀린 값이며, 올바르게는 '40g'이다.
④ X — 80은 NaOH 2몰의 질량에 해당하지만 1 Faraday로 생성되는 NaOH는 1몰이다. '80g'은 틀린 값이며, 올바르게는 '40g'이다.

오답 포인트

NaOH의 몰질량 40g/mol을 구한 뒤 전자수 z를 확인해야 한다. 이 반응에서는 NaOH 1몰당 전자 1몰이 대응하므로 몰질량을 2로 나누거나 2배 하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 생성물의 몰질량을 구하고, 생성물 1몰당 대응하는 전자 몰수 z를 정한 다음 $m = (Q/F)(M/z)$에 대입하여 단위를 검산한다.

암기 포인트

1 Faraday는 전자 1몰이며, NaOH는 이 문항의 생성 반응에서 전자 1몰당 1몰이 생성되므로 $1F \rightarrow 1mol \rightarrow 40g$이다.

NoteBase

문 17. 다음 중 질산 및 질산 제조공정에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① TNT 등의 폭약제조에 쓰인다.

② 오스트발트법(암모니아산화법)으로 얻을 수 있다.

③ NH_3 산화 → NO 산화 → NO_2 및 N_2O_4 흡수 등의 과정을 통해 얻을 수 있다.

④ NH_3와 O_2 혼합가스는 폭발성이 있으므로 NH_3가 과잉 되도록 제어한다.

정답 4번

출제 포인트

질산의 용도와 오스트발트법의 반응 단계, 특히 암모니아·공기 혼합비의 제어 원리를 묻는 문제이다.

핵심 개념

오스트발트법은 암모니아를 촉매 산화하여 일산화질소를 만들고, 이를 이산화질소로 산화한 뒤 물에 흡수시켜 질산을 제조하는 공정이다. 주요 흐름은 NH_3 산화 → NO 산화 → NO_2·N_2O_4 흡수이다. 암모니아와 공기의 혼합물은 폭발 위험이 있으므로 암모니아를 과잉으로 하지 않고 공기, 즉 산소가 과잉이 되도록 운전한다.

선지별 해설

① O — 질산은 방향족 화합물의 니트로화에 쓰이며, 톨루엔을 니트로화하여 TNT를 제조할 때 사용된다.
② O — 질산은 암모니아를 원료로 하는 오스트발트법으로 공업적으로 제조할 수 있다.
③ O — 오스트발트법에서는 NH_3를 산화하여 NO를 만들고, 다시 NO_2로 산화한다. NO_2는 N_2O_4와 평형을 이루며, 이들을 물에 흡수시켜 질산을 얻는다.
④ X — 틀린 표현은 'NH_3가 과잉 되도록 제어한다'이다. 실제로는 폭발 위험을 줄이고 산화 반응을 충분히 진행하기 위해 공기 또는 O_2를 과잉으로 하고, NH_3 농도는 낮게 제어한다.

오답 포인트

④는 혼합가스의 폭발성을 언급한 앞부분 때문에 맞는 설명처럼 보이지만, 그 위험에 대한 제어 방향을 반대로 제시한다. 폭발성 혼합물에서 암모니아를 과잉으로 하는 것이 아니라 산소가 과잉이 되도록 하여 암모니아 농도를 낮춘다.

다시 나오면 이렇게 판단

오스트발트법 선지는 '암모니아 → 일산화질소 → 이산화질소 → 흡수·질산'의 순서와 '공기 과잉, 암모니아 농도 제한'이라는 두 기준으로 판단한다.

암기 포인트

오스트발트법은 NH_3 → NO → NO_2 → HNO_3, 혼합비는 공기 과잉이다.

NoteBase

문 18. 다음 중 흡수되면 이타이이타이병을 일으킬 수 있는 물질은?

① 니켈
② 납
③ 비소
④ 카드뮴

정답 4번

출제 포인트

대표적인 중금속과 그 중독으로 발생하는 질환을 연결하는 문제이다.

핵심 개념

이타이이타이병은 카드뮴이 체내에 축적되어 신장 기능을 손상시키고 뼈의 연화와 심한 통증 등을 일으키는 대표적인 만성 카드뮴 중독 질환이다.

선지별 해설

① X — 니켈은 이타이이타이병의 원인 물질이 아니다. 틀린 물질명 '니켈'은 '카드뮴'으로 고쳐야 한다. 니켈 노출은 피부염과 호흡기 장애 등을 일으킬 수 있다.
② X — 납은 이타이이타이병의 원인 물질이 아니다. 틀린 물질명 '납'은 '카드뮴'으로 고쳐야 한다. 납 중독은 신경계·조혈계·신장 등에 장애를 일으킬 수 있다.
③ X — 비소는 이타이이타이병의 원인 물질이 아니다. 틀린 물질명 '비소'는 '카드뮴'으로 고쳐야 한다. 비소 중독은 피부 병변과 말초신경 장애 등을 일으킬 수 있다.
④ O — 카드뮴이 체내에 흡수되어 만성적으로 축적되면 신장 손상과 골연화증을 유발하여 이타이이타이병을 일으킬 수 있다.

오답 포인트

니켈·납·비소도 모두 유해한 중금속이지만, '이타이이타이병'과 직접 연결되는 원인 물질은 카드뮴이다. 단순히 독성이 있다는 공통점만 보고 다른 중금속을 고르면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

질환명이 제시되면 대표 원인 물질을 먼저 연결한다. 이타이이타이병은 카드뮴, 미나마타병은 수은으로 구별한다.

암기 포인트

이타이이타이병 = 카드뮴 = 신장 손상·골연화증이다.

NoteBase

문 19. 다음 중 알칼리 금속들의 성질을 비교한 것으로 가장 옳지 않은 것은?

① 녹는점 - Li > Na > K > Rb > Cs

② 원자반지름 - Li < Na < K < Rb < Cs

③ 밀도 - Li < Na < K < Rb < Cs

④ 이온화에너지 - Li < Na < K < Rb < Cs

정답 4번

출제 포인트

알칼리 금속에서 원자 크기, 금속 결합의 세기, 녹는점, 밀도 및 이온화에너지가 족 아래로 갈수록 어떻게 변하는지를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

알칼리 금속은 Li, Na, K, Rb, Cs 순으로 족 아래로 내려간다. 아래로 갈수록 전자껍질 수와 원자반지름이 커지고, 최외각 전자가 원자핵에서 멀어져 첫 번째 이온화에너지는 작아진다. 원자가 커지면서 금속 결합은 약해지므로 녹는점도 대체로 낮아진다. 밀도는 대체로 증가하지만 Na와 K 사이에는 예외가 있다.

선지별 해설

① O

Li > Na > K > Rb > Cs 순으로 녹는점이 낮아진다. 족 아래로 갈수록 원자반지름이 커져 금속 양이온과 자유전자 사이의 인력이 약해지기 때문이다.

② O

Li < Na < K < Rb < Cs 순으로 원자반지름이 커진다. 아래 원소일수록 전자껍질이 하나씩 추가되기 때문이다.

③ O

출제 의도상 족 아래로 갈수록 원자량 증가의 영향으로 밀도는 대체로 커진다는 일반 경향을 나타낸다. 다만 실제 밀도에서는 K가 Na보다 작으므로 엄밀한 순서는 Li < K < Na < Rb < Cs이다. 따라서 제시된 연속 부등식에는 Na와 K의 예외가 생긴다.

④ X

틀린 표현은 '이온화에너지 - Li < Na < K < Rb < Cs'이다. 실제로는 원자반지름과 차폐 효과가 커져 최외각 전자를 떼어 내기 쉬워지므로 첫 번째 이온화에너지는 Li > Na > K > Rb > Cs 순이다. 제시된 순서는 실제 경향을 완전히 반대로 쓴 것이다.

NoteBase

오답 포인트

원자반지름과 이온화에너지를 같은 방향으로 외우면 ④를 놓치기 쉽다. 두 성질은 반대로 변한다. 또한 ③은 ‘대체로 증가’라는 족의 일반 경향을 묻는 취지이지만, 정확한 수치 순서에서는 K의 밀도가 Na보다 작은 예외가 있음을 구분해야 한다. 이 때문에 공식 정답은 전체 주기 경향을 정반대로 제시한 ④이다.

다시 나오면 이렇게 판단

알칼리 금속을 Li → Cs 방향으로 놓고 판단한다. 전자껍질 수와 원자반지름은 증가하고, 최외각 전자에 대한 핵의 유효한 인력과 이온화에너지는 감소한다. 금속 결합이 약해져 녹는점도 감소하며, 밀도는 대체로 증가하되 Na–K 예외를 별도로 확인한다.

암기 포인트

알칼리 금속은 아래로 갈수록 반지름은 커지고, 이온화에너지와 녹는점은 작아진다. 밀도는 대체로 커지지만 K는 Na보다 작다.

NoteBase

문 20. 카바이드(CaC_2)는 석회질소 비료의 제조원료로서 이의 함량은 아세틸렌가스(C_2H_2)의 발생량으로 결정한다. 1kg의 카바이드에서 300L(27°C, 760mmHg)의 아세틸렌가스가 발생하였다면 카바이드의 함량은 몇 %인가? (단, 기체는 이상기체로 가정하고, 원자량은 Ca : 40, C : 12 이다.)

① 63%

② 68%

③ 73%

④ 78%

정답 4번

출제 포인트

탄화칼슘과 아세틸렌의 1:1 몰 관계와 이상기체 상태방정식을 이용하여 시료 속 탄화칼슘의 질량 백분율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 시료 질량은 $1kg = 1000g$, 아세틸렌의 부피는 $300L$, 압력은 $760mmHg = 1atm$, 온도는 $27^\circ C = 300K$이다.
구해야 할 값: 시료에서 순수한 CaC_2가 차지하는 질량 백분율이다.
주의할 조건: CaC_2 1몰에서 C_2H_2 1몰이 발생하며, 섭씨온도는 절대온도로 바꾸어야 한다.

사용할 공식

반응식은 $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$이다. 따라서 $n(CaC_2) = n(C_2H_2)$이다.
기체의 몰수는 이상기체 상태방정식 $PV = nRT$, 즉 $n = PV/(RT)$로 구한다. 발생한 아세틸렌의 몰수가 반응한 탄화칼슘의 몰수와 같기 때문에 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 아세틸렌의 몰수는 $n = \frac{1atm \times 300L}{0.082L \cdot atm \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \times 300K} \approx 12.2mol$이다.
2. CaC_2의 몰질량은 $40 + 2 \times 12 = 64g/mol$이므로, 순수한 CaC_2의 질량은 $12.2mol \times 64g/mol \approx 780g$이다.
3. 함량은 $\frac{780g}{1000g} \times 100 \approx 78\%$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 계산값은 약 78%이므로 63%는 틀린 값이다. 올바르게는 약 78%이다.
② X — 계산값은 약 78%이므로 68%는 틀린 값이다. 올바르게는 약 78%이다.
③ X — 계산값은 약 78%이므로 73%는 틀린 값이다. 올바르게는 약 78%이다.
④ O — 이상기체 상태방정식으로 구한 아세틸렌의 몰수를 탄화칼슘의 질량으로 환산하면 함량이 약 78%가 된다.

오답 포인트

27을 그대로 기체 온도에 대입하면 안 된다. 반드시 $27\,^\circ C = 300K$로 바꾸어야 한다. 또한 발생한 아세틸렌의 질량이 아니라, 1:1 몰비를 이용해 대응하는 CaC_2의 질량을 구한 뒤 시료 질량으로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

기체 발생량으로 순도를 묻는 문제는 반응식의 몰비 확인 → $PV = nRT$로 기체 몰수 계산 → 목표 물질의 질량 환산 → 전체 시료 질량으로 나누기의 순서로 판단한다.

암기 포인트

CaC_2 1몰은 C_2H_2 1몰을 만들며, 기체 계산의 온도는 반드시 절대온도 K를 사용한다.

NoteBase