電池のしくみ

問題演習指導用

生徒用問題・解答・つまずきへの対応

問1 反応を別々の場所で起こす

$Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$の反応を利用する。
① ZnをCu^{2+}水溶液に直接入れる場合と、両極を分けて導線で結ぶ電池では、電子の受け渡し経路がどう違うか。
② 電池が取り出すエネルギーの形を答えよ。

解答・採点時に確認する内容

① 直接接触ではZnの表面付近で電子が受け渡される。電池では電子を外部の導線に流して受け渡す。
② 電気エネルギー。

誤答を見たとき

電子が溶液中を直接横切る図になっていないか、導線を通る経路を確認する。

押さえたい考え方

電池は酸化還元反応を**別々の場所で進め、電子を外部回路へ通す**仕組みである。
単に化学反応が起これば、どの配置でも同じように電力を取り出せるわけではない。

電池のしくみ

問題演習指導用

生徒用問題・解答・つまずきへの対応

問2 負極・正極と向き

ダニエル電池が放電している。
① Zn極・Cu極のどちらが負極か。
② 電子と電流は外部の導線をどちら向きに流れるか。
③ 各極の半反応式を書け。

解答・採点時に確認する内容

① Zn極。
② 電子：Zn→Cu、電流：Cu→Zn。
③ 負極$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$、正極$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$。

誤答を見たとき

正極と負極を電子の正負から逆に覚えていたら、放出側・受取側で整理する。

押さえたい考え方

電子を出す負極で酸化、受け取る正極で還元が起こる。
電流の向きは正の電荷が動く向きで定めるため、電子の移動方向と逆になる。

電池のしくみ

問題演習指導用

生徒用問題・解答・つまずきへの対応

問3 見える変化とイオンの移動

ダニエル電池の放電で、
① Zn板・Cu板の質量、
② Cu^{2+}水溶液の青色はどう変わるか。
③ 素焼き板などのイオンを通す連絡部が必要な理由を説明せよ。

解答・採点時に確認する内容

① Zn板は減少、Cu板は増加。
② 薄くなる。
③ 両溶液の電気的な偏りをイオンの移動で抑え、反応を続けるため。

誤答を見たとき

素焼き板が電子を通すとしたら、導線と溶液の運搬役を区別する。

押さえたい考え方

ZnはZn^{2+}として溶け、Cu^{2+}はCuになって析出する。**青色のもとはCu^{2+}**なので、その減少と色の変化が対応する。
導線だけをつないでも、溶液側の電荷の偏りが解消されなければ放電は続かない。

電池のしくみ

問題演習指導用

生徒用問題・解答・つまずきへの対応

問4 電池の分類と共通性

マンガン乾電池、鉛蓄電池、リチウムイオン電池、水素・酸素燃料電池について、
① 充電して繰り返し使う二次電池を選べ。
② 燃料電池に外部から供給するものを答えよ。③「どの電池でも負極の金属が溶ける」は正しいか。

解答・採点時に確認する内容

① 鉛蓄電池、リチウムイオン電池。
② 水素と酸素。
③ 誤り。水素・酸素燃料電池の負極では水素が酸化される。

誤答を見たとき

ダニエル電池の特徴をすべての電池へ広げていないか、燃料電池を反例に確認する。

押さえたい考え方

共通するのは**負極の酸化・正極の還元**であり、金属の溶解・析出ではない。
一次・二次の区別は、充電による再使用を想定しているかで整理する。

電池

問題演習指導用

生徒用問題・解答・つまずきへの対応

問1 反応から電極と電子の向きを決める

ダニエル電池を放電させる。亜鉛板は硫酸亜鉛水溶液に、銅板は硫酸銅(II)水溶液に浸してある。
① 負極・正極の金属を答え、各極の半反応式を書け。
② 外部の導線を流れる電子と電流の向きを、それぞれ金属名で答えよ。

解答・採点時に確認する内容

① 負極：Zn、正極：Cu。
$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$
② 電子：Zn → Cu。電流：Cu → Zn。

誤答を見たとき

「正極のCu板が電子を失う」なら、還元される粒子をCu^{2+}と特定させる。

押さえたい考え方

電子を出す側が負極、受け取る側が正極。 半反応式で、電子が右辺にあれば酸化、左辺にあれば還元と読める。
正極で電子を受け取るのは、銅板そのものではなく**水溶液中のCu^{2+}**。Cu^{2+}がCuになり、銅板に付く。

電池

問題演習指導用

生徒用問題・解答・つまずきへの対応

問2 水溶液と仕切りの役割を説明する

ダニエル電池について答えよ。
① 放電が進むと、硫酸銅(II)水溶液の青色はどう変わるか。原因となる粒子の変化も書け。
② 素焼き板を、イオンをまったく通さない仕切りに替えた。放電を長く続けられない理由を説明せよ。

解答・採点時に確認する内容

① 青色は薄くなる。青色のもとであるCu^{2+}が還元され、溶液中で減るため。
② 両側の電気的な偏りをイオンの移動で打ち消せなくなるため。

誤答を見たとき

「電子が素焼き板を通れないから」は不可。電子が流れる導線と、イオンが移動する溶液を区別する。

押さえたい考え方

青色のもとは**Cu^{2+}**。Cu^{2+}が電子を受け取ってCuになるため、溶液の青色は薄くなる。
放電を続けるには、溶液の電気的な偏りを抑える必要がある。**導線では電子、溶液ではイオン**が電荷を運ぶ。

電池

問題演習指導用

生徒用問題・解答・つまずきへの対応

問3 電池に共通する説明を選ぶ

放電中の電池について、常に成り立つ文をすべて選べ。誤りの文は、成り立たない例を一つ書け。
ア 負極では酸化、正極では還元が起こる。
イ 正極では必ず金属が析出する。
ウ 負極では必ず金属が溶ける。

解答・採点時に確認する内容

正しい文：ア。
イの反例：水素・酸素燃料電池の正極では酸素が還元され、水が生成する。
ウの反例：同じ燃料電池の負極では、水素が酸化される。

誤答を見たとき

「イオン化傾向だけで、すべての電池の極が決まる」という一般化も避ける。

押さえたい考え方

電池に共通するのは、**電子の受け渡し**である。「金属が溶ける・析出する」は、特定の反応で見られる変化。
反例は燃料電池で考える。負極では**水素が酸化**され、酸性電解質の正極では**酸素が還元されて水ができる**。金属の溶解・析出は必要ない。

電池

問題演習指導用

生徒用問題・解答・つまずきへの対応

問4 電流から金属の質量変化を求める

ダニエル電池を一定の電流1.93 Aで1000 s放電させた。すべての電流が各極の反応によるものとする。
① 電気量、電子の物質量を求めよ。
② Zn板の減少量とCu板の増加量を求めよ。
計算過程を示し、数値は有効数字3桁で答えよ。
必要な定数：F＝9.65×10^4 C/mol、Zn＝65.0、Cu＝64.0 g/mol。標準状態の気体1 mol＝22.4 L。

解答・採点時に確認する内容

① Q＝1.93×1000＝1.93×10^3 C。
n(e^-)＝Q/F＝0.0200 mol。
② n(Zn)＝n(Cu)＝0.0200/2＝0.0100 mol。
Zn：0.650 g減少。Cu：0.640 g増加。

誤答を見たとき

電子のmolをそのまま金属のmolにすると2倍の答えになる。半反応式の係数に戻す。

押さえたい考え方

まず**電流×時間 → 電気量 → 電子のmol**と進む。電子のmolが分かっても、まだ金属のmolではない。Zn → Zn^{2+}＋2e^-、Cu^{2+}＋2e^- → Cuより、**金属のmolは電子のmolの半分**。最後に、それぞれのモル質量を掛ける。

電池

問題演習指導用

生徒用問題・解答・つまずきへの対応

問5 析出量から放電時間を逆算する

ダニエル電池で、Cu板の質量が0.640 g増えた。一定の電流1.93 Aが流れ、すべての電流が各極の反応によるものとする。
① この間に流れた電子の物質量を求めよ。
② 放電時間を秒で求め、有効数字3桁で答えよ。
必要な定数：F＝9.65×10^{4} C/mol、Zn＝65.0、Cu＝64.0 g/mol。標準状態の気体1 mol＝22.4 L。

解答・採点時に確認する内容

① n(Cu)＝0.640/64.0＝0.0100 mol。
n(e^{-})＝2×0.0100＝0.0200 mol。
② Q＝$0.0200\times9.65\times10^{4}=1.93\times10^{3}$ C。
t＝Q/I＝1.00×10^{3} s。

誤答を見たとき

0.0100÷2とした生徒には、Cu^{2+}1個がCuになるのに必要な電子数を尋ねる。

押さえたい考え方

まず析出したCuをmolに直す。0.640 g ÷ 64.0 g/mol＝**0.0100 mol**。
Cu^{2+}1 molに電子2 molが必要なので、今回は**銅のmolを2倍**する。その後、Fを掛けて電気量に直し、電流で割って時間を求める。

電池

問題演習指導用

生徒用問題・解答・つまずきへの対応

問6 鉛蓄電池の放電を反応式で説明する

鉛蓄電池の放電では、負極のPbと正極のPbO_2が、ともに$PbSO_4$へ変化する。電解液は希硫酸である。
① 各極の半反応式と、全体の反応式を書け。
② 放電すると希硫酸の濃度が低下する理由を、①を使って説明せよ。

解答・採点時に確認する内容

負極：$Pb + SO_4^{2-} \rightarrow PbSO_4 + 2e^-$
正極：$PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$
全体：$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$。
硫酸が消費され、水が生成するため濃度が低下する。

誤答を見たとき

水を左辺に置いたら、酸素原子数と水素原子数を左右で数えさせる。

押さえたい考え方

二つの半反応式を足すと、左右の**電子2個が消える**。残った$4H^+$と$2SO_4^{2-}$を、$2H_2SO_4$としてまとめる。
濃度の説明では**「硫酸が減る」「水が増える」**の両方を見る。水は消費されるのではなく、生成される。

電池

問題演習指導用

生徒用問題・解答・つまずきへの対応

問7 燃料電池の反応量をつなぐ

水素・酸素燃料電池（酸性電解質）の半反応式を次に示す。
負極：$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$
正極：$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$
電子が0.400 mol流れた。①電気量、②消費したH_2とO_2の標準状態での体積を、有効数字3桁で求めよ。

必要な定数：F＝9.65×10^4 C/mol、Zn＝65.0、Cu＝64.0 g/mol。標準状態の気体1 mol＝22.4 L。

解答・採点時に確認する内容

① Q＝0.400F＝3.86×10^4 C。
② H_2：0.400/2＝0.200 mol → 4.48 L。
O_2：0.400/4＝0.100 mol → 2.24 L。

誤答を見たとき

酸素も2で割った場合は、正極の電子の係数4を指で確認させる。

押さえたい考え方

負極から出た電子を正極が受け取るので、両極に流れるのは**同じ0.400 molの電子**。足して0.800 molにはしない。
半反応式の電子の係数は、水素側が**2**、酸素側が**4**。各気体のmolを求めてから、22.4 L/molを掛けて体積に直す。

電池

問題演習指導用

生徒用問題・解答・つまずきへの対応

問8 電池の分類と材料を区別する

① マンガン乾電池、鉛蓄電池、リチウムイオン電池を、一次電池と二次電池に分けよ。
② 燃料電池は、通常、内部の物質を充電で元に戻すのではなく、何を外部から供給して発電を続けるか。

③ 「リチウムイオン電池の正極材料は必ず$LiCoO_2$である」は正しいか。理由も書け。

解答・採点時に確認する内容

① 一次：マンガン乾電池。二次：鉛蓄電池、リチウムイオン電池。
② 燃料と酸化剤。水素・酸素燃料電池では水素と酸素。
③ 誤り。$LiCoO_2$は代表例の一つで、ほかの正極材料も使われる。

誤答を見たとき

「二次電池＝一度使った電池」としない。「充電して再使用できる」が判断基準。

押さえたい考え方

一次・二次は、**充電して再使用するか**で区別する。燃料電池では、反応する物質を外から供給して発電を続ける。
$LiCoO_2$は正極材料の**一例**。代表的な組合せを学んでも、「必ずこの材料」と一般化しない。

電池

問題演習指導用

生徒用問題・解答・つまずきへの対応

問9 観測値を物質量で確かめる

ダニエル電池の放電前後で電極を洗浄・乾燥して測定した。Zn板は0.325 g減り、Cu板は0.320 g増えた。

① 両極で反応した金属の物質量を求めよ。
② 「質量変化が等しくないので、半反応式と矛盾する」という主張は正しいか。理由を述べよ。
必要な定数：F＝9.65×10^{4} C/mol、Zn＝65.0、Cu＝64.0 g/mol。標準状態の気体1 mol＝22.4 L。

解答・採点時に確認する内容

① Zn：0.325/65.0＝0.00500 mol。
Cu：0.320/64.0＝0.00500 mol。
② 誤り。両者のmolは等しく、半反応式と一致する。モル質量が違うため、質量変化は等しくならない。

誤答を見たとき

「質量保存の法則に反する」という場合は、測った対象が電極だけである点も確認する。

押さえたい考え方

両反応は電子の係数がともに2。同じ電子を受け渡すため、反応するZnとCuは**同じmol**になる。
ただし、ZnとCuは**モル質量が異なる**。同じmolでもgは違うので、質量変化が異なるだけでは矛盾といえない。