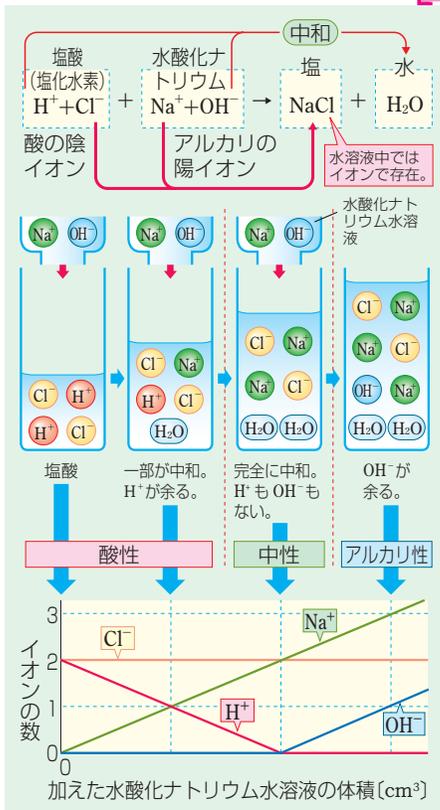


23 中和とイオン、電池とイオン

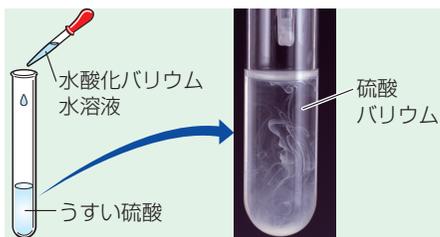
	Mg ²⁺ を含む溶液	Zn ²⁺ を含む溶液	Cu ²⁺ を含む溶液
マグネシウム (Mg)	イオンへのなりやすさ Mg > Zn	亜鉛が附着	銅が附着
亜鉛 (Zn)	変化なし	イオンへのなりやすさ Mg > Cu	銅が附着
銅 (Cu)	変化なし	変化なし	イオンへのなりやすさ Zn > Cu

資料 1 金属イオンを含む水溶液に金属片を入れたときの様子

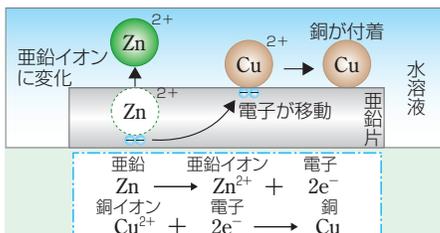
1 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和



2 硫酸と水酸化バリウム水溶液の中和



3 銅イオンを含む水溶液に亜鉛片を入れたときの反応



1 中和とイオン

1 中和

中和…酸の水溶液中の水素イオン(H⁺)とアルカリの水溶液中の水酸化物イオン(OH⁻)が結びついて、水(H₂O)ができる反応。H⁺ + OH⁻ → H₂O

- 酸とアルカリの水溶液を混ぜ合わせたときの混合液の性質 H⁺の数がOH⁻の数より多いと酸性、OH⁻の数がH⁺の数より多いとアルカリ性、H⁺とOH⁻の数が同じだと中性になる。
- 中和と中性 酸性の水溶液にアルカリ性の水溶液を1滴でも加えれば、中和が起こり、塩と水ができる。中和は、混ぜ合わせた液が中性になるまで続き、中性になったところで中和は起こらなくなる。

2 塩

塩…酸の陰イオンとアルカリの陽イオンが結びついてできる物質。

- 水に溶ける塩・水に溶けない塩 中和によってできた塩には、水に溶けて電離して存在する塩と、水に溶けない塩とがある。

例 水に溶ける塩…塩化ナトリウム、硝酸カリウム
水に溶けない塩…硫酸バリウム、炭酸カルシウム

2 金属のイオンへのなりやすさ

- 金属のイオンへのなりやすさ 金属の種類によって、イオンへのなりやすさにちがいがあがる。

- (1)銅イオンを含む水溶液に亜鉛片を入れると、銅よりも亜鉛のほうがイオンになりやすいため、亜鉛原子(Zn)が亜鉛イオン(Zn²⁺)になって電子を放出し、その電子を銅イオン(Cu²⁺)が受けとって、銅(Cu)が附着する。
- (2)マグネシウム、亜鉛、銅のイオンへのなりやすさ

Mg > Zn, Mg > Cu, Zn > Cu

Mg > Zn > Cu

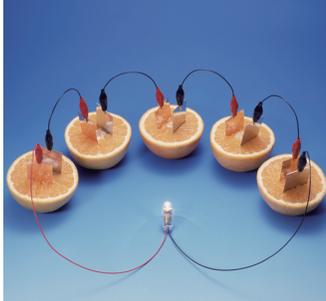
実カ
アップ



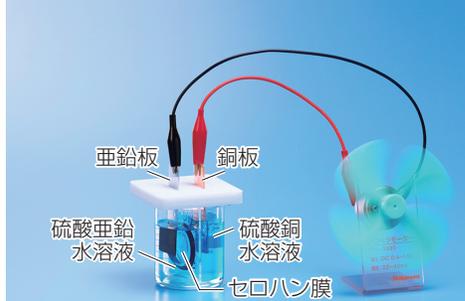
*1 中和は発熱反応で、H⁺とOH⁻が結びつくとき、熱が発生する。

*2 どちらも白色の沈殿となる。

*3 石灰水に二酸化炭素を通すと白くにごるが、これは、炭酸カルシウムの白い沈殿ができるからである。



資2 果物を使った化学電池



資3 ダニエル電池



資4 いろいろな電池

3 電池のしくみ

- 電池(化学電池) 化学変化を利用して、物質がもつ化学エネルギーを電気エネルギーに変える装置。電解質の水溶液の中に、種類の異なる2つの金属を入れると、金属と金属の間に電圧が生じ、電流が流れる。 ➡資2
- ボルタ電池 電解質の水溶液の中に亜鉛板と銅板を入れた電池。 ➡4
 - (1)−極での変化 亜鉛原子(Zn)が電子を2個放出して亜鉛イオン(Zn^{2+})になり、溶液中に溶け出す。
 - (2)+極での変化 水素イオン(H^+)が電子を受けとって水素原子(H)となり、2個結びついて水素分子(H_2)となる。
- ダニエル電池 銅板を硫酸銅水溶液に入れたものと、亜鉛板を硫酸亜鉛水溶液に入れたものを、セロハン膜などで区切った電池。 ➡5, 資3
 - (1)−極での変化 亜鉛原子(Zn)が電子を2個放出して亜鉛イオン(Zn^{2+})になり、溶液中に溶け出す。反応が進むと硫酸亜鉛水溶液が濃くなる。
 - (2)+極での変化 硫酸銅水溶液中の銅イオン(Cu^{2+})が電子を2個受けとって銅原子(Cu)となる。反応が進むと、硫酸銅水溶液がうすくなり、青色もうすくなる。
 - (3)ダニエル電池の利点 長時間安定して電流をとり出せる。また、水素が発生しないので爆発の危険がない。

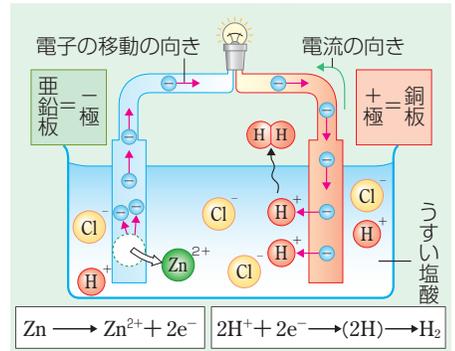
4 身のまわりの電池

- 一次電池 電流を流して電圧が下がると、もとの状態に戻せない電池。例 マンガン乾電池, アルカリ乾電池, リチウム電池 ➡資4
- 二次電池(蓄電池) 電流を流して電圧が下がっても、外部から電流を流して電圧を回復させること(充電)で、くり返し使うことができる電池。例 鉛蓄電池, リチウムイオン電池, ニッケル水素電池 ➡資4
- 燃料電池 水素と酸素が結びついて水ができるときに発生する電気エネルギーを、直接とり出す装置。水の電気分解と逆の化学変化を利用している。 ➡6

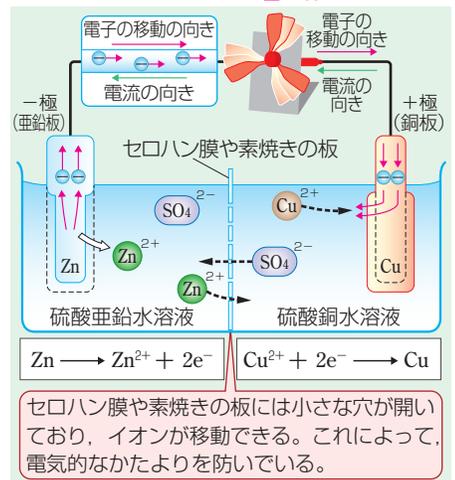
*4 イオンになりやすい金属が−極になり、イオンになりにくい金属が+極になる。

*5 セロハン膜などを通してイオンが移動できないと、−極側では Zn^{2+} が増え続け、+極側では Cu^{2+} が減り続けて電氣的ななかたよりができ、−の電気をもつ電子が−極から移動しにくくなってしまふ。

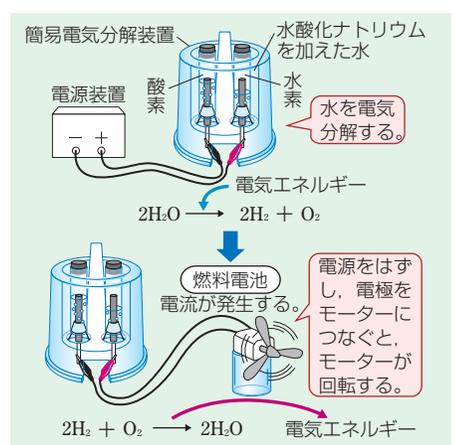
4 ボルタ電池のしくみ



5 ダニエル電池のしくみ



6 燃料電池

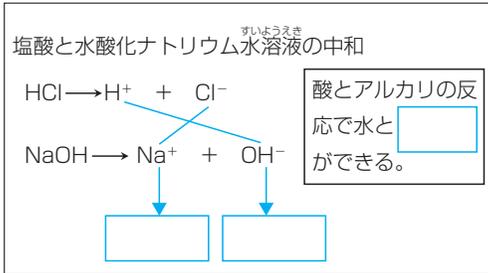


図解チェック

□に適する語句や化学式、記号を書きなさい。

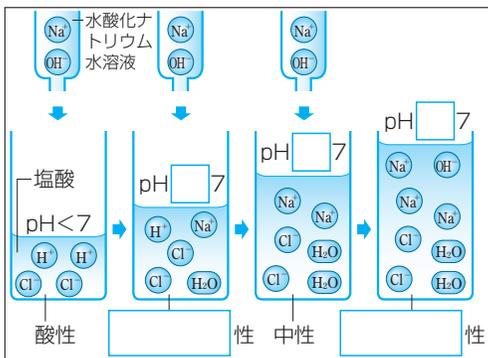
1 中和

(3点×3)



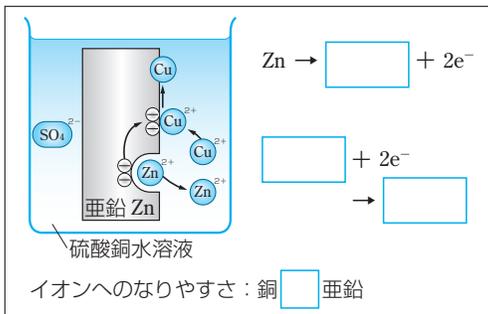
2 酸・アルカリの反応とpH

(2点×5)



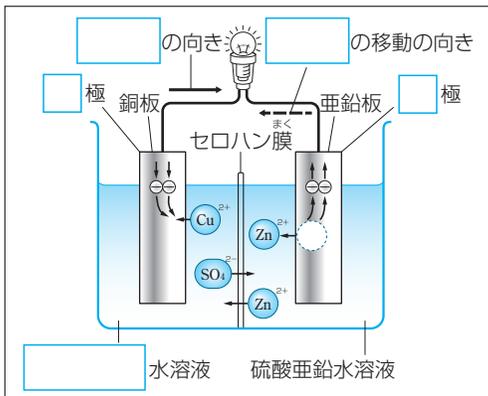
3 硫酸銅水溶液に亜鉛を入れたときのモデル

(2点×4)



4 ダニエル電池

(2点×5)



1 中和とイオン

(5点×4)

- 酸の水溶液中の水素イオンとアルカリの水溶液中の水酸化物イオンとが結びついて、水ができる反応を何というか。 []
- 酸の陰イオンとアルカリの陽イオンが結びついてできる物質を何というか。 []
- 硫酸と水酸化バリウム水溶液が中和したときに生じる塩は何か。 []
- 塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加えた。このとき、水溶液中の H^+ の数は OH^- の数より少なかった。この水溶液は、酸性・中性・アルカリ性のうちどれか。 []

2 金属のイオンへのなりやすさ

(5点×2)

- 亜鉛イオンが含まれる水溶液にマグネシウム片を加えたところ、マグネシウム片に亜鉛が付着した。マグネシウムと亜鉛はどちらがイオンになりやすいか。 []
- マグネシウムイオンが含まれる水溶液に銅片を加えたところ、銅片に変化がなかった。マグネシウムと銅はどちらがイオンになりやすいか。 []

3 電池のしくみ

(5点×5)

- 化学変化を利用して、物質がもつ化学エネルギーを電気エネルギーに変える装置を何というか。 []
- 電池で、電子を放出してイオンになる金属板は、+極と-極のどちらか。 []
- 銅板を硫酸銅水溶液に入れたものと、亜鉛板を硫酸亜鉛水溶液に入れたものを、セロハン膜などで区切った電池を何というか。 []
- (3)の電池では、+極に何という物質が付着するか。 []
- ボルタ電池とダニエル電池で、長時間安定して電流をとり出せるのはどちらか。 []

4 身のまわりの電池

(4点×2)

- 外部から電流を流して電圧を回復させることを何というか。 []
- 水の電気分解と逆の化学変化を利用した電池を何というか。 []

1 中和

〈7点×5〉

うすい水酸化ナトリウム水溶液(X液)とうすい塩酸(Y液)の2つの水溶液を表に示す量で混ぜ合わせ、A～Eの5種類の水溶液をつくった。

A～Eの水溶液にそれぞれBTB溶液を加えたところ、Dだけが中性であることがわかった。

	A	B	C	D	E
X液の量[cm ³]	20	20	20	20	20
Y液の量[cm ³]	4	8	12	16	20

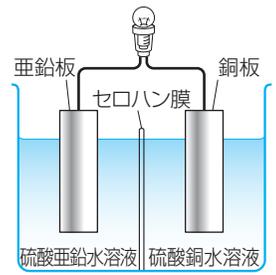
- (1) A, Eの水溶液の色は、それぞれ何色に変化したか。A〔 〕 E〔 〕
- (2) A～Eの水溶液のうち、水溶液のpHを調べると、 $\text{pH} > 7$ を示すものはどれか。すべて答えなさい。〔 〕
- (3) A～Eの水溶液のうち、どれとどれを混ぜ合わせると中性になるか。〔 〕
- (4) X液10cm³に含まれる水酸化物イオンの数とY液10cm³に含まれる水素イオンの数の比を、もっとも簡単な整数の比で答えなさい。

水酸化物イオンの数：水素イオンの数
=〔 〕

2 ダニエル電池

〈7点×5〉

図は、ダニエル電池のしくみを模式的に表したものである。反応が進むにつれて、銅板に金属が付着した。



- (1) +極になるのは、亜鉛板と銅板のどちらか。〔 〕
- (2) 銅板に付着した金属は何か。化学式で答えなさい。〔 〕
- (3) 亜鉛板ではどのような反応が起こっているか。化学反応式で表しなさい。ただし、電子は e^- で表すものとする。〔 〕
- (4) 反応が進むと、硫酸銅水溶液の色はどのように変化していくか。〔 〕
- (5) 硫酸銅水溶液から硫酸亜鉛水溶液へ、セロハンを通して移動するイオンは何か。化学式で答えなさい。〔 〕

レベルアップ

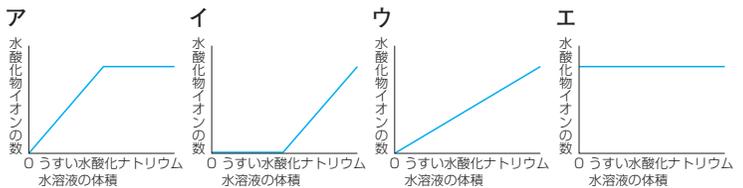
3 中和

〈10点×3〉

4個のビーカーA, B, C, Dにうすい塩酸をそれぞれ10cm³, 15cm³, 20cm³, 25cm³入れ、BTB溶液を1～2滴加えた。これらのビーカーにうすい水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加え、溶液を緑色にするために必要なうすい水酸化ナトリウム水溶液の体積を調べた。なお、この実験は溶液をよくかき混ぜながら行った。(愛知)

ビーカー	A	B	C	D
うすい塩酸の体積[cm ³]	10	15	20	25
溶液を緑色にするために必要なうすい水酸化ナトリウム水溶液の体積[cm ³]	20	30	40	50

- (1) この実験で用いたうすい塩酸20cm³に同体積の水20cm³を加えた溶液がある。この溶液を完全に中和するためには、この実験で用いたうすい水酸化ナトリウム水溶液は何cm³必要か。〔 〕
- (2) この実験で用いたうすい塩酸10cm³をビーカーに入れ、BTB溶液を1～2滴加えた。これにうすい水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えていき、溶液が緑色になったあとも加え続けた。加えたうすい水酸化ナトリウム水溶液の体積と、ア、イ、ウ、エのグラフに表すとどうなるか。右のア～エから選びなさい。〔 〕



- (3) 中和とは何か。「中和とは」という書き出しで、「水酸化物イオン」ということばを用い、40字以内で答えなさい。

中和とは〔 〕



すいようえき

完全に中和するときの水溶液の体積の関係は…

<例題> ある濃度の塩酸 10cm^3 に BTB 溶液を数滴加えたビーカーに、ある濃度の水酸化ナトリウム水溶液を 2cm^3 ずつ、 20cm^3 まで加えた。 12cm^3 加えたときに、混合液は緑色に変化した。

- (1) 塩酸 10cm^3 を完全に中和するのに必要な水酸化ナトリウム水溶液は何 cm^3 か。 []
- (2) 水酸化ナトリウム水溶液を 20cm^3 加えたあと、混合液を再び緑色に変化させるには、実験で用いた塩酸を何 cm^3 加えるとよいか。次のア～カから選びなさい。 []
ア 4.0cm^3 イ 6.7cm^3 ウ 8.0cm^3 エ 9.6cm^3 オ 12.0cm^3 カ 16.7cm^3

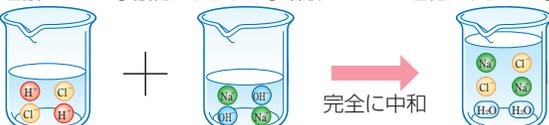


体積を変えると水溶液中のイオンの数がどうなるか考えよう。

- 混ぜ合わせる酸の H^+ とアルカリの OH^- の数が等しいとき、水溶液は完全に中和する。
- 水溶液の濃度が変わらないとき、水溶液の体積と水溶液中のイオンの数は比例の関係にある。

ある濃度の塩酸 20cm^3 に、ある濃度の水酸化ナトリウム水溶液 16cm^3 を加えたとき、完全に中和した。

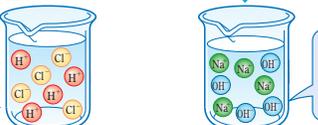
塩酸 20cm^3 水酸化ナトリウム水溶液 16cm^3 塩化ナトリウム水溶液



H^+ の数… 2 個 Cl^- の数… 2 個 Na^+ の数… 2 個 OH^- の数… 2 個 完全に中和 Na^+ の数… 2 個 Cl^- の数… 2 個 H_2O の数… 2 個

塩酸の体積が 2 倍になると…

塩酸 40cm^3



H^+ の数… 4 個 Cl^- の数… 4 個 Na^+ の数… 4 個 OH^- の数… 4 個

水溶液中のイオンの数も 2 倍になる。

完全に中和するのに必要なイオンの数が 2 倍になる。

塩酸を完全に中和するのに必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積は $16\text{cm}^3 \times 2 = 32\text{cm}^3$

<例題の解答と解説>

- (1) 混合液が緑色(中性)になった、水酸化ナトリウム水溶液を 12cm^3 加えたとき、完全に中和している。
- (2) 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の体積の比が $10:12$ のとき完全に中和するので、水酸化ナトリウム水溶液 20cm^3 と完全に中和する塩酸の体積を $x\text{cm}^3$ とすると、 $10:12 = x:20$ $x = 16.66\cdots \rightarrow 16.7\text{cm}^3$
ビーカーにははじめ 10cm^3 の塩酸が入っていたため、追加に必要な塩酸の体積は $16.7 - 10 = 6.7\text{cm}^3$

入試ではこう出された!

中和について、次の手順で実験を行った。

- ① ビーカー A～C を用意し、ビーカー A に塩酸、ビーカー B に水酸化ナトリウム水溶液をそれぞれ 60cm^3 ずつ入れた。ビーカー C にビーカー A の塩酸 10cm^3 を注ぎ、BTB 溶液を加えた。
- ② ビーカー C にビーカー B の水酸化ナトリウム水溶液を 10cm^3 加えると水溶液が青色になった。
- ③ ② で青色になったビーカー C の水溶液にビーカー A の塩酸 2cm^3 を加えたところ、ビーカー

C の水溶液は緑色になった。 (新潟・改)

- (1) ② について、青色になったビーカー C の水溶液中でもっとも数が多いイオンは何か。イオンの化学式で答えなさい。 []
- (2) ③ のあとにビーカー A に残っているうすい塩酸 48cm^3 を中性にするには、ビーカー B の水酸化ナトリウム水溶液が何 cm^3 必要か。次のア～エから選びなさい。 []
ア 24cm^3 イ 32cm^3 ウ 40cm^3 エ 48cm^3

完全に中和するときの水溶液の濃度の関係は…

<例題> 0.3%の塩酸A 30cm^3 に、ある濃度の水酸化ナトリウム水溶液Bを加えていくと、 60cm^3 加えたところで、溶液は中性になった。

(1) 0.6%の塩酸C 30cm^3 を中性にするために必要な水酸化ナトリウム水溶液Bは何 cm^3 か。

(2) ある濃度の塩酸D 10cm^3 に水酸化ナトリウム水溶液B 60cm^3 を加えると、溶液は中性になった。塩酸Dの濃度は何%か。



注目するのは水溶液中のイオンの数。考え方は体積とイオンの数の関係とよく似ているよ！

●水溶液の体積が変わらないとき、水溶液の濃度と水溶液中のイオンの数は**比例の関係**にある。

1%の塩酸 20cm^3 に、1%の水酸化ナトリウム水溶液 20cm^3 を加えたとき、完全に中和した。



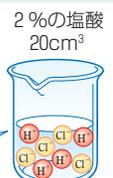
H⁺の数…2個
Cl⁻の数…2個

Na⁺の数…2個
OH⁻の数…2個

Na⁺の数…2個 Cl⁻の数…2個
H₂Oの数…2個

塩酸の濃度が2倍になると…

水溶液中のイオンの数も2倍になる。

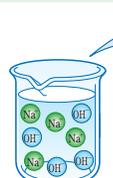


H⁺の数…4個
Cl⁻の数…4個



Na⁺の数…4個
OH⁻の数…4個

または



完全に中和するのに必要なイオンの数が2倍になる。

水酸化ナトリウム水溶液の体積を変えずに濃度を2倍にするか、濃度を变えずに体積を2倍にする必要がある。

<例題の解答と解説>

(1) 塩酸の体積は変わらず、濃度が2倍になっているので、塩酸中の水素イオンの数は2倍になっている。水酸化ナトリウム水溶液Bの濃度は変わらないので、水酸化物イオンの数を2倍にするには、体積を2倍にする必要がある。よって、 $60\text{cm}^3 \times 2 = 120\text{cm}^3$

(2) 中性にするために必要な水酸化ナトリウム水溶液Bの体積が同じなので、塩酸A 30cm^3 と塩酸D 10cm^3 に含まれる水素イオンの数は同じである。塩酸Dの体積は塩酸Aの体積の $\frac{1}{3}$ なので、濃度は3倍。よって、 $0.3\% \times 3 = 0.9\%$

入試ではこう出された！

うすい塩酸 6cm^3 をビーカーに入れ、BTB溶液を数滴加えたあと、塩酸と同じ濃度の水酸化ナトリウム水溶液を少しずつビーカーの中に加えたところ、 6cm^3 加えたところで水溶液は緑色になった。次に、塩酸の濃度と体積を変えずに、水を加えて水酸化ナトリウム水溶液の濃度を $\frac{1}{2}$ にして同じ操作を行った。水酸化ナトリウム水溶液を 15cm^3 加えていったときの、加えた水酸化ナトリウム水溶液

の体積とビーカー内の水素イオンの数の関係を表すグラフとしてもっとも適切なものを、次のア～エから選びなさい。(群馬・改)

