

チャレンジ！入試問題

**問題** 先生と生徒の会話文を読み、以下の問いに答えなさい。ただし、会話文中の操作で用いた塩酸や水酸化ナトリウム水溶液の濃度はすべて等しいものとし、以下の操作で温度が変化するとき、熱は水や水溶液の間のみで伝わり、容器や空気中には伝わらないものとします。

先生 はじめに、冷たい水や温かい水などを混ぜる実験をやってみましょう。

それぞれの水の温度を測って下さい。

生徒 20°Cと50°Cです。

先生 50gずつばかり、混ぜてみましょう。どうなりましたか。

生徒 35°Cです。同じおもさなので、平均の温度になったということですか。

先生 そうだね。では、20°Cの水40gを、50°Cの水60gに混ぜると何°Cになりますか。

生徒 50°Cの水の方が多いから、平均の35°Cより( i )なるはずですよ。

先生 水のおもさの割合を考えて計算すれば予想できるよね。

生徒 えーっと( ① )°Cですか。

先生 その通りです。

次に0°Cの水10gを、50°Cの水40gに混ぜると何°Cになりますか。

生徒 ( ② )°Cです。

先生 そうだね。

では、0°Cの水10gを0°Cの氷10gに置きかえたら何°Cになるか考えてみよう。

0°Cの氷10gを薄い袋に入れ、それを50°Cの水40gに入れると、氷がとけます。氷はとけて0°Cの水10gとなり、50°Cの水40gは30°Cに下がります。そして、0°Cの水10gと30°Cの水40gを混ぜると( ③ )°Cになります。

生徒 0°Cの氷がとけて0°Cの水になるときに、50°Cの水の温度が下がったのですね。

先生 そうだよ。では、0°Cの氷20gを、そのまま50°Cの水80gに入れると、水の温度は何°Cになりますか。

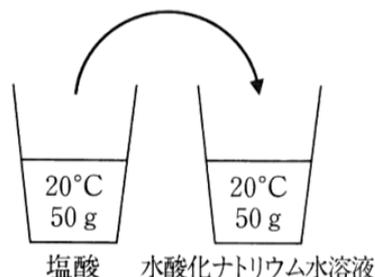
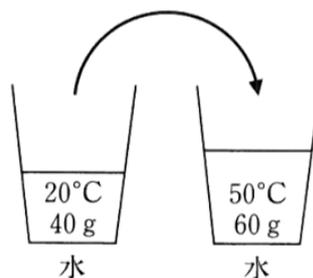
生徒 最終的には( ④ )°Cの水が100gできると思います。

先生 よくできました。

先生 次に、20°Cの塩酸50gを、20°Cの水酸化ナトリウム水溶液50gに混ぜたら、合計100gで33.5°Cになりました。

そして、混ぜた後の水溶液は中性でした。水溶液の温度が上昇したのは、酸性とアルカリ性の水溶液が反応したときに熱が発生したためと考えられます。

生徒 中和で生じた熱のため、温度が13.5°C上昇したのですね。



先生 その通りです。20°Cの塩酸50gと20°Cの水酸化ナトリウム水溶液50gを混ぜると温度が上昇しましたが、これを20°Cにもどすためには0°Cの水13.5gを加える必要があります。また、20°Cの塩酸20gと20°Cの水酸化ナトリウム水溶液20gを混ぜると、やはり33.5°Cに上昇しますが、0°Cの水5.4gを加えると再び20°Cにもどります。それでは、20°Cの塩酸20gを、20°Cの水酸化ナトリウム水溶液40gに加えたとすると、何°Cになりますか。

生徒 えーっと、どのように考えたらいいのですか。

先生 塩酸と同じおもさの水酸化ナトリウム水溶液を加えると中性になり、温度が上昇しました。この中性の水溶液は( ii )です。( ii )に、さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えても、このとき中和の反応がおこるわけではありません。塩酸より水酸化ナトリウム水溶液の方が多いため、最終的には( iii )に変化しています。

生徒 先生、( ⑤ )°Cですか。

先生 そうです。今日はよく勉強しましたね。

(1) 会話文中の( i )にあてはまる語句を、次の(ア)、(イ)から選び、記号で答えなさい。

(ア) 高く (イ) 低く

(2) 会話文中の( ii )にあてはまる物質を、次の(ア)~(オ)から選び、記号で答えなさい。

(ア) 水 (イ) 食塩水 (ウ) うすい硫酸 (エ) 石灰水 (オ) 重そうの水溶液

(3) 会話文中の( iii )にあてはまる性質を、次の(ア)~(ウ)から選び、記号で答えなさい。

(ア) 酸性 (イ) 中性 (ウ) アルカリ性

(4) 中性であることを調べる試薬として適切なものを、次の(ア)~(ウ)から選び、記号で答えなさい。

また、その試薬を使用したときの色として適切なものを、次の(エ)~(カ)から選び、記号で答えなさい。

(ア) BTB溶液 (イ) ヨウ素液 (ウ) フェノールフタレイン溶液

(エ) 緑色 (オ) 青色 (カ) 赤むらさき色

(5) 会話文中の①~⑤に適する数値をそれぞれ求めなさい。

(6) 会話文中の下線部の操作の後、0°Cの水を何g入れると水溶液の温度は20°Cになるか求めなさい。

(7) 20°Cの水酸化ナトリウム水溶液30gを20°Cの塩酸に加えた後、0°Cの水8.1gを入れると20°Cのままでした。加えた塩酸のおもさとして適切なものを、次の(ア)~(カ)からすべて選び、記号で答えなさい。

(ア) 5g (イ) 10g (ウ) 20g (エ) 30g (オ) 40g (カ) 60g

解答 - チャレンジ! 入試問題 -

解答・解説

(1) 答 (ア)

(2) 塩酸に、濃度が同じ水酸化ナトリウム水溶液を同じ量だけ加えているので、完全中和がおり、食塩と水のみ、すなわち、中性の食塩水ができる。

答 (イ)

(3) 水酸化ナトリウム水溶液はアルカリ性である。

答 (ウ)

(4) BTB 溶液を中性の水溶液に入れると、水溶液が緑色になる。なお、ヨウ素液はでんぷんの有無を調べる試薬で、でんぷんが有ると青むらさき色に変化する。また、フェノールフタレイン溶液は、アルカリ性の水溶液に入れると赤色に変化するが、酸性・中性の水溶液では変化しないので、中性であることを調べる試薬には適さない。

答 試薬：(ア)，色：(エ)

(5) 塾技 21 のてんびん図で考える。

① 右の図で、⑤が、 $50 - 20 = 30^\circ\text{C}$ にあたるので、①は、 $30 \div 5 = 6^\circ\text{C}$ となる。よって、①は、 $20 + 6 \times 3 = 38^\circ\text{C}$ と求められる。

答 38

② 右の図で、⑤が  $50^\circ\text{C}$ にあたるので、①は  $10^\circ\text{C}$ となる。よって、②は、 $0 + 10 \times 4 = 40^\circ\text{C}$ と求められる。

答 40

③ 右の図で、⑤が  $30^\circ\text{C}$ にあたるので、①は、 $30 \div 5 = 6^\circ\text{C}$ となる。よって③は、 $0 + 6 \times 4 = 24^\circ\text{C}$ と求められる。

答 24

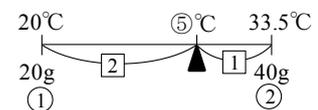
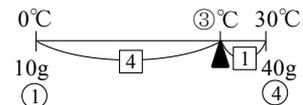
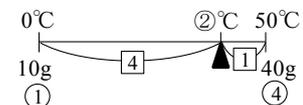
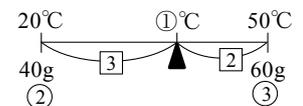
④  $0^\circ\text{C}$ の氷が  $10\text{g}$  から  $20\text{g}$  へと 2 倍になり、 $50^\circ\text{C}$ の水も  $40\text{g}$  から  $80\text{g}$  へと 2 倍になっているので、最終的には③と同じ  $24^\circ\text{C}$ になると考えられる。

答 24

⑤ 中和が起こると、中和熱(塾技 5 補足解説を参照)が発生する。中和が起きているのは、 $20^\circ\text{C}$ の塩酸  $20\text{g}$  と  $20^\circ\text{C}$ の水酸化ナトリウム水溶液  $20\text{g}$  との間であり、残りの  $20^\circ\text{C}$ の水酸化ナトリウム水溶液  $20\text{g}$  は中和熱には関係ない。 $20^\circ\text{C}$ の塩酸  $20\text{g}$  と  $20^\circ\text{C}$ の水酸化ナトリウム水溶液  $20\text{g}$  を混ぜると、 $33.5^\circ\text{C}$ の食塩水が  $40\text{g}$  できる。つまり、 $33.5^\circ\text{C}$ で  $40\text{g}$ の水溶液と、 $20^\circ\text{C}$ で  $20\text{g}$ の水溶液を混ぜ合わせたら何度になるかを考えればよい。

右の図で、③が、 $33.5 - 20 = 13.5^\circ\text{C}$ にあたるので、①は、 $13.5 \div 3 = 4.5^\circ\text{C}$ となる。よって⑤は、 $20 + 4.5 \times 2 = 29^\circ\text{C}$ と求められる。

答 29



(6)  $20^\circ\text{C}$ の水酸化ナトリウム水溶液  $40\text{g}$  を、 $20\text{g}$  と  $20\text{g}$  に分けて考える。 $20^\circ\text{C}$ の塩酸  $20\text{g}$  と  $20^\circ\text{C}$ の水酸化ナトリウム水溶液  $20\text{g}$  を混ぜると  $33.5^\circ\text{C}$ になり、これを  $20^\circ\text{C}$ にもどすためには、 $0^\circ\text{C}$ の氷を  $5.4\text{g}$  加えればよい。こうして  $20^\circ\text{C}$ にもどった食塩水に残りの  $20^\circ\text{C}$ の水酸化ナトリウム水溶液  $20\text{g}$  を加えても、温度は  $20^\circ\text{C}$ のままである。よって、 $0^\circ\text{C}$ の氷を  $5.4\text{g}$  加えればよいことがわかる。

答 5.4g

(7)  $20^\circ\text{C}$ の水酸化ナトリウム  $20\text{g}$  に対して  $30\text{g}$  は、 $30 \div 20 = 1.5$  [倍] であり、 $0^\circ\text{C}$ の氷  $5.4\text{g}$  に対して  $8.1\text{g}$  は、 $8.1 \div 5.4 = 1.5$  [倍] である。そのため、加える  $20^\circ\text{C}$ の塩酸のおもさは、完全中和する  $30\text{g}$  以上であればよいので、適切なものは、(エ)、(オ)、(カ) とわかる。

答 (エ)，(オ)，(カ)