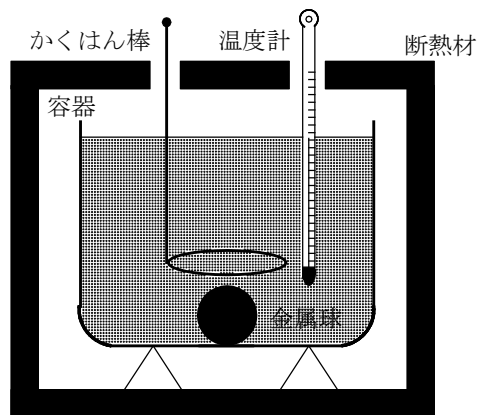


1.

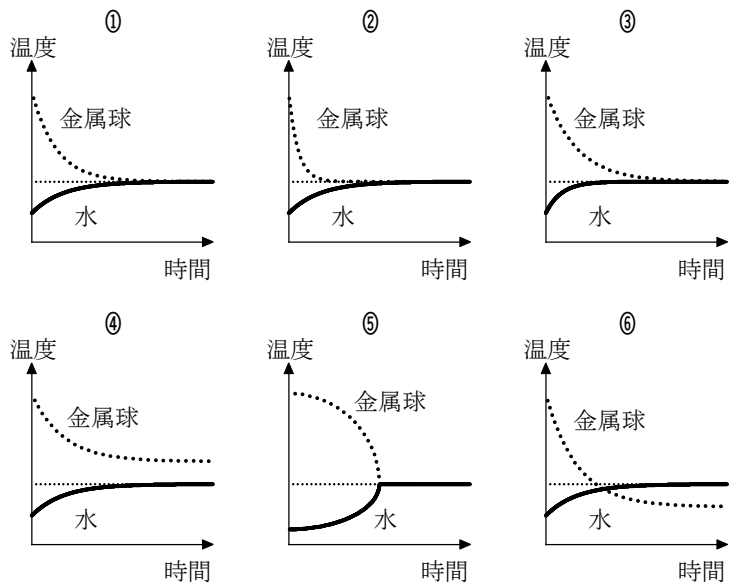
断熱材で囲まれた図のような容器に、 20°C の水 200g が入っている。この水の中に 65°C に温められた 500g の金属球を入れて、かくはん棒で静かにかき混ぜ続けた。しばらくすると水温は 30°C で一定になった。ただし、水と金属球以外の熱容量は無視できるとする。



(1) 金属球の比熱はいくらか。ただし、水の比熱を $4.2\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とする。最も適当な数値を、次の ①～⑧ のうちから 1 つ選べ。 $\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$

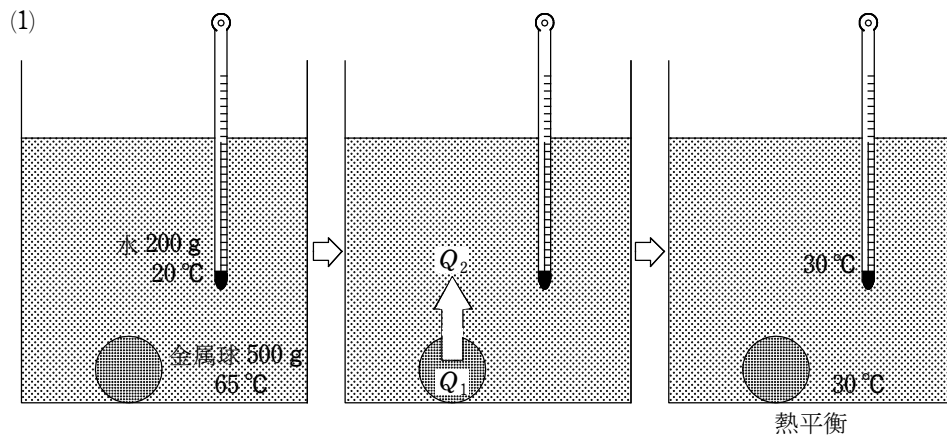
- ① 0.09 ② 0.12 ③ 0.48 ④ 0.67
 ⑤ 1.2 ⑥ 4.8 ⑦ 8.8 ⑧ 12

(2) 金属球を水に入れた瞬間から熱平衡になるまでの、金属球と水の温度変化を表す図として最も適当なものを、次の ①～⑥ のうちから 1 つ選べ。ただし、金属球の温度は一樣とする。



【解答】 (1) ③ (2) ①

解説



高温の金属球から低温の水に熱が移動し、しばらくするとどちらも等しい温度の熱平衡の状態になる。このとき、水に入った熱量は

$$Q_1 = 200 \times 4.2 \times (30 - 20)$$

金属球の比熱を $c[\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})]$ とすると、金属球から出た熱量は

$$Q_2 = 500 \times c \times (65 - 30)$$

水と金属球以外の熱容量は無視できるので、金属球から出た熱量は水に入った熱量に等しい。したがって、熱量の保存 $Q_1 = Q_2$ より

$$200 \times 4.2 \times (30 - 20) = 500 \times c \times (65 - 30)$$

よって $c = 0.48\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$

以上より、正しいものは ③

(2) 高温の金属球の温度は下がり、低温の水の温度は上昇していく。そして、どちらもしだいに 30°C に近づき、水と金属球の温度が 30°C で等しくなると変化しなくなる。④ と ⑥ は熱平衡で温度が等しくならないので不適。②、③ は金属球や水の方だけの温度変化がなくなってから、他方がまだ温度変化しているので不適。⑤ は急激に 30°C の熱平衡になっているので不適。

以上より、正しいものは ①

2.

お茶の冷(さ)まし方について考えよう。

(1) 次の文章中の空欄 ・ に入れる数式の組合せとして正しいものを、下の

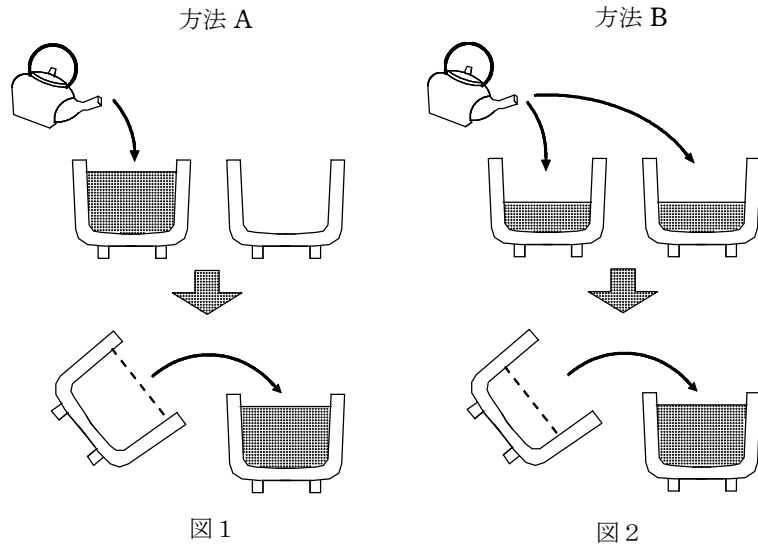
①～⑩のうちから1つ選べ。

急須(きゅうす)に入った熱いお茶を、2つの湯飲みを用いて冷ましたい。ただし、2つの湯飲みは初め室温にあり、同じ熱容量をもつものとする。次の2つの方法を比べてみよう。

方法 A：図1のように、全量を1つ目の湯飲みに入れたあと、2つ目の湯飲みに移す。

方法 B：図2のように、全量を2つの湯飲みに均等にわけたあと、1つの湯飲みにまとめる。

方法 A で1つ目の湯飲みが受け取った熱量 Q_A と、方法 B で空になった湯飲みが受け取った熱量 Q_B の関係は であり、方法 A で冷ましたお茶の温度 T_A と、方法 B で冷ましたお茶の温度 T_B の関係は となる。ただし、これらの過程では、お茶と湯飲みはすぐに同じ温度になるとし、湯飲み以外への熱の流出は無視できるものとする。



	ア	イ
①	$Q_A > Q_B$	$T_A > T_B$
②	$Q_A > Q_B$	$T_A = T_B$
③	$Q_A > Q_B$	$T_A < T_B$
④	$Q_A = Q_B$	$T_A > T_B$
⑤	$Q_A = Q_B$	$T_A = T_B$
⑥	$Q_A = Q_B$	$T_A < T_B$
⑦	$Q_A < Q_B$	$T_A > T_B$
⑧	$Q_A < Q_B$	$T_A = T_B$
⑨	$Q_A < Q_B$	$T_A < T_B$

(2) 次に、空気中への熱の放出によるお茶の温度変化について考えよう。お茶は、時刻 0 で温度 T_0 であったが、しだいに冷めていき、やがて室温 T_1 になった。図3はその間の温度変化を示す。お茶が、時刻 0 から t までの間に放出した熱の総量 Q を表すグラフとして最も適当なものを、下の ①～⑥のうちから1つ選べ。

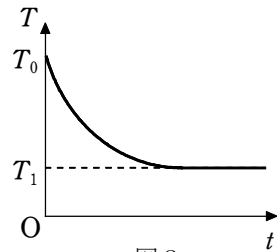
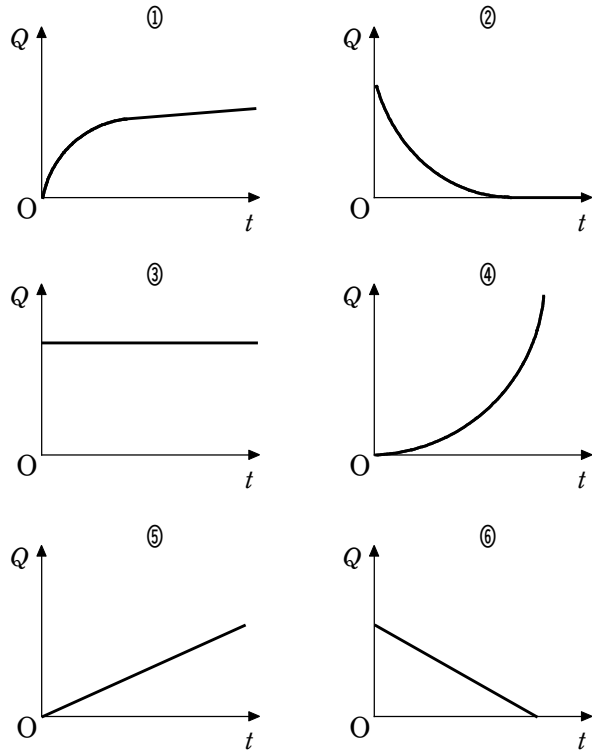


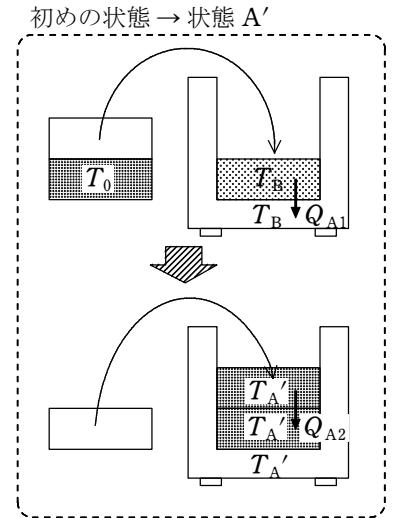
図 3

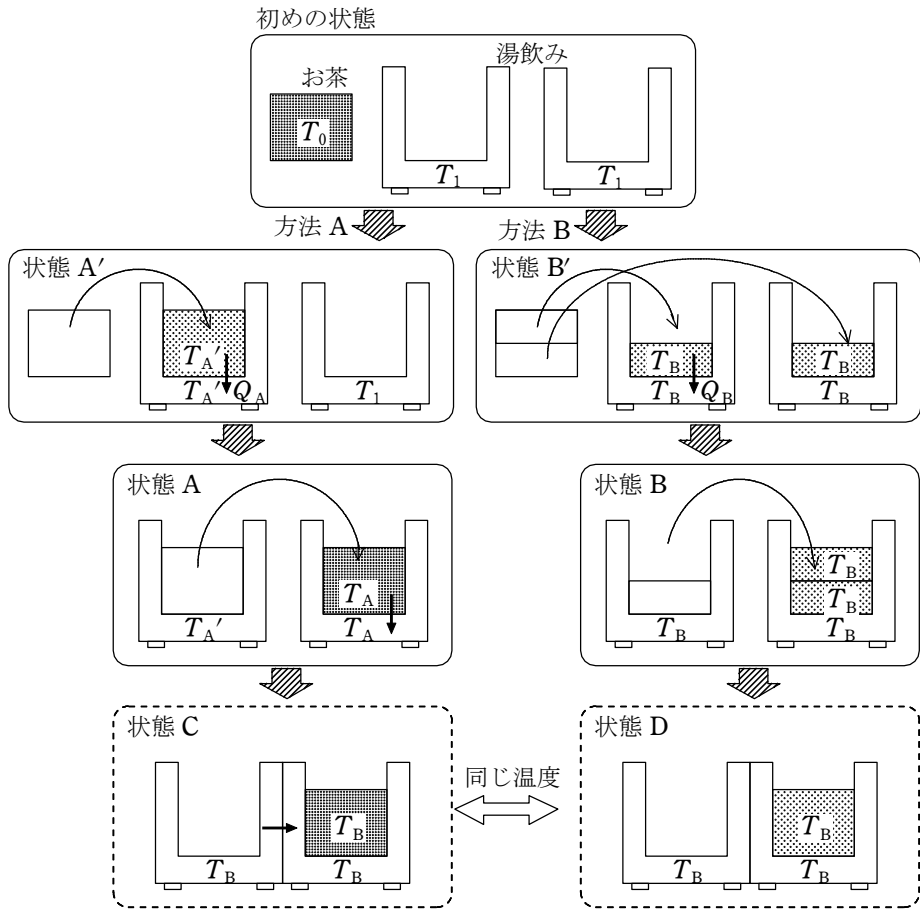


解答 (1) ③ (2) ①

解説

(1) 方法 B のはじめの操作で熱平衡に達すると、2つの湯飲みとお茶はすべて同じ温度になり、さらにそれは1つの湯飲みにとめたときの温度 T_B と同じ温度である。一方、方法 A で1つ目の湯飲みにお茶を入れる操作は、右図のような2つの操作に分けて考えることができる。まず、急須のお茶の半分を湯飲みに入れて熱平衡の状態にする。このとき、お茶から湯飲みが受け取った熱量 Q_{A1} は、方法 B によって空になった湯飲みが受け取った熱量 Q_B と等しく、湯飲みとお茶の温度は T_B になる。さらに、この湯飲みに温度 $T_0 > T_B$ のお茶を入れると、お茶と湯飲みが熱 Q_{A2} が流入して温度が上昇する。したがって、これらの操作全体で湯飲みが受け取った熱量 Q_A は Q_B より大きくなり、その温度 $T_{A'}$ は T_B より高くなる。





また、この温度 $T_{A'}$ のお茶を室温 T_1 のもう一方の湯飲みに移すと、お茶から湯飲み
に熱が流出し、お茶の温度は下がって T_A になる。ここで、図の状態 C のように 2 つ
の湯飲みを接触させると、温度 $T_{A'}$ の空の湯飲みから温度 T_A のお茶と湯飲み
に熱が流出し、お茶の温度は上昇する。一方、方法 B の 2 つの湯飲みの温度は等しいので、
図の状態 D のように接触させたときの温度は T_B のままである。はじめの状態は操作
A、B とも同じで、湯飲み以外に熱の流出はない。したがって、熱量保存の法則から
状態 C と状態 D の温度は等しいはずである。よって、状態 C の温度は T_B であり、 T_A
は T_B より低いことになる。

以上より、正しいものは ③。

- (2) 図 3 から、時間が経過して室温とお茶の温度差が小さくなるにつれて、単位時間当
たりの温度変化 ΔT が小さくなることが分かる。熱容量を C とすると、温度が ΔT だ

け変化したときに放出する熱量 ΔQ は

$$\Delta Q = C \cdot \Delta T$$

である。したがって、時間 t が経つにつれて単位時間当
たりに放出する熱量 ΔQ は減少する。よって、時刻 0 か
ら t までに放出した熱の総量 Q は時刻 t とともに増加し
ていくが、その時間変化(グラフの傾き)はしだいに減少
していくので、図のようなグラフとなる。

以上より、正しいものは ①。

