物理演習【9 月 24 日】

番　氏名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

1 質量 110 g の銅製の熱量計に水 50 g を入れて温度を測ると 20 ℃であった。そこへ 80 ℃の高温の水 30 g を加えたところ，全体の温度が 40 ℃になった。水の比熱を 4.2 J/(g · K) とし，外部との熱の出入りはないものとする。

(1) 高温の水が失った熱量 Q_0 は $\boxed{\text{ア}}$ J となる。

(2) 熱量計の熱容量 C_M は $\boxed{\text{イ}}$ J/K となる。

(3) (2) より銅の比熱 c_1 は $\boxed{\text{ウ}}$ J/(g · K) となる。

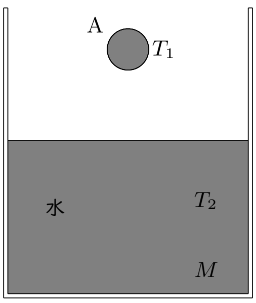
(4) 全体の温度を 40 ℃から 50 ℃にしたい場合，80 ℃の高温の水をさらに $\boxed{\text{エ}}$ g 加えればよいことになる。

(5) 全体の温度が 50 ℃となった (4) の状態で，さらにこの中へ，100 ℃に加熱された質量 400 g の金属球を入れたとき，全体の温度が 60 ℃となった。この金属球の比熱 c_2 は $\boxed{\text{オ}}$ J/(g · K) となる。

2 空所 $\boxed{\text{ア}}$ には「小さく」か「大きく」を，$\boxed{\text{イ}}$ と $\boxed{\text{ウ}}$ には 2 桁の小数値を入れよ。

アルミニウムの比熱が 0.90 J/(g · K) であることを確認する実験をしたい。温度 $T_1 = 42.0$ ℃，質量 100 g のアルミニウム球 A を，温度 $T_2 = 20.0$ ℃，質量 M〔g〕の水の中に入れ，A と水が同じ温度になった時の T_3〔℃〕を測定する。水の質量 M が $\boxed{\text{ア}}$ なるほど，温度上昇 $T_3 - T_2$ が小さくなる。

温度上昇 $T_3 - T_2$ が 1.0 ℃になるようにするためには，$M = \boxed{\text{イ}} \times 10^2$ g としなければならない。ただし，水の比熱は 4.2 J/(g · K) であり，熱は A と水の間だけで移動する。続いて，A と水全体に 9.9×10^3 J の熱量を加えると，温度はさらに $\boxed{\text{ウ}}$ ℃上昇する。



3 断熱容器内に質量 250 g の薄い銅製容器を入れた水熱量計を用いて以下の実験を行った。

実験１: 温度 10 ℃の銅製容器内に，10 ℃の水を 100 g 入れ，スイッチを閉じて消費電力 10.0 W で抵抗線を加熱し，かきまぜ棒で水をかき混ぜながら水温を測定した。加熱時間を水温の関係を図２に示す。

実験２: 10 ℃の銅製容器内に，10 ℃の水 200 g 入れ，スイッチを閉じて消費電力 9.0 W の抵抗線を加熱し，**実験１**と同様の測定をした（図２）

実験３: 10 ℃の銅製容器内に，10 ℃の水を 200 g 入れた後，80 ℃に熱した 100 g の金属球を水中に沈めた。かきまぜ棒を使用し，十分時間がたったときの水温は 17 ℃であった。

以下の問に有効数字 2 桁で答えよ。ただし，断熱容器によって外部との熱の出入りはなく，抵抗線で消費された電力は，水と容器の温度上昇に全て使われたものとする。

(1) 銅製容器と水の合計の熱容量を，**実験１**，**２**についてそれぞれ求めよ。

(2) **実験１**と**実験２**の結果から水と銅の比熱をそれぞれ求めよ。

(3) **実験１**～**３**の結果から**実験３**で使用した金属の比熱を求めよ。

(4) 水熱量計の断熱容器をはずして，**実験３**と同様の実験を行った。このとき，室温は 25 ℃で，他の実験条件は**実験３**と同じであった。この実験の結果の水温は 17 ℃より高いか，低いか。また，外部との熱の出入りがないと仮定して得られる金属球の比熱は，**実験３**の値より大きいか，小さいか。

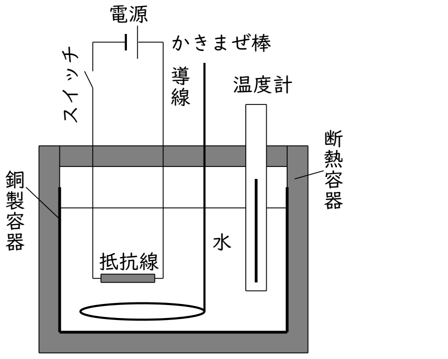


図１

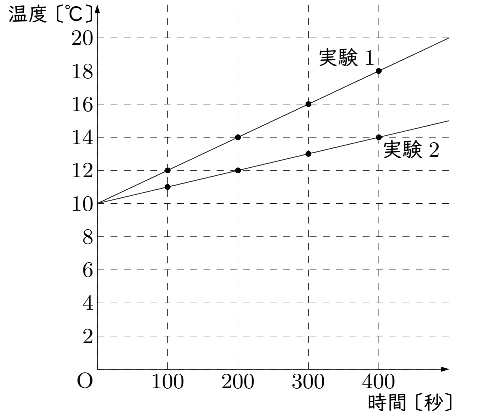


図２

4 断熱された容器の中に，-20 ℃の氷が 200 g 入っている。この容器にヒーターを入れて，一定の電力で加熱を開始したところ，容器内の温度は図に示すような変化をして，40 秒後に 0 ℃になった後，しばらく温度は一定となった。加熱開始 360 秒後には，再び温度が上昇し始め，560 秒後には 50 ℃になった。水の比熱は 4.2 J/(g・K) であり，容器からの熱の出入りはないものとする。

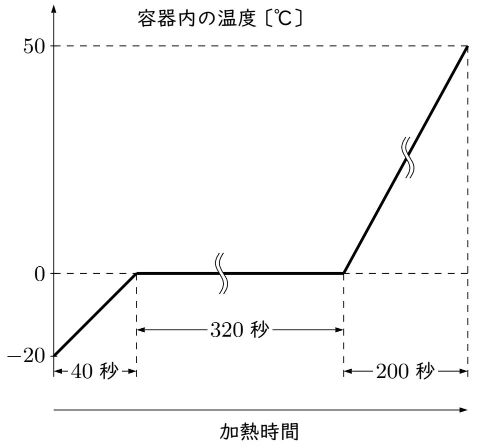
(1) 200 g の水の温度が 0 ℃から 50 ℃まで上昇する間に与えられた熱量を求めよ。

(2) ヒーターの電力はいくらか。

(3) 氷の融解熱 L はいくらか。

(4) 氷の比熱 c_0 はいくらか。

(5) 加熱開始 120 秒後には，この容器の中に氷はいくら残っていたか。



5 辺の長さ L の立方容器内の理想気体について考える。ある分子（質量 m）の速度の x 成分を v_x とすると，1 回の弾性衝突によりこの分子が x 軸に垂直な壁 W に与える力積は，**ア** である。この分子は時間 t の間に W と **イ** 回衝突するから，この間に W に与える力積は **ウ** である。したがって，容器内の全分子 N 個についての v_x^2 の平均値 $\overline{v_x^2}$ を用いると，全分子が W に与える力は **エ** となる。また分子運動はどの方向についても同等であるから，$\overline{v_x^2}$ は v^2 の平均値 $\overline{v^2}$ で書き換えられる。このようにして圧力 P は $\overline{v^2}$ を用いて $P=$ **オ** となる。一方，この理想気体の状態方程式として P と T の間には，気体定数 R，アボガドロ定数 N_A を用いて **カ** の関係式が成り立つので，分子の運動エネルギーの平均値 $\dfrac{1}{2}m\overline{v^2}$ は T を用いて **キ** と表せる。そして，この理想気体が単原子分子からなるとすると，内部エネルギー U は T を用いて $U=$ **ク** と表せる。