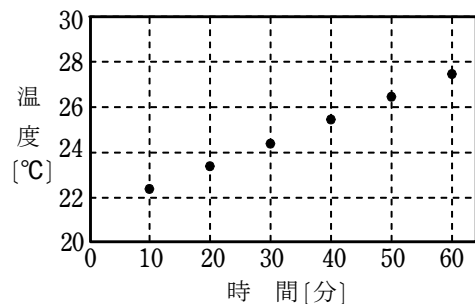


1.

太陽エネルギーを測定するため、次の実験を行った。黒く塗ったペットボトルに2 lの水を入れて日なたに置いた。10分ごとに水温を測定したところ、図に示されたような測定値を得た。なお、このペットボトルの太陽光線に垂直な断面積は200 cm²であった。ただし、水の比熱を1.0 cal/g・Kとする。



- (1) 1分間にペットボトル中の水が受けとった熱量はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 cal
- ① 20 ② 100 ③ 200 ④ 400 ⑤ 1000 ⑥ 2000
- (2) 地球に届く太陽エネルギーは、太陽光線に垂直な1 cm²当たり毎分約2 calである。このペットボトル中の水の温度を上昇させるのに、太陽エネルギーの何%が利用されたか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 %
- ① 30 ② 40 ③ 50 ④ 60 ⑤ 70 ⑥ 80
- (3) 屋根の上に太陽熱温水器を置き、200 lの水を5時間で25°C上昇させたい。表面積をほぼ何m²にしなければならないか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。ただし、この太陽熱温水器は、平均して太陽エネルギーの20%を吸収するものとする。 m²
- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

解答 (1) ③ (2) ③ (3) ④

解説

- (1) 図より、50分間で約5°C水温が上昇しているので、1分間では約0.1°Cの上昇となる。水の比熱は1.0 cal/g・Kで、水は2 l (=2000 g) あるので、1分間に受け取った熱量は $Q = mct = 2000 \times 1.0 \times 0.1 = 200$ (cal) と考えられる。よって答えは③
- (2) ペットボトルの断面積は200 cm²であるので1分間に200×2=400 (cal)の太陽エネルギーを得たはずである。(1)より水温上昇に使われたエネルギーは200 calであった

ので、太陽エネルギーの50%が利用された。よって答えは③

- (3) (吸収された太陽エネルギー)=(水200 lを25°C上昇させるのに必要なエネルギー)1 cm²で毎分約2 calの20%が吸収できるので、求める表面積を x (m²)とすると
- $$(x \times 10^4) \times 2 \times (5 \times 60) \times 0.2 = 200 \times 10^3 \times 1.0 \times 25$$
- ゆえに $x = 4.17$ (m²) よって答えは④

2.

2つの金属塊 A, B がある。一方の金属塊の内部には空洞がある。いま、この2つの金属塊を 100.0 °C に加熱し、20.0 °C の水 140.0 g の入った2つの相等しい水熱量計(銅製のかきまぜ棒と銅製の容器の質量の和は 95.0 g)に移したところ、水温はそれぞれ 24.3 °C (A), 25.0 °C (B) となった。また金属塊 A, B に細い糸をつけて、それぞれの重量を空気中および水中で測定した。結果を表 1 に示す。

水の比熱を 1.00 cal/g・K, 密度を 1.00 g/cm³ とし、糸の質量および金属塊の比熱、密度の温度変化は無視できるものとする。

- (1) 表 1 を使って、金属塊 A, B のみかけの密度を求めよ。
- (2) 水熱量計(水を含む)の熱容量はいくらか。
- (3) A, B の比熱を求めよ。
- (4) A, B の物質名は何か。有効数字を考慮して表 2の中から選び、その理由も述べよ。
- (5) 空洞がある金属塊はどちらか。その空洞の体積はいくらか。
- (6) A, B の物質を決定するその他の方法についていくつかでも述べよ。

なお、金属塊の一部を切り取って、試験用の試料とすることは可能であるとする。

表 1

	空気中 [gw]	水中 [gw]
A	80.0	71.0
B	110.0	95.5

表 2

	比熱 [cal/g・K]	密度 [g/cm ³]
Cu	0.092	8.93
Fe	0.11	7.86
Mn	0.11	7.30
Ni	0.11	8.80

- 解答** (1) A : 8.89 g/cm³, B : 7.59 g/cm³ (2) 149 cal/K
 (3) A : 0.106 cal/g・K, B : 0.090 cal/g・K
 (4) A : 比熱と密度から Ni, B : 比熱から Cu (5) Cu, 2.2 cm³
 (6) 電気抵抗, 磁性, 色, 融点

解説

- (1) ここで使われている単位では密度と比重の数値は同じになる。

(比重)=(重さ)÷(浮力) だから

$$A : \frac{80.0 - 0}{80.0 - 71.0} = 8.89 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

$$B : \frac{110.0}{110.0 - 95.5} = 7.59 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

- (2) 熱量計全体の熱容量 C [cal/K] は
 $C = 95.0 \times 0.092 + 140.0 \times 1.00 = 149 \text{ (cal/K)}$
 (3) A, B の比熱を c_A [cal/g・K], c_B [cal/g・K] とする。

$$A : C(24.3 - 20.0) = 80.0 \times c_A(100.0 - 24.3)$$

$$\text{ゆえに } c_A = 0.106 \text{ (cal/g} \cdot \text{K)}$$

$$B : C(25.0 - 20.0) = 110.0 \times c_B(100.0 - 25.0)$$

$$\text{ゆえに } c_B = 0.090 \text{ (cal/g} \cdot \text{K)}$$

- (4) A の候補は比熱から Fe, Mn, Ni,
 密度から Cu, Ni よって Ni
 B は比熱から Cu

- (5) 密度が違っている Cu

$$\text{空洞を含めた体積 : } \frac{110.0 - 95.5}{1.00} = 14.5 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$\text{Cu だけの体積 : } \frac{110.0}{8.93} = 12.3 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$\text{よって空洞の体積は } 14.5 - 12.3 = 2.2 \text{ (cm}^3\text{)}$$

- (6)

	電気抵抗	磁性	色	融点(°C)
Cu	小		赤色	1083
Fe		強	白色	1530
Mn			赤灰色	1247
Ni		強	銀白色	1455