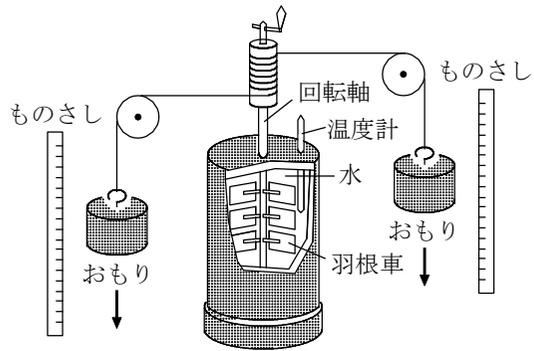


1.

ジュールは1847年に、下図のような装置を用いておもりの降下と水の温度上昇の関係を調べる実験を行った。

- a 質量がそれぞれ1.5 kgの2つのおもりが、それぞれ3.0 m降下したとき、2つのおもりが失った位置エネルギーの合計は Jである。ただし、重力加速度は 9.8 m/s^2 とする。
- b おもりが降下するにつれて羽根車が回転する。その羽根車の回転により、質量が210 gの水の温度が0.10 K上昇した。このとき、水が得た熱量は calである。ただし、水の比熱は $1.0 \text{ cal/(g}\cdot\text{K)}$ とする。
- c a, bで得られた量を等しいと置くことにより、 $1 \text{ cal} = (\text{input } 1 \div \text{input } 2) \text{ J}$ という等式が得られる。ジュールは、水の量やおもりの降下した距離をさまざまに変えてこのような実験をくりかえして、 という異なった種類のエネルギーの間の量的な関係を明らかにした。



上の文章中の空欄 ~ に入れるのに最も適当なものを、次のそれぞれの解答群のうちから1つずつ選べ。

の解答群

- ① 9 ② 29 ③ 44 ④ 88

の解答群

- ① 0.021 ② 2.1 ③ 21 ④ 210

の解答群

- ① おもりの位置エネルギーとおもりのした力学的仕事
 ② おもりのした力学的仕事と羽根の回転エネルギー
 ③ おもりのした力学的仕事と水の温度を上昇させる熱量

④ 水に加えた熱量と水の温度を上昇させる熱量

解答 (1) ④ (2) ③ (3) ③

解説

- (1) 質量 m [kg] の物体が高さ h [m] 落下するとき $U = mgh$ [J] の位置エネルギーを失う。

$$U = mgh = 1.5 \text{ (kg)} \times 9.8 \text{ (m/s}^2) \times 3.0 \text{ (m)} \times 2 \text{ (個分)} = 88.2 \text{ (J)} \quad \text{よって答えは ④。}$$

- (2) 質量 m [g], 比熱 c [cal/g·K] の物質が t [K] 温度上昇したときに吸収する熱量は、 $Q = mct$ なので、

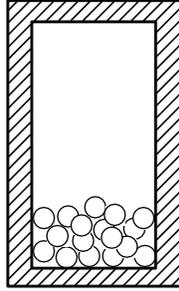
$$Q = mct = 210 \text{ (g)} \times 1.0 \text{ (cal/g}\cdot\text{K)} \times 0.10 \text{ (K)} = 21 \text{ (cal)} \quad \text{よって答えは ③。}$$

- (3) おもりが落下したときに失った位置エネルギーの分だけ、おもりは力学的仕事をしている。この仕事により羽根車が回転し、そのエネルギーは最終的に熱量として水に与えられる。したがってこの実験はおもりのした力学的仕事と水が得た熱量の関係を求めている。よって答えは ③。

2.

以下の設問に答えよ。

- (1) 図のような断熱材で作った長さ 1 m の筒の中に、重さ 1 g の小球を 1000 個入れる。筒の上下を瞬間的にひっくり返す動きを 100 回続けると、中に加えられた仕事はどれだけか。ただし、重力加速度の大きさは 9.8 m/s^2 とする。
- (2) 加えられた仕事がすべて熱エネルギーに変わったとする。小球の比熱を $c[\text{J/g}\cdot\text{K}]$ とすると、中の温度はどれだけ上昇したか。ただし、空気の熱容量は無視し、断熱は完全であるとする。
- (3) 小球が鉛であるとすれば、その比熱は $0.13\text{ J/g}\cdot\text{K}$ である。何度上昇したか。小数点以下 1 桁まで答えよ。
- (4) 空気の熱容量を考慮した場合、温度上昇は (3) の予測より大きいか、小さいか。



解答 (1) 980 J (2) $\frac{0.98}{c}[\text{K}]$ (3) 7.5 K (4) 小さい

解説

- (1) ひっくり返すたびに、仕事は小球の位置エネルギーにかわる。(小球 1000 個で質量 1 kg であることに注意)それを 100 倍して
 $(1 \times 9.8 \times 1) \times 100 = 980\text{ (J)}$
- (2) 熱量を $Q[\text{J}]$ 、質量を $m[\text{g}]$ 、温度変化を $\Delta t[\text{K}]$ とすると、
 $Q = mc\Delta t$ より $980 = 1000 \times c \times \Delta t$
ゆえに $\Delta t = \frac{0.98}{c}[\text{K}]$
- (3) (2)より $\Delta t = \frac{0.98}{0.13} = 7.5\text{ (K)}$
- (4) 加えられた熱エネルギーの一部は空気に与えられるから、鉛の温度上昇は (3) の予測よりも小さい。