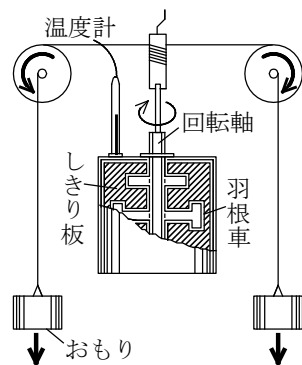


1.

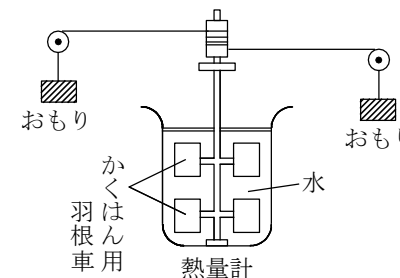
図はジュールの実験装置の略図である。水の入った容器の中に羽根車が入れられ、この回転軸の上部には、ひもが巻きつけてある。ひもはおもりの降下により左右に引かれ、羽根車は回転し、水温が上昇する。ジュールはこの実験より、熱の仕事当量を決定した。この図を参考として、次の問いに答えよ。



- (1) この装置を使って、次の条件で実験を行った。両側のおもりの質量をそれぞれ 13 kg とし、 1.6 m の降下を 20 回繰り返した。このとき水温が $0.31\text{ }^\circ\text{C}$ 上昇した。容器の中の水の質量は 6300 g である。この実験結果から、熱の仕事当量を求めよ。ただし、おもりの降下速度は 6 cm/s とゆっくりであって、水に加えられた仕事はすべて水温の上昇に使われたとする。また 1 g の水を $1\text{ }^\circ\text{C}$ 上昇させる熱量は 1 cal とよばれ、重力加速度の大きさは 9.8 m/s^2 とする。
- (2) (1)の実験条件を変えて、おもりの降下速度が速い実験を行うとすれば、どのようなことを考慮して、熱の仕事当量を求めればよいか。また、求められた熱の仕事当量は(1)で求めた値と比べてどうなるか。
- (3) ジュールの実験から、「熱の仕事当量」が求められた。「熱の仕事当量」にどのような意味があるかを、エネルギー保存則と関連づけて、 100 字程度で述べよ。

2.

仕事と熱との量的な関係を詳しく調べたのはジュールである。彼は、液体をかきまわせばその温度が上昇するという事実を利用した。図は彼の行った実験の装置で、2つのおもりが同時に落下するとき羽根車を回転させる仕事と、羽根車が液体をかきまわして発生した熱量の関係を調べた。その結果、仕事 $W[\text{J}]$ と熱量 $Q[\text{cal}]$ とは比例関係 $W = JQ$ にあることがわかった。



その比例定数 $J[\text{J/cal}]$ を熱の仕事当量という。仕事と熱量に関する次の各問いに答えよ。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

- (1) おもりを 2.0 m の高さ落下させ、羽根車を回転させて水をかくはんした。それを 20 回くりかえした。この間に重力がおもりにした仕事はいくらか。ただし、2つのおもりの質量の和を 20 kg とする。
- (2) (1)のおもりの落下によって水の温度が $0.37\text{ }^\circ\text{C}$ 上昇した。水と熱量計全体の熱容量を $5.0 \times 10^3\text{ cal/}^\circ\text{C}$ とすると、おもりの落下によって発生した熱量はいくらか。ただし、熱量計は外部から完全に断熱されており、熱の出入りはないものとし、おもりの行った仕事はすべて水の温度変化に使われたものとする。また、 1 cal とは水 1 g の温度を $1\text{ }^\circ\text{C}$ 上昇させる熱量である。
- (3) (1)と(2)の結果を用いて熱の仕事当量を求めよ。