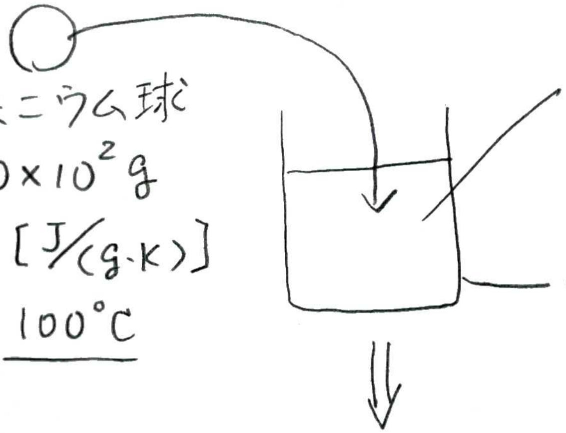
基例19

見やすくして解く ⇒ 理解が深まる



アルミニウム球
2.0×10^2 g
c [J/(g・K)]
100℃

水
2.5×10^2 g
4.2 J/(g・K)　23℃

銅の容器・かき混ぜ棒
30 J/K ← 熱容量
23℃

こちらの温度も
23℃から t[℃]まで上がる。

⇓
34℃

アルミニウムの
比熱を c[J/(g・K)]とすると，熱量の保存より，

$$\underbrace{2.0\times10^2\times c\times(100-34)}_{\text{アルミニウム球が失った熱量}}=\underbrace{(2.5\times10^2\times4.2+30)\times(34-23)}_{\text{水と容器・かきまぜ棒が得た熱量}}$$

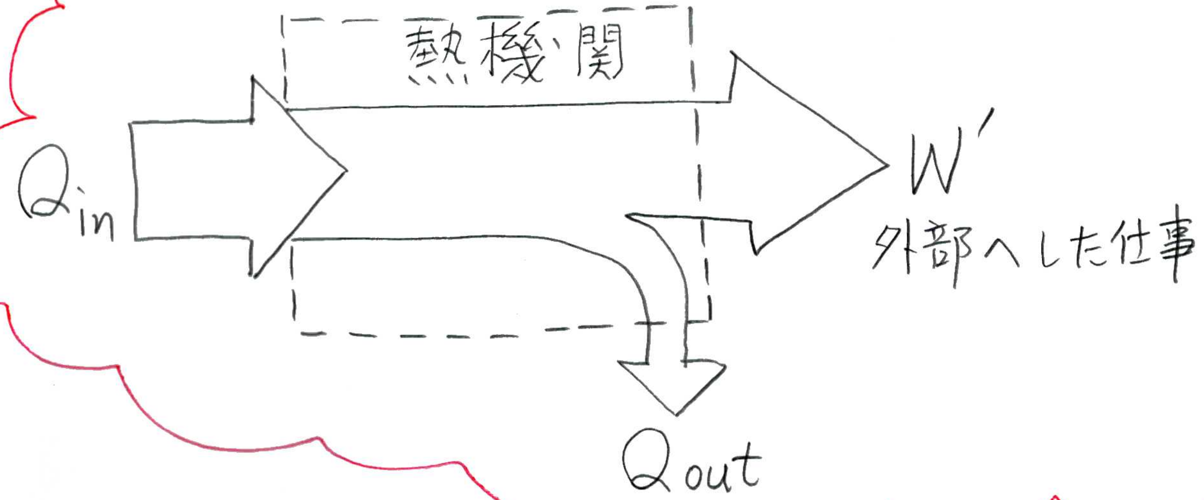
$$200\times\overset{6}{\cancel{66}}\times c=\underset{180}{\cancel{1080}}\times\cancel{11}$$

適切に式を整理していくと計算が簡単になりますよ。

$c=0.90$　　0.90 J/(g・K)

基例20

熱機関・熱効率では、イメージがあると楽勝だ！



$$Q_{in} = W' + Q_{out}$$

$$熱効率\ e = \frac{W'}{Q_{in}} = \frac{Q_{in} - Q_{out}}{Q_{in}}$$

(1)『仕事率 $P = \dfrac{仕事W}{時間t}$』の関係式から、

$$仕事 = 70\times\underbrace{10^3}_{kW=10^3W}\times\underbrace{3.6\times10^3}_{1h=3.6\times10^3s} = 252\times10^6 = 2.52\times10^8$$

$kW = 10^3 W$

$W = J/s$

$1h = 3.6\times10^3 s$

$\underline{2.5\times10^8\ J}$

(2) 熱効率が30%ということは,

与えられた熱量の30%が仕事に使われ, 70%の熱量は捨てられた。

捨てられた熱量は $2.52\times10^8\times\frac{7\cancel{0}}{3\cancel{0}}=5.88\times10^8$

途中計算は
1桁多くとる.

5.9×10^8 J

(3) 与えられた熱量は,

$2.52\times10^8+5.88\times10^8=8.4\times10^8$ J

消費された重油を m [kg] とすると,

$m\times4.2\times10^7=8.4\times10^8$

$m=20$ 　　20 kg

基157

$$Q = C\Delta T = mc\Delta T$$ 熱で一番大切な式

熱量 J

熱容量 J/K ジュール毎ケルビン

質量 g

比熱 J/(g·K) ジュール毎グラム毎ケルビン

温度変化 K または ℃ ケルビン

(1)「熱容量 $C = mc$」から,

$$200 \times 0.45 = 90$$

$\underline{90\ \mathrm{J/K}}$

(2)「$Q = C\Delta T$」から,

$$(90 + \underbrace{150 \times 4.2}_{\text{有効数字2桁}}) \times 1 = 90 + \underbrace{630}_{\text{有効数字2桁}} = \underbrace{720}_{\text{有効数字2桁}}$$

$\underline{7.2 \times 10^2\ \mathrm{J}}$

有効数字は2桁として答えている。

(3)「$Q = C\Delta T$」から,

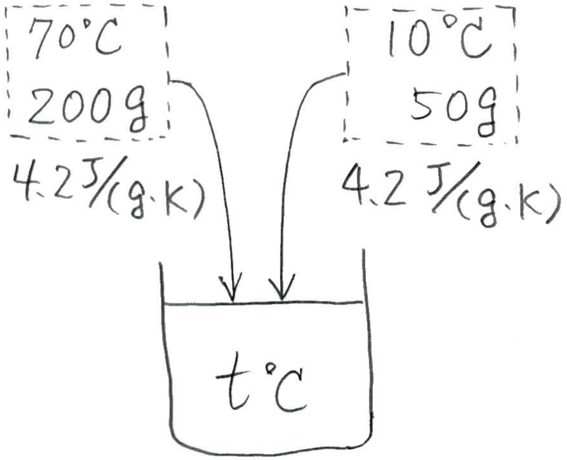
$$1800 = (\underbrace{90 + 150 \times 4.2}_{720})\Delta T$$

$$\Delta T = \frac{\cancel{1800}^{\,20}}{\cancel{720}_{\,8}} = 2.5$$

$\underline{2.5\ \mathrm{K}}$

基158

(1)



適当にやっても，答えがあうことがあります。しかし，それは物理的には，よくない解き方なのです。

ここは，徹底的に「熱量の保存」で式をたてましょう。

熱量の保存より，

$$200\times4.2\times(70-t)=50\times4.2\times(t-10)$$

下がった温度　　上がった温度

両辺に4.2がでてきますが，式を立てる段階では，省かずに書きましょう。

$$4\times(70-t)=t-10$$

$$290=5t$$

$$t=58$$

58°C

(2) (200+50) g の水の温度が 58℃ から 48℃ に
なったと考えると，失った熱量 Q [J] は，

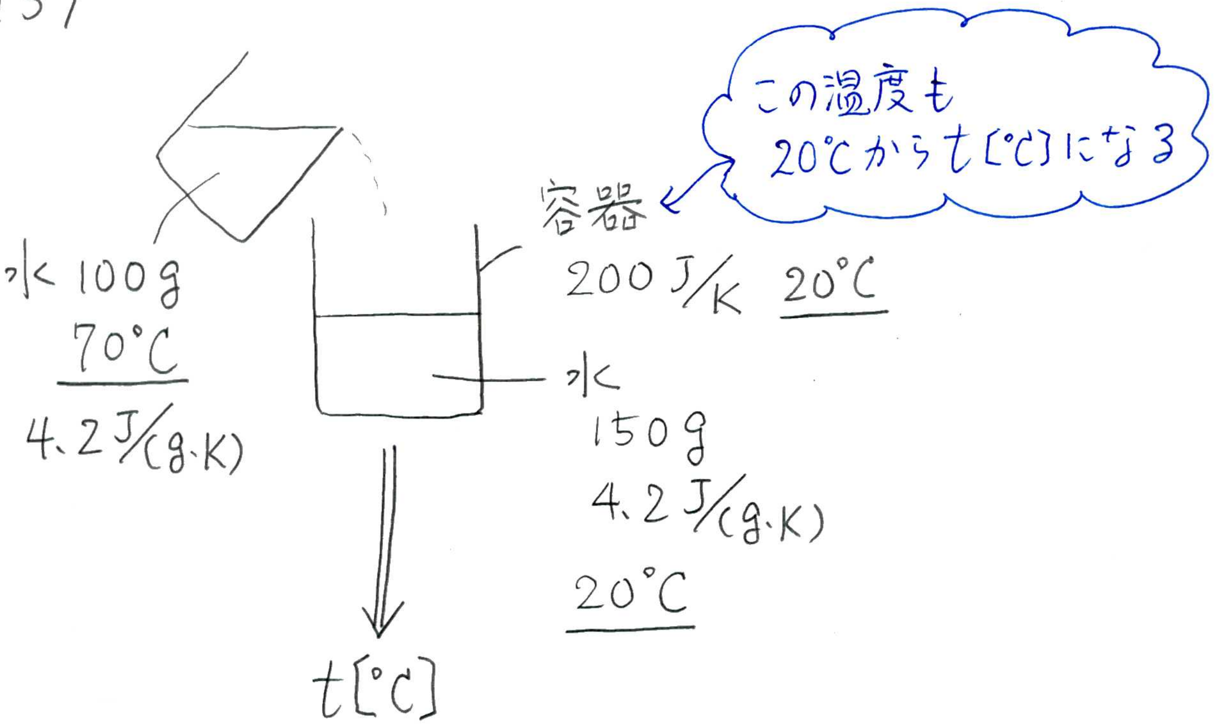
$$Q = (200+50) \times 4.2 \times (58-48) = 1.05 \times 10^4$$

1.1×10^4 J

物理では，考え方がすっきりと示せると，
式も簡単にたてられることが多いのです。

ikeT

基159



t[℃]になったとすると，熱量の保存より

$$\cancel{100}\times 4.2\times(70-t)=(\underset{2}{\cancel{200}}+\underset{1.5}{\cancel{150}}\times 4.2)\times(t-20)$$

$$4.2\times(70-t)=8.3\times(t-20)$$

$$4.2\times 70+8.3\times 20=(8.3+4.2)t$$

$$294+166=12.5t$$

$$t=\frac{460}{12.5}=36.8$$

$\underline{37℃}$

$\frac{460}{12.5}$

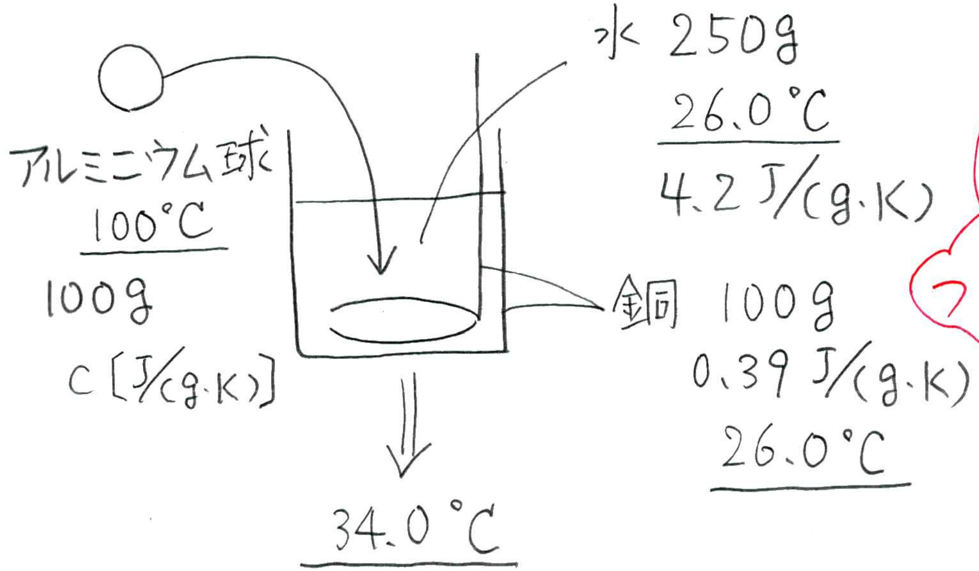
$=\frac{460}{\frac{100}{8}}=4.6\times 8$

$=36.8$

とすれば，計算が楽ですがやりすぎですね。

基160

この問題は確実に解けるようにしておこう!
しっかり理解して，すらすら答えが書けるようになったら，免許皆伝 ☺



式の整理は少々上級になります。どこかで見切りをつけ，計算してしまいましょう

$11^2=121$ですね

アルミニウムの比熱を C [J/(g·K)] とすると，熱量の保存より，

$$\underset{3}{\cancel{150}} \times C \times (100-34.0) = (\underset{5}{\cancel{250}} \times 4.2 + \underset{2}{\cancel{100}} \times 0.39) \times (34.0-26.0)$$

$$\underset{1}{\cancel{3}} \times 66C = (\underset{7}{\cancel{21}} + \underset{0.26}{\cancel{0.78}}) \times 8.0$$

$$C = \frac{7.26 \times 8.0}{66} = \frac{\overset{0.11}{\cancel{1.21}} \times 8.0}{\cancel{11}}$$

$$= 0.88$$

0.88 J/(g·K)

基 161　300 g の水の 10%，つまり 30g の 100℃の水を すべて，100℃の水蒸気にしようというわけです。

かかる時間を t [s] とすると，

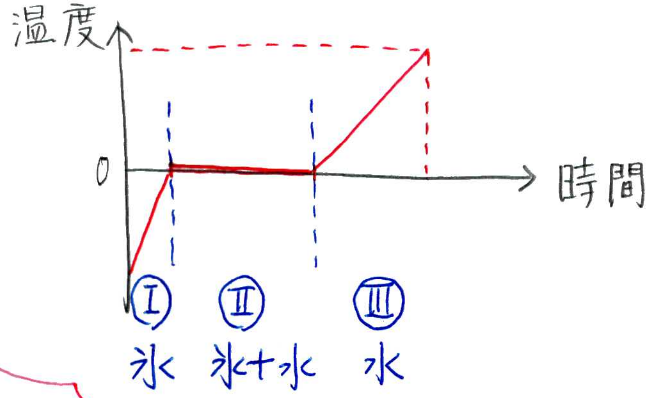
$$\cancel{150}^{5} \times t = \cancel{30} \times 2.3 \times 10^3$$

$$t = \frac{2.3 \times 10^3}{5} = 4.6 \times 10^2$$

4.6×10^2 s

基162

グラフは3つの区間にわかれます。



それぞれの区間で重要なのは，

Ⅰ 氷の比熱

Ⅱ 氷（水）の融解熱
といってもよい）

Ⅲ 水の比熱

(1) 氷だからといって，Ⅰまたは Ⅱの区間で考えても式がたてられないですよね。→Ⅰ氷とⅢ水の質量は同じですね。

時間が313s以降の水の質量ははじめの氷の質量と同じなので，これを m[g] とおく。時間313〜453sの区間で，「$Q = mc\Delta T$」の式より，

$$60 \times (453-313) = m \times 4.2 \times (40-0)$$

$$60 \times \cancel{140}^{20} = m \times \cancel{4.2}^{0.6} \times 40$$

$$m = \frac{\cancel{60}^{100} \times \cancel{20}^{1}}{{}_{1}\cancel{0.6} \times \cancel{40}_{2}} = 50$$

50g

(2) Ⅰの区間で考えられます。氷の比熱を c [J/(g·K)] とすると、

$$60 \times 35 = 50 \times c \times \{0-(-20)\}$$

$$c = \frac{6\cancel{0} \times 35}{100\cancel{0}} = 2.1$$

2.1 J/(g·K)

(3) Ⅱの区間で与えられた熱量の50分の1ですから

$$\frac{60 \times (313-35)}{50} = \frac{6}{5} \times 273 = 327.6$$

3.3×10^2 J

基163

$$l = l_0(1+\alpha t)$$

α：線膨張率（/K）単位

$$10 + \underbrace{0.010}_{1.0\,\mathrm{cm} \to \mathrm{m}} = 10 \times (1 + \alpha \times 20)$$

$$0.010 = 10 \times \alpha \times 20$$

$$1.0 \times 10^{-2} = 2.0 \times 10^{2}\,\alpha$$

$$\alpha = \frac{1.0 \times 10^{-2}}{2.0 \times 10^{2}} = 0.50 \times 10^{-4}$$

$$= 5.0 \times 10^{-5}$$

5.0×10^{-5} /K

$10^{\bigcirc}$の計算を上手にしよう。

基 164

$$V = V_0(1+\beta t)$$

↑ 体膨張率（/K）

何℃から1℃上昇したのかわからないので，そこを少していねいに解説します。セミナーの解答は 0℃から1℃上昇させてそれで終っていて少しものたりなく思う人がいますよね。

まず，t[℃]のとき，$V_t = V_0(1+\beta t)$ ------①

$(t+\Delta t)$[℃]のとき，$V_{t+\Delta t} = V_0\{1+\beta(t+\Delta t)\}$ ---②

②−①　$\underbrace{V_{t+\Delta t} - V_t}_{\Delta V\text{とおく}} = V_0\beta\Delta t$

つまり　$\Delta V = V_0\beta\Delta t$ です。

本問では，$\Delta V = 1.00\times 3.66\times 10^{-3}\times 1$

測定値でなくピッタリ1です

$= 3.66\times 10^{-3}$

$\underline{3.66\times 10^{-3}\ m^3}$

$3.66\times10^{-3}\,m^3$ が $1.00\,m^3$ の x 分の1だとすると,

$$3.66\times10^{-3}=\frac{1.00}{x}$$

$$x=\frac{1.00}{3.66\times10^{-3}}=273.2$$

273分の1

基165

仕事が熱と同等のはたらきをすると考えます。
必修問題です。

重力がおもりにする仕事 $= mgh$ → 落下距離 m

m：おもりの質量 kg

g：重力加速度 9.8 m/s²

↓

水をかき回す仕事になる

↓

水の温度が上昇する。

$$\underbrace{2}_{\text{おもりは2つある}} \times \underbrace{30}_{\text{ここはキログラム}} \times 9.8 \times 1.0 = \underbrace{100}_{\text{ここはグラム}} \times 4.2 \times \Delta T$$

おもりは2つある。
とっても忘れやすいので
要注意.

$$\underset{100}{\cancel{60}} \times \overset{1.4}{\cancel{9.8}} = 100 \times \overset{\overset{1}{\cancel{0.6}}}{\cancel{4.2}} \times \Delta T$$

$\Delta T = 1.4$

$\underline{1.4\ ^\circ\mathrm{C}}$

基166

熱力学第1法則

$$\Delta U = Q + W$$ ← よく出てくる.

Q: 物体に入る + / 物体から出る −

W: 物体にする + / 物体がする −

$\Delta U = Q + W$ より

$3.0 = Q - 2.0$

気体が外部に仕事をしたので負になる

$Q = 5.0$

5.0 J

基167

$$\underbrace{20 \times 4.2 \times 10^7}_{\text{20kgの重油から出る熱量}} \times \underbrace{\frac{40}{100}}_{40\%} = 3.36 \times 10^8$$

$\underline{3.4 \times 10^8\ \mathrm{J}}$

基 168

$$熱効率\ e = \frac{W'}{Q_{in}} = \frac{Q_{in} - Q_{out}}{Q_{in}}$$

$$Q_{in} = W' + Q_{out}$$

外部へする仕事は W' とすることが多い

これでばっちり！

(1) $\frac{20}{100} = \frac{1.0 \times 10^5}{Q_{in}}$ なので、$Q_{in} = 5.0 \times 10^5$ $\underline{5.0 \times 10^5\ \mathrm{J}}$

$$e = \frac{W'}{Q_{in}}$$

(2) $5.0 \times 10^5 = 1.0 \times 10^5 + Q_{out}$ なので、$Q_{out} = 4.0 \times 10^5$

$$Q_{in} = W' + Q_{out}$$

$\underline{4.0 \times 10^5\ \mathrm{J}}$