

[第 8 回目] 熱力学の第 1 法則 (エネルギーの量について)

考える内容 物質に与えた熱や仕事はどのように蓄えられているのか?

授業の目標

熱力学の第 1 法則 = 熱を含めたエネルギー保存則 (エネルギーの総量は一定)

物体に熱量 Q [J] と仕事 W [J] を加えると、内部エネルギーが ΔU [J] 増加する。

$$\Delta U = Q + W$$

, 変化が微小なとき $dU = dQ + dW$

(注意) 物体や気体を中心に考える。仕事も熱も物体に加える方がプラス

気体にする仕事

$$dW = -pdV$$

を使うと $dU = dQ - pdV$

学習到達目標 (3) 熱力学の第 1 法則の式が書け、エネルギー保存則との関係がわかる。

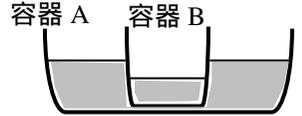
次回予定 [第 9 回目] 定積比熱と定圧比熱 (教科書 38 ページ上 ~ 40 ページ中まで)

レポート問題 第 8 回目 (右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい)

問 1 大きな容器 A に $t_1 = 45$ [] の水 2.0 [m^3] を蓄え、小さい容器 B に $t_2 = 20$ [] の水を入れて容器 A の水の中に置いた。容器 A は断熱材で、容器 B は熱を通す材料でできている。

A... 十分時間が経過したとき、容器 A の水の温度と容器 B の水の温度はどうなるか。

A... 容器 A の水から、容器 B の水に移動したのは何か。

B... 容器 A の水の熱容量 C_A を計算せよ。(1 [g/cm^3], 4200 [$J/kg \cdot K$])B... 十分時間が経過したときに、容器 A の水の温度を 42 [] とするためには、容器 B の水の量は何 [m^3] 必要か。(容器の熱容量は無視できる。)B... 問 2 $T = 300$ [K] のときの、気体分子 1 個あたりの平均運動エネルギー $\frac{1}{2} m \langle v^2 \rangle$ を教科書の式 (3.15) から求めよ。気体の分子数が $N = N_A = 6.02 \times 10^{23}$ 個のとき、(すなわち 1.00 [mol],) 気体の運動エネルギーの総和 E を求めよ。A... T [K], n [mol] の理想気体の内部エネルギー U の式を書け。[教科書の式 (3.27)]B... $T = 600$ [K] (327 []) の空気 $n = 1.00$ [mol] (28.8 [g]) に蓄えられている内部エネルギー U [J] を数値で求めよ。[空気は酸素と窒素の混合気体。2 原子分子理想気体として考えよ。]B... $t_1 = 527$ [] の空気 $n = 10.0$ [mol] に蓄えられている内部エネルギー U_1 を数値で求めよ。この空気を $t_2 = 27$ [] まで冷却したときの、内部エネルギーの変化 ΔU を数値で求めよ。

A... 問 3 熱力学の第 1 法則の式を書け。[教科書の式 (3.28)]

B... ピストン付きの容器に入っている気体を加熱し、 $Q = 100$ [J] の熱を与えたとき、気体が膨張してピストンに 50 [J] の仕事をした。(仕事 W はピストンが気体にする仕事なので、 $W = -50$ [J] である。) 気体の内部エネルギーの増加 ΔU [J] を数値で求めよ。[熱力学の第 1 法則を用いる]

問 4 ピストン付きの容器に気体が入っている。気体は理想気体とする。

B... 理想気体を温度 T を一定に保ちながら、圧力や体積を変化させた。このとき、内部エネルギー U は変化するか変化しないか。その理由も答えよ。C... 容器の気体の温度 T を一定に保ちながら、ピストンでゆっくりと圧縮し、 $dW = 1.0 \times 10^2$ [J] の仕事を与えた。このときの内部エネルギーの変化 dU と熱 dQ を数値で求めよ。B... 容器に圧力 $p = 1.0 \times 10^5$ [Pa] (= 1 [atm]), 体積 $V_1 = 1.000$ [m^3] の気体が入っている。圧力を一定に保ちながら、この気体をピストンでゆっくりと膨張させ、体積 $V_2 = 1.020$ [m^3] まで増加させた。ピストンが気体にした仕事 dW [J] を数値で求めよ。C... ピストンが動かないように固定し ($dV = 0$), 気体の温度を $dT = 0.10$ [K] 上昇させた。気体の質量を $m = 32 \times 10^{-3}$ [kg], 比熱を $c = 650$ [$J/kg \cdot K$] として、仕事 dW , 熱 dQ , 内部エネルギーの変化 dU を求めよ。

解答用紙 (曜 限) 学籍番号 _____ 氏名 _____

問 1

質量 $m =$ _____ [kg], $C_A =$ _____ [J/K]

問 2 $\frac{1}{2} m \langle v^2 \rangle =$ _____ [m³]

$E = N \cdot \frac{1}{2} m \langle v^2 \rangle =$ _____ []

$U =$ _____ $U =$ _____ []

$U_1 =$ _____ []

$\Delta U =$ _____ []

問 3 $\Delta U =$ _____ []

問 4 $T = \text{一定のとき}$, U は変化 する・しない 。

理由:

理想気体の内部エネルギー U は, $U =$ と表されるので, 温度 T が一定のとき, も一定である。 $dU =$ 。

熱力学第 1 法則より, $dQ + dW = dU =$ 。 $dQ =$

体積変化は $dV = V_2 - V_1 =$ _____ [m³]

$dW =$ _____ []

ピストンが動かないので, 体積 V は 。 $dV =$

$dW =$

m, c, dT から, 与えた熱は $dQ =$ _____ []

熱力学の第 1 法則より, 内部エネルギーの変化は, $dU =$ _____ []

このレポートをやるのに _____ 時間 _____ 分,
それ以外に基礎物理 の予習復習を _____ 時間 _____ 分した。