

2013 年度夏学期 熱力学 (担当:加藤雄介) 演習問題 II 講評

(文責: 黒澤)

2013 年 6 月 17 日

採点基準

II-1. 各問 1 点

II-3. 7 点

II-4. 7 点

計 21 点満点。16 点以上で A、10 点以上で B、それ以下の方には C、未提出の方には D を付けています。

II-1 理想期待を作業物質にした Carnot Engine の効率

みなさまよく解けていました。特にコメントは必要ないと思われます。

II-3 Kelvin の原理から Carnot Engine の効率が作業物質の種類によらないことを導く

みなさまよく解けていました。効率が違う Carnot サイクルを組み合わせて片方を逆回しにすれば、背理法によって命題を示すことができます。

何人かの方が、示すべきことを「理想気体の Carnot サイクルの効率を超えるサイクルがない」と解釈して解いていらっしやいました。本問のポイントは、理想気体以外の物質を作業物質とした Carnot サイクル (より正確には可逆サイクル) でも、その効率は理想気体のものと一致するという点にあります (超えることも、下回ることもありません!)。現実の物質では状態方程式 $PV = NRT$ や内部エネルギーの式 $U = cNRT$ は近似的にしか成り立っていません。しかしそれで作られた熱機関の効率は、理想的には理想気体のものと一致しているのです。

II-4 断熱過程と Kelvin の原理

レポートを提出されたほとんどの方が、作業物質が理想気体であることを仮定していました。内部エネルギーの式

$$\Delta U = cNR\Delta T \quad (1)$$

は理想気体以外の物質では一般に成立しません。しかし Kelvin の原理 (そして本題の命題) は理想気体ではない物質に対しても、気体・液体・固体を問わず成立します。式 (1) を書いていらした方は一律 4 点減点しています。理想気体で示した場合にも、理想気体で成立する場合にそれ以外の系でも成立することを示せば問題ないのですが、残念ながらそういう方はいませんでした。同様に一般の物質では定積熱容量 c_v は温度に依存しています。断わりなく $\Delta U = c_v\Delta T$ と書いていらっしやった方は 2 点減点しています。一般の場合には積分の形で $\Delta U = \int c_v(T) dT$ と書く必要があります。

また問題のヒントで $V_f > V_i$ となってしまうため、 $V_i > V_f$ の場合、あるいは $T_f > T_i$ の場合を省いていた方が何人かいらっしやいました。減点はしていませんが、サイクルの途中で吸熱過程を一箇所だけ設けることによって同様に示すことができます。

講義に対する要望・苦情・意見

講義に対する意見を簡潔にまとめました。

良しとする意見

- やってて楽しい。
- 例題を解きながら進めるのは分かりやすくてよい。このスタイルの講義をもっとやってほしい
- レポートが出ると復習する気が起きるのでよい

苦情・要望

- 最後に駆け足にならないでほしい。
- 黒板の下の文字が前の人の頭で見えなくなるときがあるので、説明の際は黒板を上げてから説明してほしい
- たまにマイクの調子が悪く聞きにくいので、マイクの調子が良いことを願っています
- おもしろいことを言ってもっと笑わせてほしい