

基礎化学 2018年度 中間試験 採点者コメント

配点・採点基準は公開しません。

1. [圧力]

密閉された容器に気体を充填し、温度を上昇させた時に、器壁が受ける圧力はどのように変化するか説明せよ。容器の体積変化は無視できるとする。以下の語をすべて使うこと：気体分子、温度、力積、衝突頻度、比例

(正答率 51%)

ボイルの法則・シャルルの法則あるいは理想気体の状態方程式から、「体積が一定なら気体の圧力は絶対温度に比例する」ことは知っているとする。統計学的な観点から、それはどのように説明されるかを問うことが出題者の意図であった。

温度は気体分子の速度の二乗の平均（あるいは平均運動エネルギー）に比例する一方で、完全弾性衝突であれば1回の衝突で器壁が受ける力積（力×時間）は運動量変化に等しく「特定の方向への速度の平均」に比例し、衝突頻度（回数÷時間）も「特定の方向への速度の平均」に比例する。結果として圧力は気体分子の運動速度の二乗の平均に比例し、温度に比例するはずであると言う説明の仕方がある。ただし他の説明の仕方でも間違っていなければ減点対象とはしなかった。

減点対象となった表現としては「速度が温度に比例する」「衝突頻度が温度に比例する」「力積が温度に比例する」などがあつた。いずれも温度の平方根に比例するが、温度には比例しない。

2. [温度]

現在の国際単位系で絶対温度 K と摂氏温度 °C はどのように定義されるか説明せよ。ただし以下の語あるいは数値をすべて使うこと：水の三重点、273.16 K、273.15、熱力学的温度目盛

(正答率 47%)

常圧での水の融点は 0°C、水の沸点は 100°C と思うこと自体は決定的に間違っているわけではない。しかし、かりに常圧を 1013 hPa とし、どのように 1013 hPa という圧力を人為的な方法で作り返し、正確に維持できるだろうか？不可能ではないだろうが、それを実現するためには大掛かりな実験装置や設備、注意深い操作が必要になるはずである。

それと比較すれば、水の三重点（氷・水・水蒸気の共存する状態）は、冷却装置と減圧装置があれば比較的容易に実現できる。そのために水の三重点が温度の基準として用いられるようになった。水の常圧での凝固点が 273.15 K に近くなるように、水の三重点温度は 273.16 K と定められ、摂氏温度の数値は「絶対温度の数値から 273.15 を差し引いた値」として再定義された。20世紀に教育を受けそれを知らない者も多いが、21世紀になる前に国際的にも日本国内でも認識されていたはずのことである。

0 K と 273.16 K が定義されたとして、それ以外の温度はどのように定義されるか？熱力学的な温度目盛とは「準静的な熱サイクルでの吸熱量と放熱量の比により温度の比を定義すること」などとするのが正確と思われるが、この出題ではそのことについて説明は求めない。「熱力学的な温度目盛」と呼ばれるものによって任意の温度が定義されることを知っていれば良いと思われる。

減点対象となった答案として「三重点」の意味を理解していないものが目立った。

3. [熱容量と比熱]

マイヤーの関係について説明せよ。ただし以下の語を使うこと：定積モル比熱，定圧モル比熱，気体定数

(正答率 86%)

減点対象となる答案は少なかったが、定積モル比熱と定圧モル比熱を取り違えた例があった。

4. [音]

ニュートン・ラプラスの式が表す内容について説明せよ。ただし以下の語を使うこと：流体，音速，体積弾性率，密度

(正答率 81%)

減点対象となった答案としては。「音速が体積弾性率と密度の商の平方根に比例する」と言う意味のものが多かった。そのこと自体は間違っていないが「比例する」のと「等しい」のとは意味が違い、ニュートン・ラプラスの式の説明としては不十分である。

5. [熱伝導]

フーリエの法則について説明せよ。ただし以下の語を使うこと：熱流束密度，温度，勾配，熱伝導度

(正答率 62%)

減点の対象にはしなかったが「熱流束密度」を「熱流速密度」と誤記するものがあつた。フーリエの法則を表す式を正しく書いており、試験の答案としては正解としても「熱流束密度」「勾配」「熱伝導度」の意味をあまり理解できていないように見えるものも多かった。

「熱流束密度は温度勾配に比例する」と言っても間違っていないが、熱伝導度の定義としては「熱流束密度と温度勾配の商に負符号をつけた値」である。なお「大きさ」「絶対値」などの表現をする答案はなかったが、逆カルノーサイクルのように低温熱源から高温熱源へ熱を移動させる物質が存在すれば形式上は熱伝導度が負の値になるはずなので、そのような表現は減点対象になると思われる。