

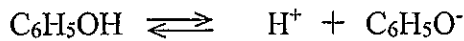
【問1】（環境工学1）

次の問題1～3に答えよ。

問題1. 以下の文中①～③に入る数値を答えよ。

(1) 1 g の物質を 1 m<sup>3</sup> の水に溶かすとその濃度は (①) mg/L である。

(2) フェノールの酸解離式は以下の通りであり、酸解離定数  $K_a$  は  $1 \times 10^{-10}$  (mol/L) である。



フェノールの水溶液において  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  と  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$  のモル濃度が等しくなるときの pH は (②) である。

(3) 廃水が 1 時間あたり 20 m<sup>3</sup> 流入する沈殿池の滞留時間を 4 時間としたい。この沈殿池の容積は (③) (m<sup>3</sup>) である。

問題2. 下の図中 a—f はスイスのチューリッヒ湖（表面積 68 km<sup>2</sup>、平均水深 51 m）における、ある時点の水質の鉛直分布である。次の問いに答えよ。

(1) 水温は水面付近が 21°C 程度であるが、深さ 8 m 前後以深では急激に水温が下がっている。このように、水深によって明確な温度分布ができている湖の状態を湖の ( ) 化という。( ) に入る語句を答えよ。

(2) この時点の季節はいつと考えられるか。春・夏・秋・冬で答えよ。

(3) 水深 10 m 付近での水質の特徴を、いくつかの水質項目から説明し、その水質が形成された要因を推定せよ。ただし、6 つの水質項目全てを使って説明する必要はない。

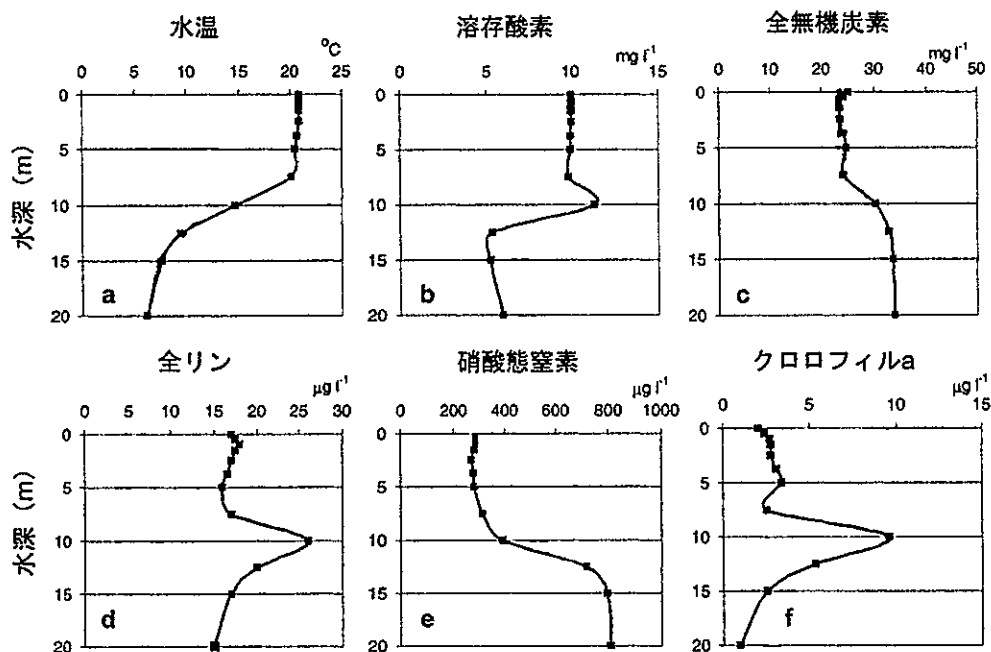


図 (Bossard et al 2001 を改変)

問題3. 50,000 m<sup>3</sup>/日进行处理する浄水場の消毒設備を設計する。消毒前の浄水を攪拌しながら塩素を徐々に加え、残留塩素を測定したところ、塩素注入率と残留塩素濃度の関係が下表のようになった。これについて以下の問に答えよ。

塩素注入率 (mg/L)	1	2	3	4	5	6	7	8
残留塩素濃度 (mg/L)	0.1	0.7	1.3	1.7	1.4	0.7	1.3	2.2

- (1) 表のデータから、塩素注入率と残留塩素濃度のグラフを解答用紙に作成せよ。
- (2) 前記(1)で作成したグラフ中に、不連続点(ブレイクポイント)を丸で囲んで示せ。
- (3) 注入した塩素のうち、有機物などにより消費されたため残留塩素に寄与しない分は塩素濃度として何 mg/L あったか推定せよ。
- (4) 不連続点塩素処理を用いて、残留塩素濃度が 1 mg/L となるよう塩素を注入するとき、塩素注入率 (mg/L) はいくらにしたらよいか求めよ。
- (5) 前記(4)の塩素注入率を用いて、この浄水場で一日あたりに要する次亜塩素酸ナトリウムの注入量 (kg/日) を計算せよ。ただし、次亜塩素酸ナトリウムの有効塩素量を 13% とする。計算過程も書くこと。

【問2】（環境工学2）

次の問題1～3に答えよ。

問題1. 鉄製容器（質量1 kg）に温度20 °Cの水（5 リットル）が入っており、この中に鉄ともう一つの金属の合金（質量1 kg）を200 °Cに加熱して投入したところ、温度が25 °Cで落ち着いた。鉄の比熱、水の比熱を、それぞれ0.5 kJ/(kg・K)、4 kJ/(kg・K)とすると、下の設問(1)～(3)に答えよ。ただし、熱の授受は上記以外起こらなく、合金の比熱は単純にその質量比によって決まるものと仮定する。鉄と配合金属との質量比は、鉄：配合金属=1:1 とする。また、実験を通じて水の密度は1 kg/Lで一定とする。

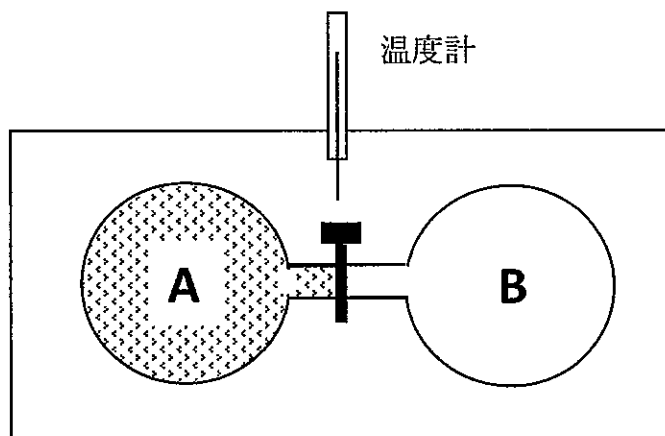
表 金属と比熱（参考値）

金属	比熱 (kJ/kg・K)
鉛 (Pb)	0.2
ニッケル (Ni)	0.4
アルミニウム (Al)	0.7

- (1) 鉄製容器の質量、比熱、温度をそれぞれ  $M_f$ 、 $c_f$ 、 $T_f$ 、水の質量、比熱、温度をそれぞれ  $M_h$ 、 $c_h$ 、 $T_h$ 、合金の質量、比熱、温度をそれぞれ  $M_a$ 、 $c_a$ 、 $T_a$ 、および反応後の温度を  $T_m$  とするとき、 $M_f$ 、 $c_f$ 、 $T_f$ 、 $M_h$ 、 $c_h$ 、 $T_h$ 、 $M_a$ 、 $c_a$ 、 $T_a$ 、 $T_m$  を用いて熱量保存則の等式を書け。
- (2) それぞれの適切な値を前記(1)の式に当てはめ、 $c_a$ （単位 kJ/(kg・K)）の値を求めよ。 $c_a$ の値は小数点第2位を四捨五入せよ。計算過程も示せ。
- (3) 前記(2)で求めた値をもとに、合金の配合金属は鉄と何の金属だったのかを上表から推測せよ。計算過程も示せ。

問題2. 以下の文はジュールの法則について記述されている。下の図を参照しながら、下記の文章のカッコ内に入る適切な言葉を語句欄から選べ。

外部と完全に断熱した水槽の中に2個の容器をつないで栓で閉じてある。Aの容器には(①)気体を満たして、Bの容器は真空である。温度が安定した後に、栓を開けるとAの気体はBに(②)する。やがて、A容器内とB容器内の圧力と(③)は(④)になり、その(③)は(②)前と同じになった。このことから、真空への(②)により気体の圧力や(⑤)が変化しても(③)は変化しないことが言える。さらに、断熱であるために外部からの熱(Q)の供給はなく $Q=0$ であり、真空に(②)している故に、仕事(W)もしていない、 $W=0$ でもある。すなわち、(①)気体の(⑥)エネルギーは(⑤)には関係なく、(③)のみに関係することが言える。



語句欄

低圧 ジュール 膨張 実在 温度 圧力 体積 上昇 運動 低下 同じ 真空  
安定 シャルル 内部 ボイル エンタルピー 理想 エントロピー 圧縮 位置  
高圧 自由 変化 仕事 外力

問題3. 採取したごみのデータをまとめると、下の表1と表2のようになった。このデータを用いて、下の設問(1)~(4)に答えよ。

表1 採取直後と乾燥後のごみ総質量

	ごみ総質量 (kg)
採取直後のごみ	100
乾燥後のごみ	50

表2 採取したごみの分析値

ごみの組成	乾燥後の質量 (kg)	可燃分 (%)	灰分 (%)
厨芥	30	70	30
プラスチック	5	100	0
紙類	10	80	20
不燃物	5	0	100

- (1) ごみの含水率を求めよ。計算過程も示せ。
- (2) ごみの乾ベースにおける組成率を求めよ。計算過程も示せ。
- (3) 乾ベースにおける、ごみの可燃分率と灰分率を求めて、円グラフを描け。計算過程も示せ。
- (4) ごみの三成分率を求め、円グラフを描け。計算過程も示せ。