

2011 年度前期試験問題と解答

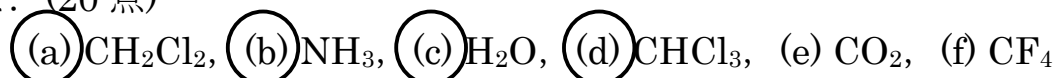
<注意>

- 2011 年度と 2012 年度とでは講義内容の一部が異なる。たとえば水溶液の濃度は 2011 年度には後期に学んだ。教科書も別のものを指定していた。
- 7 月に 2012 年度向けの「前期試験模擬問題＋解法＋略解」を配布する。

[1]から[6]のうち 5 問を選んで解答用紙に解答せよ。いずれも配点は 20 点である。5 問を超えて解答した場合、正答していれば成績評価に加算する。問題用紙は提出せず持ち帰ること。気体 1 mol は 0 °C, 1013 hPa において 22.4 L の体積を占めるものとする。原子量は H=1.0, C=12.0, N=14.0, O=16.0 とする。0 °C は 273 K として計算せよ。断りのない限り気圧は 1013 hPa とせよ。

採点方法:120 点満点からスタート。以下の基準で減点して行き、残った点数を前期の試験点数とした。100 点を超えた場合は 100 点とした。

[1] 以下の物質(a)から(e)のうち、極性を示すものを全て選び記号に○を付けよ。(20 点)



- ミス 1 個ごとに 4 点減点。ただし減点は合計 20 点まで。

[2] 以下の電磁波を波長の長いものから順に並べよ。(a)から(f)の記号で答えよ。(20 点)

(a) γ 線, (b) 可視光線(緑), (c) 可視光線(赤), (d) 紫外線, (e) マイクロ波, (f) 赤外線

長い ← (e) (f) (c) (b) (d) (a) → 短い

- 順番を逆に回答した場合は 10 点減点。一箇所だけのミスも 10 点減点。これら以外のミスは 20 点減点。

[3] 内部の直径が 65 cm であるドラム缶に高さ 95 cm まで水を入れ、プロパンガスの燃焼熱を用いてドラム缶風呂を用意することにした。以下の各問に答えよ。プロパン C_3H_8 の完全燃焼に伴う反応熱を

$\Delta H = -2.2 \times 10^3 \text{ kJ mol}^{-1}$ とする。液体の水の密度は 1.0 g cm^{-3} , 液体の水

の比熱は $4.2 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ とする. (20 点)

問 1 プロパンの完全燃焼をあらわす化学反応式を記せ.



● 部分点なし. 誤答は 2 点減点. 化学反応式ではなく熱化学方程式を書いた場合も 2 点減点.

問 2 この風呂の水温を $26 \text{ }^\circ\text{C}$ から $42 \text{ }^\circ\text{C}$ まで上昇させるために必要とされる熱エネルギーを求めよ.

$$\text{風呂の体積: } (3.14)(0.325 \text{ m})^2(0.95 \text{ m}) = 0.315 \text{ m}^3$$

$$\text{水の質量: } (0.315 \text{ m}^3)(10^3 \text{ kg m}^{-3}) = 315 \text{ kg}$$

$$\text{温度変化: } 42 \text{ }^\circ\text{C} - 26 \text{ }^\circ\text{C} = 16 \text{ }^\circ\text{C} = 16 \text{ K}$$

$$\text{熱エネルギー: } (4.2 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1})(315 \text{ kg})(16 \text{ K})$$

$$= 21\,168 \text{ kJ} = \underline{21 \times 10^3 \text{ kJ}} = \underline{2.1 \times 10^4 \text{ kJ}}$$

● 誤答は 3 点減点. ケタのミスは 2 点減点. それ以外の部分点なし.

問 3 この際に必要となるプロパンの物質質量と質量を求めよ.

21 168 kJ の熱エネルギーを得るために必要なプロパンの物質質量

$$(21\,168 \text{ kJ}) / (2.2 \times 10^3 \text{ kJ mol}^{-1}) = 9.622 \text{ mol} = \underline{9.6 \text{ mol}}$$

$$(9.6 \text{ mol})(44 \text{ g mol}^{-1}) = 422.4 \text{ g} = \underline{4.2 \times 10^2 \text{ g}}$$

● 物質質量と質量のそれぞれに対して, 誤答は 3 点減点, ケタのミスは 2 点減点. それ以外の部分点なし.

問 4 上記の燃焼反応によって生じる二酸化炭素 CO_2 の物質質量と質量を求めよ.

$$(3)(9.6 \text{ mol}) = 28.8 \text{ mol} = \underline{29 \text{ mol}}$$

$$(28.8 \text{ mol})(44 \text{ g mol}^{-1}) = 1267.2 \text{ g} = \underline{1.3 \times 10^3 \text{ g}}$$

● 物質質量と質量のそれぞれに対して, 誤答は 3 点減点, ケタのミスは 2 点減点. それ以外の部分点なし.

問 5 上記質量の二酸化炭素が, 1013 hPa , $30 \text{ }^\circ\text{C}$ において占める体積を求めよ.

$$(303 \text{ K} / 273 \text{ K})(22.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1})(28.8 \text{ mol}) = 0.716 \text{ m}^3 = \underline{7.2 \times 10^{-1} \text{ m}^3}$$

● 誤答は 3 点減点, ケタのミスは 2 点減点. それ以外の部分点なし.

- [4] 450 mL のエタノール C_2H_5OH を $25\text{ }^\circ\text{C}$ から加熱して行き，全量を蒸発させるために必要な熱エネルギーを計算せよ．エタノールの沸点は $78\text{ }^\circ\text{C}$ ，蒸発熱は 393 kJ kg^{-1} ，液体のエタノールの密度は 0.789 g cm^{-3} ，モル比熱は $111\text{ J mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$ とする．(20 点)

$$\text{温度変化: } \Delta T = 78\text{ }^\circ\text{C} - 25\text{ }^\circ\text{C} = 53\text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{エタノールの物質質量: } (450\text{ cm}^3)(0.789\text{ g cm}^{-3}) / (46.0\text{ g mol}^{-1}) = 7.72\text{ mol}$$

$$\text{温度上昇に必要なエネルギー: } (111\text{ J mol}^{-1}\text{ K}^{-1})(7.72\text{ mol})(53\text{ K}) = 45\,417\text{ J} \\ = 45\text{ kJ}$$

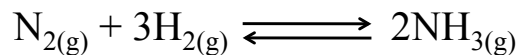
$$\text{蒸発に必要なエネルギー: } (393\text{ kJ kg}^{-1})(0.355\text{ kg}) = 140\text{ kJ}$$

$$\text{求めるエネルギー: } 140\text{ kJ} + 45\text{ kJ} = \underline{185\text{ kJ}}$$

- 加熱に必要なエネルギー，もしくは蒸発熱の片方のみしか解答していない場合は 15 点減点．それ以外の部分点なし．

- [5] アンモニア NH_3 の合成反応に関する以下の問に答えよ．(20 点)

問 1 この反応は次の化学反応式であらわされる．



ここで(g)は気体をあらわす．アンモニアの生成熱は

$\Delta H = -46.11\text{ kJ mol}^{-1}$ である．この平衡を，アンモニアの生成側に移動させるために有効な手段を，以下から選び○を付けよ．

- (a) 熱を加える (b) 冷却する，(c) 圧力を加える，(d) 圧力を下げる，
(e) 触媒を加える．

- ミス 1 件につき 1 点減点．

問 2 この反応を用いてアンモニアを 50.0 kg 生産したときに消費された窒素の，物質質量，質量，および 1013 hPa ， $25\text{ }^\circ\text{C}$ における体積を求めよ．

アンモニア 50.0 kg の物質質量:

$$50.0 \times 10^3\text{ g} / 17.0\text{ g mol}^{-1} = 2\,941\text{ mol} = \underline{2.94 \times 10^3\text{ mol}}$$

このとき消費された窒素の物質質量:

$$(1/2)(2\,941\text{ mol}) = 1\,471\text{ mol} = \underline{1.47 \times 10^3\text{ mol}}$$

これの質量:

$$(1\,471\text{ mol})(28.0\text{ g mol}^{-1}) = 41\,188\text{ g} = 4.12 \times 10^4\text{ g} = \underline{4.12 \times 10\text{ kg}}$$

体積:

$$(1.47 \times 10^3 \text{ mol})(22.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1})(298 \text{ K}/273 \text{ K}) = 35.94 \text{ m}^3 \\ = \underline{3.59 \times 10^2 \text{ m}^3}$$

● ミス 1 件につき 5 点減点. ケタのミス 1 件につき 2 点減点. それ以外の部分点なし.

[6] 反応速度に関する以下の問に答えよ. (20 点)

水に加えた瞬間から分解が始まる薬品がある. 薬品の分解速度は以下の微分方程式であらわされる.

$$\frac{dC}{dt} = -kC$$

ここで C は薬品の存在量, k は定数, t は時間をあらわす.

問 1 薬品の初期存在量を C_0 , 自然対数の底を e とするとき, $C = C_0 e^{-kt}$ が成り立つことを, 上記方程式から導き出せ.

問 2 n 半減期後において次の関係が成り立つことを示せ.

$$C = C_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

省略. 前期最終回の講義ノートを確認せよ.

● いずれか片方だけの正答は 10 点減点.

- いずれも講義において取り扱った内容である. 講義終了時に行ってきた確認問題と類似した問題も出題してある([1][4][5]). 有効数字の処理に関しては減点対象とせず, ケタのミスも部分点を与えてある.
- 後期試験には前期試験範囲も含まれるので, 今回解答できなかった問題は解答できる状態にしておくこと.
- 前期も後期も成績不良者に対する救済処置を一切行わない. 通年合計点が 120 点に到達しなかった者は「不可」とする.

以上