

令和3年度
専攻科入学者学力選抜検査問題

(専 門 科 目)

環境システム工学専攻 D群

有機化学・生化学，無機化学・分析化学，
物理化学，化学工学

受検番号	
------	--

(注 意)

- 1 指示があるまで開かないでください。
- 2 問題は1ページから10ページまであります。検査開始の合図のあとで確認してください。
- 3 貸与する電卓を使用しても構いません。
- 4 問題は4問です。その中から3問を選択して解答してください。下の表に、選択した問題番号に丸(○)印をつけてください。なお、選択した問題以外に解答しても採点されません。

問題番号	1	2	3	4
選択した番号				

独立行政法人国立高等専門学校機構

福井工業高等専門学校

1 以下の有機化学・生化学に関する問題に答えなさい。

問 1. 次の(1)～(3)の有機化合物について、慣用名を記入しなさい。



(3)

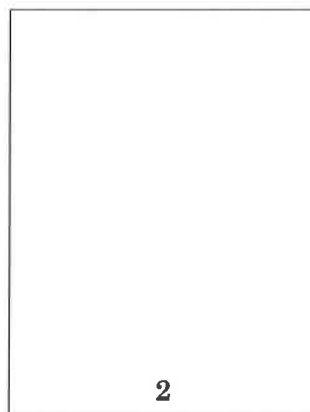
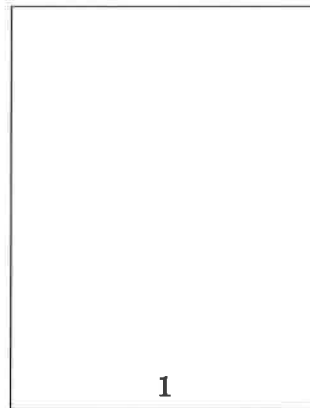
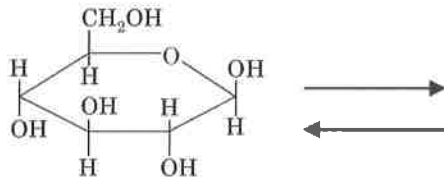


解答欄：

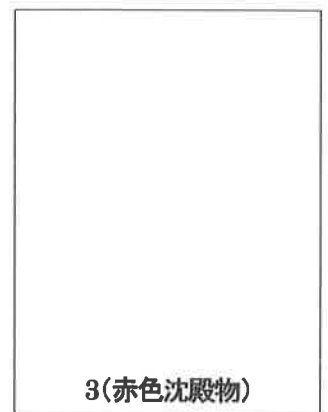
1:	2:	3:
----	----	----

問 2. 下記は、フェーリング反応により β -D-グルコースからグルコン酸と赤色沈殿物を合成する方法である。以下の空欄の 1 から 3 の化合物について構造式を記入しなさい。

解答欄：



+



問3. 下記は、脂質および脂肪酸の定義・性質に関する説明である。次の(1)、(2)の設問に答えなさい。

脂質は、[1] で抽出できる生体成分の総称である。脂質には、脂肪酸のエステルで構成されているけん化性脂質があり、[2] と [3] に大別することができる。[2] は、分子中にリン酸や糖などを成分として含んでいる脂質の総称である。一方 [3] は、アルコールと脂肪酸がエステル結合することで構成されており、さらに脂肪酸とグリセリンとのエステルを [4]、脂肪酸と [5] とのエステルを“ろう”とに分類できる。[4] の一種であるグリセリドは、アルカリで加水分解することで石鹸が生じ、けん化性脂質の名称の由来ともなっている。

脂質を構成する脂肪酸は、1個の [6(官能基名)] を有する [7] 化合物の総称であり、炭素原子間の二重結合の有無により [8(二重結合なし)] と [9(二重結合あり)] に分類できる。

脂肪酸の性質

- ・融点は、炭素数が少なくなるほど [10]、同一炭素数のものどうしを比較した場合、二重結合数が多いものの方が [11] なる。
- ・溶解度は、[1] によく溶ける。水に対する溶解性は、[12] 以上はほとんど溶けない。

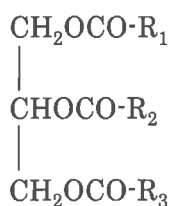
(1) 上記文中の [] の空欄に当てはまる適切な語句を記入しなさい。

解答欄：

1:	2:	3:	4:
5:	6:	7:	8:
9:	10:	11:	12:

(2) 上記文中の一重下線部() は、グリセリドから石鹸を合成する反応である。トリグリセリドを出発原料として、以下の空欄に1および2の化合物の構造式を記入しなさい。アルカリは、水酸化ナトリウムとする。

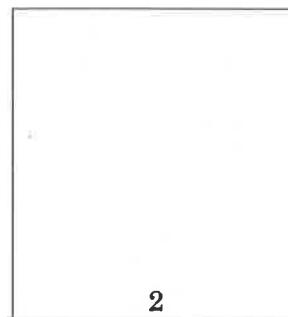
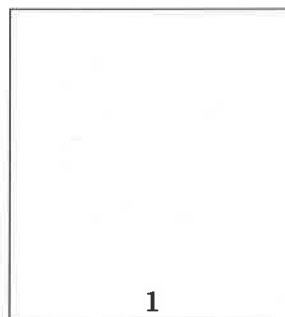
解答欄：



+ 3 NaOH



+



2 以下の無機化学・分析化学に関する問題に答えなさい。

問 1. 次の量子数、軌道に関する問いに答えなさい。

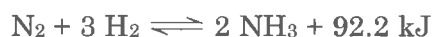
- (1) 主量子数 n が 4, 方位量子数 l が 3 の軌道には最大いくつの電子が入るか答えなさい。
- (2) 主量子数 n が 2 である場合, とりうる方位量子数 l の値をすべて示しなさい。
- (3) 主量子数 n が 4, 方位量子数 l が 2 の軌道は, 原子軌道でいうところの何か答えなさい。(例: $1s$ 軌道)
- (4) 方位量子数 l が 3 である場合, 何個の磁気量子数 m_l をとるか答えなさい。
- (5) 方位量子数 l が 1 である場合, とりうる磁気量子数 m_l の値をすべて示しなさい。

解答欄: (1) _____ (2) _____ (3) _____ (4) _____ (5) _____

問 2. 次の(a)~(c)の文中の [] の空欄に当てはまる適切な語句を記入しなさい。

(a) 平衡状態にある系で, 平衡を定める状態変数 [1], [2], [3] の一つに変化が生じると, その変化の [4] をできるだけ [5] する方向に [6] の位置は移動する。これを [7] の原理という。

(b) 水素ガスと窒素ガスからアンモニアを生成する反応は以下の通りである。



いま, この反応が [8] に達しているとき, 温度を上げると, 温度を [9] 向きに反応は進行する。すなわち, [10] 熱反応の方向へ, 反応は [11] 向きの方向へ移動し, 新しい平衡に達する。結果として, 温度を上げるとアンモニアから水素や窒素を [12] しやすくなる。

(c) 酢酸 (CH_3COOH) は弱酸であり, 以下のように一部 ($10^{-4.73} =$ 約 55000 に 1 の割合) が解離する。



この平衡に達している溶液に, 塩酸のような強酸 ($\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ のようにほぼ 100% 解離する) を加えると, 反応は [13] 向きの方向へ移動し, 新しい平衡に達する。結果として, 塩酸を加えると CH_3COO^- の濃度が [14] し, CH_3COOH の濃度が [15] する。

解答欄:

1 :	2 :	3 :	4 :	5 :
6 :	7 :	8 :	9 :	10 :
11 :	12 :	13 :	14 :	15 :

問3. $0.200 \text{ mol dm}^{-3}$ の硫酸 10.00 cm^3 を水酸化カリウム溶液で滴定したところ、 12.50 cm^3 を要した。次に、この水酸化カリウム溶液 10.00 cm^3 を塩酸で滴定したところ 8.42 cm^3 を要した。このときの水酸化カリウム溶液と塩酸のモル濃度を有効数字3桁で求めなさい。

解答欄： 水酸化カリウム溶液 mol dm^{-3} 塩酸 mol dm^{-3}

問4. $0.01 \text{ mol dm}^{-3} \text{ NH}_3 + 0.01 \text{ mol dm}^{-3} \text{ NH}_4\text{Cl}$ の混合溶液が 100 cm^3 がある。以下の問いに答えなさい。
 $\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}^+$ の $\text{p}K_a$ を 9.26 とする。

(a) この混合溶液の pH を有効数字3桁で求めなさい。

(b) この混合溶液に $0.1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ HCl}$ 溶液を 3 cm^3 添加したときの pH を有効数字3桁で求めなさい。

解答欄： (a) (b)

3 以下の物理化学に関する問題に答えなさい。

問 1. ある化学反応の反応速度定数 k が 0°C において $1.777 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ 、活性化エネルギーが $2.222 \text{ kJ mol}^{-1}$ であるとする。以下の (a)~(c) の問いに答えなさい。

(a) この化学反応は何次反応か、答えなさい。

(b) 1000°C におけるこの化学反応の反応速度定数はいくらか、有効数字 4 桁で答えなさい。

(c) 1000°C におけるこの化学反応の半減期は何秒か、有効数字 3 桁で答えなさい。

解答欄： (a) 次反応 (b) (c) 秒

問2. 無重力状態のもとでは、水は球状になる。無重力状態下において半径 1.000 cm の水の球が 1 つあるとする。表面張力のみが働くとして、この水の球を 4 等分した小球に分割するために必要な仕事はどれだけか。次の①～⑥の中より最も近いものを 1 つ選びなさい。なお、水の表面張力を 72.75 mN m^{-1} として計算しなさい。

① $2.37 \times 10^{-5} \text{ J}$

② $3.39 \times 10^{-5} \text{ J}$

③ $4.74 \times 10^{-5} \text{ J}$

④ $5.37 \times 10^{-5} \text{ J}$

⑤ $7.54 \times 10^{-5} \text{ J}$

⑥ $9.14 \times 10^{-5} \text{ J}$

解答欄：_____

問3. 現在, Na は高速増殖炉の冷却材として使用されている. Na の温度を 500°C 以上上昇させないで, 100.4 MJ の熱を吸収するためには, 最低何 g の Na が必要か. 次の①～⑧の中より最も近いものを1つ選びなさい. ただし, Na の原子量を 23.0 , Na(l)の定圧モル熱容量 $C_p = 30.8\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$ として計算しなさい.

- | | | | |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| ① $1.1 \times 10^5\text{ g}$ | ② $1.1 \times 10^4\text{ g}$ | ③ $1.3 \times 10^5\text{ g}$ | ④ $1.3 \times 10^4\text{ g}$ |
| ⑤ $1.5 \times 10^5\text{ g}$ | ⑥ $1.5 \times 10^4\text{ g}$ | ⑦ $1.7 \times 10^5\text{ g}$ | ⑧ $1.7 \times 10^4\text{ g}$ |

解答欄: _____

問 4. 以下に示すファン・デル・ワールスの状態方程式

$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

を用いて、1モルの Kr (g) を体積 0.100 dm³ から 100 dm³ まで 273K で等温膨張させるのに必要な最小仕事を計算し、有効数字 3 桁で答えなさい。ただし、Kr のファン・デル・ワールス定数 $a = 2.25 \text{ atm dm}^6 \text{ mol}^{-2}$, $b = 0.0387 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$, 気体定数 $R = 0.08206 \text{ atm dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, Kr の分子量を 83.80 として計算しなさい。

解答欄: _____

4 以下の化学工学に関する問題に答えなさい。

問 1. 脂肪含有率 3.6 wt% の原乳を 300 kg h^{-1} の速度で遠心分離器に送り、クリームと脱脂乳とに分けている。取り出されたクリームの脂肪含有率を調べたところ、49.0 wt% であった。また、脱脂乳の脂肪含有率を調べたところ、0.7 wt% であった。クリームの流出速度 $[\text{kg h}^{-1}]$ を有効数字 3 桁で求めなさい。

解答欄: kg h^{-1}

問 2. 60°C の有機溶媒 2500 kg h^{-1} を 35°C まで冷却する。冷却に 20°C の水を向流に流すとき、出口温度は 30°C となった。有機溶媒、水の比熱容量をそれぞれ 1.798 , $4.187 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ として必要な冷却水量 $[\text{kg h}^{-1}]$ を有効数字 3 桁で求めなさい。ただし、この問題では外界との熱の出入りはないものとする。

解答欄: kg h^{-1}

問3. 20A 鋼管（外径 27.2 mm, 厚さ 2.8 mm）の中を, 20°C の水（密度 1000 kg m^{-3} , 粘度 0.001 Pa s ）が体積流量 $3.0 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ で流れている. このときのレイノルズ数を有効数字 3 桁で求めなさい.

解答欄: _____