

令和 3 年 度

工 学 部 工 学 科 生 命 工 学 コ ー ス

一 般 選 抜 (後 期 日 程)

## 総 合 問 題

## 注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないこと。
- 2 この問題冊子は全部で7ページ、解答用紙は2枚、下書き用紙は2枚である。  
試験開始の合図があつてから、それらを確認すること。
- 3 試験開始後に、解答用紙の指定欄に受験番号を算用数字で記入すること。
- 4 ①, ②, ③, ④の4問のうち、2問を選択して解答すること。
- 5 解答用紙の問題番号欄に解答問題の番号を記入すること。
- 6 解答は、指定された解答用紙に記入すること。解答が1ページで書ききれない場合は、その裏面に解答を続けて良い。ただし裏面に解答する場合は、その旨を表面に明記すること。
- 7 指定された解答用紙以外に記入した解答は、評価（採点）の対象としない。
- 8 配布された問題冊子および下書き用紙は、試験終了後、持ち帰ること。

実施年月日
3. 3. 22
富山大学

① 以下の各問いに答えよ。

(1) 次の4つの数を小さい順にならべ、それが正しいことを説明せよ。

$$2^{1000}, 3^{500}, 4^{\log_2 10000}, 6^{\frac{1000}{3}}$$

(2) 同じ表面積を持つ円柱のうち、体積が最大となる円柱の高さと底面の直径の比を求めよ。  
ただし、解答はその導出過程を含めて示せ。

以下余白

2 以下の各問いに答えよ。

抵抗 (抵抗値  $R = 300 \Omega$ ), コイル (自己インダクタンス  $L = 50.0 \text{ mH}$ ), コンデンサー (電気容量  $C = 250 \text{ nF}$ ) を直列に接続した回路に, 電圧  $V = 10.0 \text{ V}$ , 角周波数  $\omega = 1.00 \times 10^4 \text{ rad/s}$  の交流電圧を加えた。ただし, 電圧, 電流は実効値とし, 必要なら  $\sqrt{2} = 1.41$ ,  $\sqrt{3} = 1.73$ ,  $\sqrt{5} = 2.24$ ,  $1 \text{ nF} = 1.00 \times 10^{-9} \text{ F}$  を用いよ。

- (1) この  $RLC$  直列回路全体のインピーダンス  $Z$  の値を求めよ。
- (2) この回路に流れる電流  $I$  の値を求めよ。
- (3) 抵抗, コイル, コンデンサーの両端の電圧  $V_R$ ,  $V_L$ ,  $V_C$  の値を求めよ。
- (4) また, このときの  $V$ ,  $V_R$ ,  $V_L$ ,  $V_C$  の関係をベクトルで図示せよ。
- (5) この回路を角周波数  $\omega = 1.00 \times 10^4 \text{ rad/s}$  で共振させるために, コンデンサーだけを取り替える。この交換したコンデンサーの電気容量  $C'$  の値を求めよ。
- (6) コンデンサーを交換した  $RLC'$  直列回路全体のインピーダンス  $Z'$  の値を求めよ。
- (7) また, この  $RLC'$  直列回路の抵抗, コイル, コンデンサーの両端の電圧を  $V_{R'}$ ,  $V_{L'}$ ,  $V_{C'}$  とし,  $V$ ,  $V_{R'}$ ,  $V_{L'}$ ,  $V_{C'}$  の関係をベクトルで図示せよ。
- (8)  $RLC'$  直列回路に加える交流電圧の角周波数をゆっくり変えていったとき, 横軸を角周波数, 縦軸を電流としたグラフを作成し, 回路に流れる電流  $I'$  の変化を模式的に示せ。この際, 共振する角周波数での電流値をグラフに書き込むこと。
- (9) このような共振回路がどのように応用されているか 1 つ例をあげて説明せよ。

以下余白

3 以下の各問いに答えよ。

(1) 化学部に所属する A 君は、十円玉と同じ形状をした銅板と一円玉と同じ形状をしたアルミニウム板をそれぞれ数枚と、吸水性の高いキッチンタオル、オレンジジュース、一辺が 1 cm の立方体の絶縁ブロック数個、みの虫リード線 2 本を材料に、工作用具としてはさみとピンセットを使い電池を作り、電子オルゴールに接続して鳴らすことができた。

(a) A 君のオレンジジュースを用いた電池の構成を想像し、図を用いて説明せよ。

(b) この電池の正極と負極で起こる化学反応式をそれぞれ記せ。

(c) (a) の電池において、材料を変えずに電池の起電力を大きくして、電子オルゴールの音をより大きくするには、どのような方法が考えられるか記せ。また、その理由も記せ。

(d) (a) の電池で電子オルゴールを鳴らし続けていたところ、次第に音が小さくなっていった。考えられる理由を記せ。

(e) A 君が、(a) の電池のオレンジジュースを食塩水に替えてみたところ、音量がほぼ一定のまま電子オルゴールをより長く鳴らし続けることができた。この際の電池の正極と負極で起こる化学反応式をそれぞれ記せ。また、この反応をもとにこの電池の起電力を大きくし電子オルゴールの音量をより大きくするにはどのような方法が考えられるかを記せ。そう考える理由も記せ。

(2) 同じ化学部の B 君は、スチールウール（純粋な鉄とする）と砂糖（純粋なショ糖とする）をそれぞれ別々に十分な酸素濃度のもとで、高温を出せるガスバーナーで燃やす実験を行った。ただし容器の燃焼は無視できるものとする。

(a) スチールウールの燃焼反応の化学反応式を記せ。なお、この燃焼実験で鉄は三段階の酸化反応を経て完全に酸化した物質が 100% できるものとする。また、1.00 g のスチールウールを完全燃焼した後の質量は何 g になると計算されるか。計算過程も含めて解答せよ。原子量は、 $\text{Fe} = 55.8$ 、 $\text{O} = 16.0$  として求めよ。

(b) 次に、3.00 g のショ糖を完全燃焼させる実験を行った。砂糖を完全燃焼させた際の化学反応式を記せ。また、燃焼で生じる物質はすべて回収できるものとした場合、どのような物質がそれぞれ何 g 生成すると計算されるか。計算過程も含めて解答せよ。原子量は、 $\text{C} = 12.0$ 、 $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{O} = 16.0$  として考えよ。

(3) 化学部の C さんは、使用後の回収がむずかしく自然界に廃棄される恐れのある製品に土壤や水中の微生物によって分解される生分解性プラスチックが使われ始めているのに関心を持った。

(a) 生分解性プラスチックの 1 つにポリ乳酸がある。その構造式を記せ。また、なぜポリ乳酸が微生物によって分解されるのかを構造の特徴と微生物との関係から説明せよ。

(b) ポリ乳酸と同じ種類の結合をもつ合成高分子にポリエチレンテレフタレート (PET) がある。2つの原料物質から PET が合成される反応式を、構造式を用いて記せ。また、上記の反応で生じる水分子の酸素原子は、どちらの原料物質に由来するものかを答えよ。

以下余白

4 以下の各問いに答えよ。

界面活性剤は図1に示すように、1つの分子中に水とよくなじむ親水部(○)と油によくなじむ疎水部(—)をあわせ持つ。水に少量の界面活性剤を加えると、界面活性剤の一部は水中に分散し、残りは疎水部を空気側に親水部を水中に向けた形で水—空気界面に留まる。添加する界面活性剤の量を増やしてゆくと、界面活性剤はやがてその界面を覆い尽くす。さらに界面活性剤の量を増やしてゆくと、界面活性剤は水中でミセルを形成する。

薄い白金板を水に浸すと、図2のように白金板の周囲に沿って表面張力が働き、白金板を液中に引っ張り込む。この白金板にかかる力を測定することで、水の表面張力を測定することができる。グラフ1は、この方法を用いて水の入った容器に界面活性剤を徐々に加えていったときの溶液の表面張力の変化を測定した結果である。横軸を界面活性剤のモル濃度、縦軸を表面張力で表した。グラフ2は、グラフ1に示した溶液のミセル濃度の変化を測定した結果である。横軸を界面活性剤のモル濃度、縦軸をミセル濃度で表した。

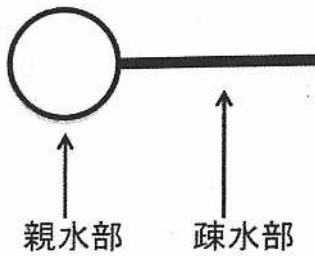


図1

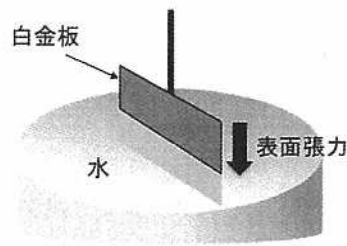


図2

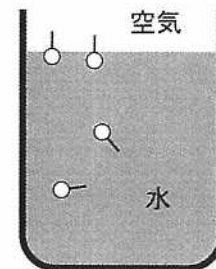
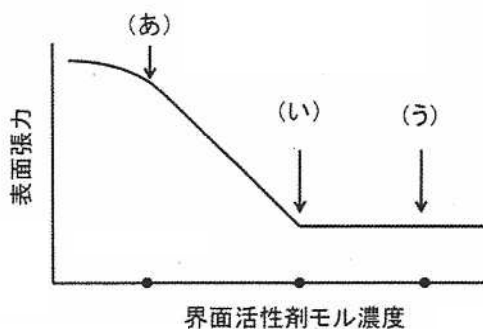
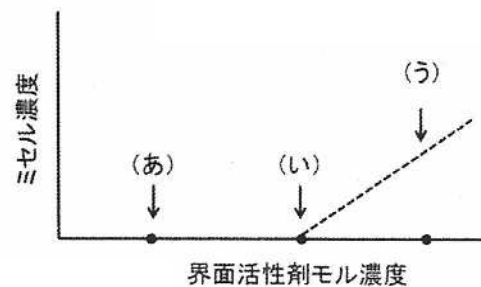


図3



グラフ1



グラフ2

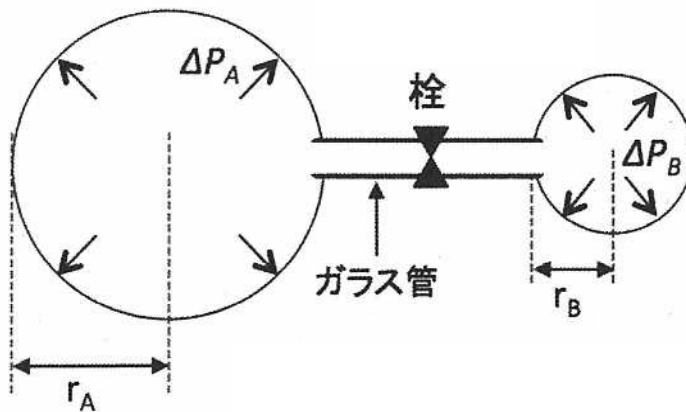
- (1) 図3は、グラフ1の点(あ)における界面活性剤の状態を図示したものである。グラフ1の点(い)および点(う)における界面活性剤の状態を、図3を参考にそれぞれ図示せよ。ただし、界面活性剤と容器壁面との相互作用は無視できるものとする。

- (2) 水に溶けない疎水性色素の微細粉末を、水に加えよくかくはんした。この溶液に界面活性剤を少しずつ加えてゆき、そのつどかくはんした後に溶液の一部を採取し、ろ紙でろ過した溶液の色の濃さを測定した。実験開始時のろ液は無色であったが、実験終了時のろ液には明らかな着色が認められた。界面活性剤を徐々に加えてゆくと、溶液の色の濃さはどのように変化するか。予想される結果をグラフ1およびグラフ2を参考に、横軸を界面活性剤のモル濃度、縦軸を溶液の色の濃さで表したグラフを作成せよ。この際、グラフ1およびグラフ2の点(あ)(い)(う)に対応する各点をグラフに書き込むこと。また、色の変化の理由を説明せよ。

- (3) 半径  $r$  のシャボン玉の表面張力を  $T$ 、シャボン玉にかかる外圧を  $P_{out}$ 、シャボン玉の内圧を  $P_{in}$ 、シャボン玉の内外圧差を  $\Delta P$  とすると、以下の関係が成り立つ。

$$\Delta P = \frac{2T}{r}$$

いま、半径が  $r_A$  で内外圧差が  $\Delta P_A$  の大きなシャボン玉と、半径が  $r_B$  で内外圧差が  $\Delta P_B$  の小さなシャボン玉がある。二つのシャボン玉の表面張力  $T$  は等しいとする。二つのシャボン玉を、下の図のように栓のついた細いガラス管で連結した。栓を開くと、小さいシャボン玉の大きさはどのように変化すると考えられるか。理由とともに解答せよ。ただしシャボン玉は、操作中に割れたり、ガラス管から離れたりしない。



- (4) 界面活性剤の性質を有する生体分子は、人体においてどのような役割を担っているか。例を2つあげ、それぞれの役割について説明せよ。

以下余白

解 答 用 紙

問題番号	
------	--

受験番号
-----
-----
-----
-----
-----
-----

総 点



採 点



令和3年度 工学部 工学科 生命工学コース 一般選抜（後期日程）

解 答 用 紙

見  
本

問題番号	
------	--

受験番号
.....

採点

下書き用紙

見本

下書き用紙

見本