

大阪工業大学大学院

<工学研究科博士前期課程>

2025 年度一般入試問題

化学・環境・生命工学専攻

環境工学コース

<第1回入試>

問 題

専門試験(80点満点)

以下、4科目のうち2科目を選択すること。

上下水道・水環境

廃棄物・バイオマス

資源・エネルギー

生物環境

2025 年度 大学院（博士前期課程）入学試験問題

下記のうち、いずれか1問を選択して解答せよ。

1. 急速ろ過池における「ろ過（濁質はろ層内でどのように捕捉されるか?）」と「洗浄（濁質が付着したろ層はどのように洗浄・再生されるか?）」について、図表を用いて詳しく説明せよ。
2. 下水処理場における A2O 法において、除去対象とする物質、その物質の除去に関連する微生物の働き、および運転方法について図表を用いて詳しく説明せよ。

受験番号 _____ 氏名 _____

2025 年度 博士前期課程 大学院入試 化学・環境・生命工学専攻 環境工学コース
廃棄物・バイオマス

問 1 都市ごみの焼却処理について、以下の設問に答えなさい。

- 1) 都市ごみの可燃分 1 kg 中には、炭素 c (kg)、酸素 o (kg)、水素 h (kg)、硫黄 s (kg) のみが含まれている。この可燃分 1 kg の完全燃焼に必要な理論酸素量 O_0 (kmol/kg) を記号で表しなさい。
- 2) 空気中に占める酸素濃度が 21vol% とすると、この可燃分 1 kg の完全燃焼に必要な理論空気量 L_0 (Nm³/kg) を記号で表しなさい。
- 3) 都市ごみには可燃分 55% のほか、水分 30%、灰分 15% が含まれている。その可燃分 100% 中の元素組成は炭素(C) 52%、酸素(O) 41%、水素(H) 7% であった。この都市ごみ 1 kg あたり 5.0 (Nm³/kg) の燃焼空気が供給されていた。このときの空気比 λ を求めなさい (有効数字 2 桁)。

問2 都市ごみ焼却施設におけるボイラでの熱回収について、以下の設問に答えなさい。

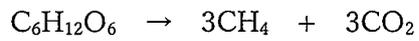
1) 下記条件におけるガス側での交換熱量(MJ/h)および熱回収率(%)はいくらになるか計算しなさい(小数第1位まで)。ただし、燃焼ガス量は50,000(Nm³/h)、ごみ燃焼熱量は90,000(MJ/h)である。

ボイラ入口ガス温度	°C	1,050
ボイラ入口ガス比熱	kJ/(Nm ³ ・°C)	1.7
ボイラ出口ガス温度	°C	200
ボイラ出口ガス比熱	kJ/(Nm ³ ・°C)	1.4

2) 上記条件における発生蒸気量(t/h)はいくらか計算しなさい(小数第1位まで)。ただし、ボイラ蒸気エンタルピーおよびボイラ給水エンタルピーはそれぞれ3,200(kJ/kg)および600(kJ/kg)である。

問3 バイオマスを嫌気性消化させてバイオガスを得るプロセスについて、以下の設問に答えなさい。

1) グルコース ($C_6H_{12}O_6$) は嫌気性細菌群によって次のように分解される。



グルコース 5 kg から生成するバイオガスは何 L か？

2) メタンの単位体積当たりの高位発熱量を 40 MJ/m^3 とすると、上記で算出したバイオガスのエネルギー量は何 MJ になるか？

3) グルコースの高位発熱量を 2807 kJ/mol とすると、グルコースの持つエネルギー量の何% がバイオガスとして取り出せるか？

2025 年度 化学・生命・環境工学専攻(環境工学コース)大学院入試問題

[資源・エネルギー分野]

以下の問いから 1 問を選択し解答用紙に解答を示せ。 配点 40 点

[問 1]

- (1) 熱エネルギーを仕事に変換する熱機関の理論上の最大効率を示すカルノーサイクルが、熱容量の十分大きい温度 T_H の高温熱源と温度 T_L の低温熱源との間で作動し、等温膨張の終わりと等温圧縮の終わりの圧力がともに p_0 であるとする。このカルノーサイクルを $p - V$ 線図に示せ。
- (2) カルノーサイクルの効率が、高温熱源の温度と低温熱源の温度のみによって決まる理由を説明せよ。
- (3) 外部から仕事を加えることで、低温熱源から高温熱源へ熱を移動させる冷凍機について、逆カルノーサイクルで示される理論上の最大の効率(成績係数)を、高温熱源の温度と低温熱源の温度とを用いて示せ。
- (4) エアコンを使って室内の温度を 25°C 一定に保つ場合に、室外の温度が 30°C の時と 35°C の時とで、このエアコンの理論上の最小消費電力が何倍異なるか概算せよ。ここで、室内へ流入する熱量は室内外の温度差に比例すると考える。

[問 2]

断面積 A のフタのない円筒形容器に流体が入っている。流体の上面から h だけ下の容器壁面に断面積 a の穴を開けた。流体の密度を ρ 、重力加速度を g とする。

- (1) 容器壁面から出てくる流体の速度を示せ。
- (2) 容器壁面の穴が円筒形容器の断面積に対し極めて小さい場合、壁面から出てくる流体の速度を示せ。

2025年度 大学院一般入試・社会人入試
大阪工業大学 工学研究科 博士前期課程 化学・環境・生命工学専攻
環境工学コース

専門試験 生物環境

- ※ 問題1と問題2のいずれか1題を選択して解答すること
- ※ 選択した問題について、問題番号横にある“(解答;)”の欄に○印をつけること
- ※ 各問題のページは問題1(p1-5)、問題2(p6-8)である。
- ※ 余白や解答しない問題部は計算用紙などに使用してよい

問題1（解答； ）

下記の文章を読んで、設問1-1～1-3に答えなさい。

現代社会は石油や石炭などの化石燃料に大きく依存している。しかし、化石燃料は枯渇性資源であるためいずれは無くなってしまふ。さらに、化石燃料の使用は大気中のCO₂濃度を増加させ、地球温暖化を引き起こしている可能性が高い。持続可能な社会の発展のためには、①再生可能なエネルギーの開発が急務となっている。

現在、実用化しているバイオ燃料の事例として、トウモロコシやサトウキビから作られるバイオエタノール、パーム油や菜種から作られるバイオディーゼル、そして、樹木に由来する木質バイオマスを挙げることができる。これに対して、2000年代に入り、②微細藻類を利用したバイオ燃料生産の研究が国内外で活発化している。

微細藻類はバイオ燃料生産のためだけでなく、サプリメントなどの栄養補助食品の製造、化粧品などに添加する機能性成分の製造、家畜や魚介類の飼料生産など、③多岐にわたる分野で利用可能性がある。このような微細藻類の多面的な利用を促進すれば、製造コストを上回る経済的な収益をあげることが可能となり、将来的に微細藻類によるバイオ燃料生産の商業化が実現するかもしれない。

設問1-1 下線部①の例を4つ挙げなさい。

設問1-2 下線部②について、バイオ燃料の最大の特徴は「カーボンニュートラル」である。カーボンニュートラルとはどのような特徴のことか、説明しなさい。

設問1-3 下線部③について、環境工学分野での微細藻類の活用技術について、バイオ燃料生産以外の技術の一つ説明しなさい。なお、原理的に可能であれば、実用化されていない技術でもよい。

下記の文章を読んで、設問1-4～1-5に答えなさい。

①ポリメラーゼ連鎖反応(PCR)は、ごく微量な核酸を鋳型として、任意に選んだ遺伝子領域だけを数十兆倍に増幅させる技術であり、現代分子生物学の基盤的技術となっている。そして、PCRの原理を数学的に応用し、ある特定の塩基配列を持つ核酸の濃度を定量する方法がリアルタイムPCR法である。リアルタイムPCR法では、核酸に結合して発光する蛍光物質を使い、PCR反応の各サイクルごとに核酸濃度をリアルタイムで測定し、核酸濃度の増加曲線を作る(図1)。このとき、ある一定の核酸濃度(閾値 Threshold)に達するまでに必要となったサイクル数をCt値という。②Ct値を縦軸に、核酸の初期濃度の対数值(常用対数)を横軸にとると、両者の間には負の直線関係が成り立つ(図2)。核酸の初期濃度が高いほど、1サイクルのPCR反応によって増幅される核酸の量も多くなるため、Ct値が低くなるためである。この関係を利用すれば、核酸の初期濃度が未知のサンプルについて、Ct値から初期濃度を推定することができる。

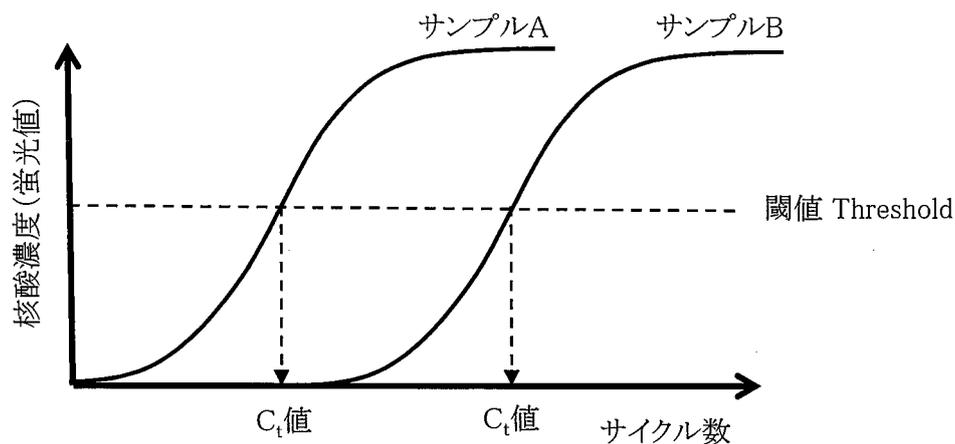


図1. リアルタイムPCRの原理を説明する図. 初期の核酸濃度が濃いサンプルAと、初期の核酸濃度がサンプルAよりも薄いサンプルBについて、それぞれリアルタイムPCRによって得られる核酸濃度の増加曲線を描写したもの。ある核酸濃度(閾値)に達したときのサイクル数をCt値と呼ぶ。サンプルBはAよりも初期の核酸濃度が低いため、PCR反応時の核酸濃度の増加が遅く、閾値に達するまでにより長いサイクル数を必要とする。

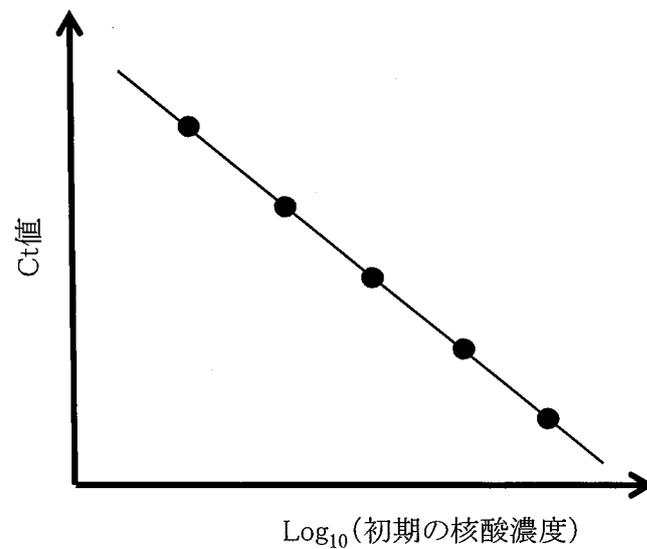


図2. Ct値と初期の核酸濃度の関係を表す図. 初期の核酸濃度が高いほどCt値が小さくなる関係がある。核酸濃度を対数値で表示すると、Ct値と核酸濃度(対数値)の間には負の直線関係が成り立つ。

- 設問1-4 下線部②について、理論的には、PCR反応1サイクルによって核酸濃度は2倍に増加するはずである。核酸濃度がすでに分かっている標準サンプルについて、初期の核酸濃度が 10^4 (コピー/ μ L)のとき、Ct値が25であった。図2の直線の傾きと切片を計算しなさい。なお、 $\text{Log}_{10}(2) = 0.301$ としなさい。

設問1-5 下線部①について、新型コロナウイルスを検出するために開発されたPCRテストの原理を説明しなさい(イラストや図を使っても良い)。

問題2 (解答;)

下記の文章を読んで、設問に答えなさい。

表 2-1はある気象台で観測されたデータである。以下の設問2-1の【 】に入る数値を答えよ。計算値が割り切れない場合は、小数点以下3桁の数値を四捨五入して小数点以下2桁までの数値を解答せよ。ただし、ステファン・ボルツマン定数を $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} (\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-4})$ とする。

表 2-1 ある気象台で観測されたデータ

時間	気温(°C)	相対湿度(%)	日射量(MJm ⁻²)
6:00-7:00	29.8	67	0.49
7:00-8:00	31.1	63	1.09
8:00-9:00	32.4	59	1.87
9:00-10:00	33.5	58	2.51
10:00-11:00	35.0	51	3.04
11:00-12:00	35.5	51	3.46
12:00-13:00	36.1	47	2.86
13:00-14:00	34.2	59	2.19
14:00-15:00	27.5	95	0.11
15:00-16:00	28.3	84	0.25
16:00-17:00	31.4	71	1.69
17:00-18:00	31.8	67	1.05

設問 2-1 11:00から13:00の時間帯の平均全天日射量は【①】Wm⁻²である。この時間帯の全天日射量のうち88%が直達成分であったとすれば、太陽光線に対して鉛直な面における平均直角面直達放射フラックスは、約【②】Wm⁻²である。ただし、この時間帯の太陽高度角を75°とする。12:00から14:00の時間帯の平均気温に対する大気放射量は、放射率を0.95とすると、約【③】Wm⁻²である。

相対湿度とは飽和水蒸気圧に対する大気中の水蒸気分圧の比である。14:30における水蒸気圧 e_a が34.9hPaで相対湿度がこの時間帯の平均値であったとすると、同時刻の飽和水蒸気圧 e_s は【④】hPaである。この時大気圧を標準大気圧(1013.25hPa)とすると絶対湿度(混合比)は、約【⑤】gkg⁻¹(DA)である。

この観測日の6:00から18:00まで、12m×25mの水平面に到達した放射エネルギーは、【⑥】GJである。水の比熱を $C=4.2 (\text{Jg}^{-1}\text{°C}^{-1})$ とし、この熱が損失なく100トンの水に伝導して水が完全に保温されたと仮定すると、⑥の熱量は水を【⑦】°C昇温させる熱量に相当する。

- ① 【 】 ② 【 】 ③ 【 】 ④ 【 】 ⑤ 【 】
- ⑥ 【 】 ⑦ 【 】

設問 2-2 物質から電磁波や粒子などが放出される現象を放射と呼ぶ。放射フラックスに関する以下の問いについて、【 】に適切な語句あるいは数値を答えよ。計算値が割り切れない場合は小数点以下3桁を四捨五入して、2桁目までを解答せよ。

温度を持つ物体はすべて温度に応じた放射を射出している。地球の表面温度の代表的な値を $14.80\text{ }^{\circ}\text{C}$ とする。地球表面が黒体であると仮定したとき、地球の放射フラックスは

【 ① 】 Wm^{-2} である。この時ウィーンの変位則によると、放射強度がピークとなる波長は【 ② 】 μm となり、放射が【 ③ 】線であることがわかる。

地表面における放射と熱の収支を考える。ある日中に 950 Wm^{-2} の全天日射量を観測した。この地表面の平均反射率(アルベド)を $\alpha=0.23$ 、上向きの地表面放射量 $L_u=480\text{ Wm}^{-2}$ 、下向きの大気放射量を $L_a=440\text{ Wm}^{-2}$ 、とすると、正味放射量は $R_n=$ 【 ④ 】 Wm^{-2} である。また別の日に $R_n=770\text{ Wm}^{-2}$ であった。この時、地表面からの潜熱フラックスは正味放射の34%であった。この状態が3時間継続したとして、水の気化潜熱 $l=2500\text{ kJkg}^{-1}$ とした時、蒸発散量は【 ⑤ 】 mm である。

① ② ③ ④ ⑤
 【 】 【 】 【 】 【 】 【 】

設問 2-3 温室効果とはどのような現象か？以下のキーワード(あるいは数式)を使って説明せよ。

キーワード; 温室効果ガス・放射と熱の収支式・日射・地表面放射・大気放射・放射平衡

設問2-4

地理情報システム(GIS)とは電子化した地図を使って、空間情報処理を行うツールである。GISで利用する地理情報は、ポイント、ライン、ポリゴンで表現されるデータのタイプを【①】型、航空写真、人工衛星画像、数値標高モデルなどメッシュ(セル)または格子点状に数値を格納したデータのタイプを【②】型といて区別する。

測地系とは地球上のある地点において、南北方向位置を、【③】度と東西方向を【④】度で表現するための座標系(システム)を指す。なお、現在日本で採用されている準拠楕円体は、ITRF座標系GRS80と呼ばれるもので、【⑤日本・世界】測地系に基づくものである。地球上の南北・東西方向の位置を、それぞれ、【③】度と【④】度で表現する【③】度【④】度法は、【⑥大・小】縮尺の地図を扱う場合に適している。

人工衛星データをジオリファレンスするのによく採用される【⑦】座標系とは、横メルカトル図法と呼ばれるものの一種である。地球全体を【④】度 6° 毎に60の帯(ゾーン)に分け、座標原点からの南北・東西方向の距離で位置を表現するもので、中縮尺に適した方法である。日本国内の都市計画図(1:3000)など、さらに【⑧大・小】縮尺な地図を扱う場合は、測量法で定められた【⑨】座標系が利用される。

① ② ③ ④ ⑤ (一つを選択)
【 】 【 】 【 】 【 】 【 】

⑥ (一つを選択) ⑦ ⑧ (一つを選択) ⑨
【 】 【 】 【 】 【 】

環境工学の基礎(40点満点)

解答は、問題用紙に直接、記入して、問題用紙ごと提出すること。

受験番号・氏名 _____

問1 (12点)

A～DはSDGsの各ゴールの説明である。何番目のゴールの説明であるのかを、番号で解答せよ。

ただし、説明文中のゴールの番号を指し示す数字は、??に変更している。

A. Goal ?? is about conserving and sustainably using the oceans, seas and marine resources. Healthy oceans and seas are essential to human existence and life on Earth.

The Ocean is intrinsic to our life on earth. Covering three-quarters of the Earth's surface, contain 97 percent of the Earth's water, and represent 99 percent of the living space on the planet by volume.

They provide key natural resources including food, medicines, biofuels and other products; help with the breakdown and removal of waste and pollution; and their coastal ecosystems act as buffers to reduce damage from storms. They also act as the planet's greatest carbon sink.

Worryingly, marine pollution is reaching extreme levels, with over 17 million metric tons clogging the ocean in 2021, a figure set to double or triple by 2040. Plastic is the most harmful type of ocean pollution.

Currently, the ocean's average pH is 8.1 which is about 30 per cent more acidic than in pre- industrial times. Ocean acidification threatens the survival of marine life, disrupts the food web, and undermines vital services provided by the ocean and our own food security.

Careful management of this essential global resource is a key feature of a sustainable future. This includes increasing funding for ocean science, intensifying conservation efforts, and urgently turning the tide on climate change to safeguard the planet's largest ecosystem. Current efforts to protect are not yet meeting the urgent need to safeguard this vast, yet fragile, resource.

B. Every person, in every country in every continent will be impacted in some shape or form by climate change. There is a climate cataclysm looming, and we are underprepared for what this could mean.

Climate change is caused by human activities and threatens life on earth as we know it. With rising greenhouse gas emissions, climate change is occurring at rates much faster than anticipated. Its impacts can be devastating and include extreme and changing weather patterns and rising sea levels.

If left unchecked, climate change will undo a lot of the development progress made over the past years. It will also provoke mass migrations that will lead to instability and wars.

To limit global warming to 1.5°C above pre- industrial levels, emissions must already be decreasing and need to be cut by almost half by 2030, just seven years away. But, we are drastically off track from this target.

Urgent and transformative going beyond mere plans and promises are crucial. It requires raising ambition, covering entire economies and moving towards climate-resilient development, while outlining a clear path to achieve net-zero emissions. Immediate measures are necessary to avoid catastrophic consequences and secure a sustainable future for generations to come.

C. Access to safe water, sanitation and hygiene is the most basic human need for health and well-being. Billions of people will lack access to these basic services in 2030 unless progress quadruples. Demand for water is rising owing to rapid population growth, urbanization and increasing water needs from agriculture, industry, and energy sectors.

The demand for water has outpaced population growth, and half the world's population is already experiencing severe water scarcity at least one month a year. Water scarcity is projected to increase with the rise of global temperatures as a result of climate change.

Investments in infrastructure and sanitation facilities; protection and restoration of water- related ecosystems; and hygiene education are among the steps necessary to ensure universal access to safe and affordable drinking water for all by 2030, and improving water-use efficiency is one key to reducing water stress.

There has been positive progress. Between 2015 and 2022, the proportion of the world's population with access to safely managed drinking water increased from 69 per cent to 73 per cent.

D. Goal ?? is about conserving life on land. It is to protect and restore terrestrial ecosystems, sustainably manage forests, combat desertification, and halt and reverse land degradation and stop biodiversity loss.

Earth's ecosystems are vital for sustaining human life, they contribute to over half of global GDP and encompass diverse cultural, spiritual, and economic values.

However, the world is facing a triple crisis of climate change, pollution and biodiversity loss.

Between 2015 and 2019, at least 100 million hectares of healthy and productive land were degraded every year, impacting the lives of 1.3 billion people.

Agricultural expansion is the direct driver of almost 90 per cent of deforestation. This is in direct relation to our food systems, and oil palm harvesting accounted for 7 per cent of global deforestation from 2000 to 2018.

Global and regional efforts to sustain forest ecosystems as well as their social, economic and environmental functions are essential, in particular for developing countries and the tropics.

We need to shift humanity's relationship with nature to achieve Goal ??, and realise that nature is the root of our life of earth. The recently adopted Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework provides renewed impetus for Goal ??, outlining four outcome-oriented goals to be achieved by 2050 and 23 targets to be achieved by 2030.

SDGsの各ゴール

- | | | |
|-----------------------|-----------------|------------------|
| 1 貧困をなくそう | 2 飢餓をゼロに | 3 すべての人に健康と福祉を |
| 4 質の高い教育をみんなに | 5 ジェンダー平等を実現しよう | 6 安全な水とトイレを世界中に |
| 7 エネルギーをみんなに。そしてクリーンに | | 8 働きがいも経済成長も |
| 9 産業と技術革新の基盤を作ろう | 10 人や国の不平等をなくそう | 11 住み続けられるまちづくりを |
| 12 つくる責任、つかう責任 | 13 気候変動に具体的な対策を | 14 海の豊かさを守ろう |
| 15 陸の豊かさを守ろう | 16 平和と公正をすべての人に | |
| 17 パートナリーシップで目標を達成しよう | | |

(解答欄)

問2(10点)

確率変数Yは正規分布 $N(\alpha, \beta^2)$ に従うとする。Yの母平均の信頼区間は次の式で与えられる。

$\alpha - 1.96\beta \leq Y \leq \alpha + 1.96\beta$ 信頼係数 ① %の信頼区間

$\alpha - 1.64\beta \leq Y \leq \alpha + 1.64\beta$ 信頼係数 ② %の信頼区間

Yの値として、65 64 69 66 70 62 が得られた場合、

α の推定値は標本平均 ③ である。母分散 β^2 を不偏分散 9.2 で代用する場合には、母分散未知の場合の区間推定を行うことになるので、t分布を適用することとなり、④。

1) ①に適切な値を、以下のいずれかから選べ。

90 もしくは 95

2) ②に適切な値を、以下のいずれかから選べ。

90 もしくは 95

3) 標本平均 ③ を計算せよ。

4) 不偏分散 9.2を算出する式を書け。

= 9.2

5) ④に適切な語句はどれか?

- a. 同じ信頼係数であっても、信頼区間がさらに広がるように、上記1.96, 1.64の数値は、さらに大きくなる
- b. 同じ信頼係数であっても、信頼区間がさらに広がるように、上記1.96, 1.64の数値は、さらに小さくなる
- c. 同じ信頼係数であっても、信頼区間がさらに狭くなるように、上記1.96, 1.64の数値は、さらに大きくなる
- d. 同じ信頼係数であっても、信頼区間がさらに狭くなるように、上記1.96, 1.64の数値は、さらに小さくなる

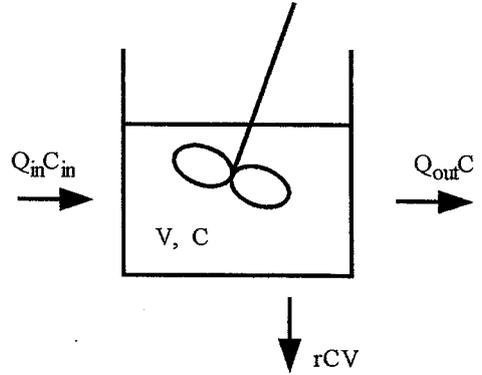
問3 (8点)

容積 $V=600 \text{ m}^3$ の槽に、1時間あたり 30 m^3 の流入水($=Q_{in}$)、流出水($=Q_{out}$)がある排水処理装置を考える。
流入水中の汚濁物質濃度は、 $C_{in} = 100 \text{ g/m}^3$ であり、槽内での分解は反応速度係数 $r=0.15 \text{ h}^{-1}$ の一次反応に従う。

このとき、物質収支の基礎式は、

$$V \frac{dC}{dt} = Q_{in}C_{in} - Q_{out}C - rCV$$

と書ける。



1) 定常状態に達したときの槽内での汚濁物質の濃度はいくらか?

2) 初期($t=0$)において、槽内の汚濁物質濃度は 5 g/m^3 であった。

時刻 $t=4$ のときの、槽内の汚濁物質濃度は、 15 g/m^3 を上回るか、あるいは下回るか?

問4 以下の問いに答えよ(10点)。

1) 1.07 g の塩化アンモニウム(NH_4Cl)を水に溶解し、1 Lとした。この水の窒素濃度 mgN/L はいくらになるか? 有効数字3桁で答えよ。原子量は、N 14, H 1, Cl 35.5 である。

2) 2 mol/LのNaOH水溶液0.5 Lと、3 mol/Lの CH_3COOH 水溶液0.5 Lを混合し、1 Lとした。この水溶液のpHを計算せよ。ただし、 CH_3COOH の化学平衡は次式に従う。



問2(10点)

確率変数 Y は正規分布 $N(\alpha, \beta^2)$ に従うとする。 Y の母平均の信頼区間は次の式で与えられる。

$\alpha - 1.96\beta \leq Y \leq \alpha + 1.96\beta$ 信頼係数 ① %の信頼区間

$\alpha - 1.64\beta \leq Y \leq \alpha + 1.64\beta$ 信頼係数 ② %の信頼区間

Y の値として、65 64 69 66 71 が得られた場合、
 α の推定値は標本平均 ③ である。標準偏差 β の推定値は2.9である。

1) ①に適切な値を、以下のいずれかから選べ。

90 もしくは 95

2) ②に適切な値を、以下のいずれかから選べ。

90 もしくは 95

3) 標本平均 ③ を計算せよ。

4) 標準偏差 β の推定値2.9を算出する式を書け。

= 2.9

5) 次の中から正しいものを選べ。

- a. 標本数が増加すると、 α の推定値が大きくなる。
- b. 標本数が増加すると、 α の推定値が小さくなる。
- c. 標本数が増加すると、 β の推定値が大きくなる。
- d. 標本数が増加すると、 β の推定値が小さくなる。
- e. 標本数が増加しても、 α 、 β の推定値の増減とは無関係である。

問3 (10点)

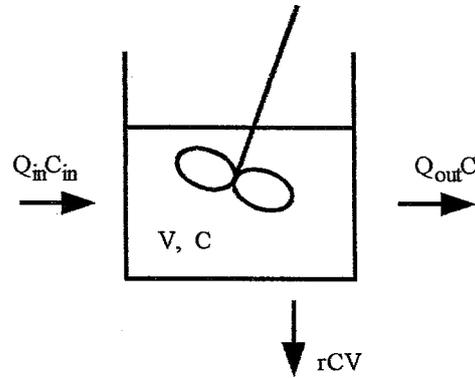
容積 $V=600 \text{ m}^3$ の槽に、1時間あたり 30 m^3 の流入水(= Q_{in})、流出水(= Q_{out})がある排水処理装置を考える。

流入水中の汚濁物質濃度は、 $C_{in} = 100 \text{ g/m}^3$ であり、槽内での分解は反応速度係数 $r=0.15 \text{ h}^{-1}$ の一次反応に従う。

このとき、物質収支の基礎式は、

$$V \frac{dC}{dt} = Q_{in}C_{in} - Q_{out}C - rCV$$

と書ける。



1) 定常状態に達したときの槽内での汚濁物質の濃度はいくらか?

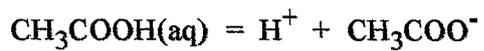
2) 初期($t=0$)において、槽内の汚濁物質濃度は 0 g/m^3 であった。

時刻 $t=2$ のときの、槽内の汚濁物質濃度は、 20 g/m^3 を上回るか、あるいは下回るか?

問4 以下の問いに答えよ(10点)。

1) 塩化アンモニウム(NH_4Cl)を500 mLの水に溶解し、窒素濃度 1 gN/Lの水溶液を作成したい。溶解する塩化アンモニウムの量はいくらか? 有効数字3桁で答えよ。原子量は、N 14, H 1, Cl 35.5 である。

2) 2 mol/LのNaOH水溶液0.5 Lと、3 mol/Lの CH_3COOH 水溶液0.5 Lを混合し、1 Lとした。この水溶液のpHを計算せよ。ただし、 CH_3COOH の化学平衡は次式に従う。



$$\frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})]} = 2 \times 10^{-5}$$