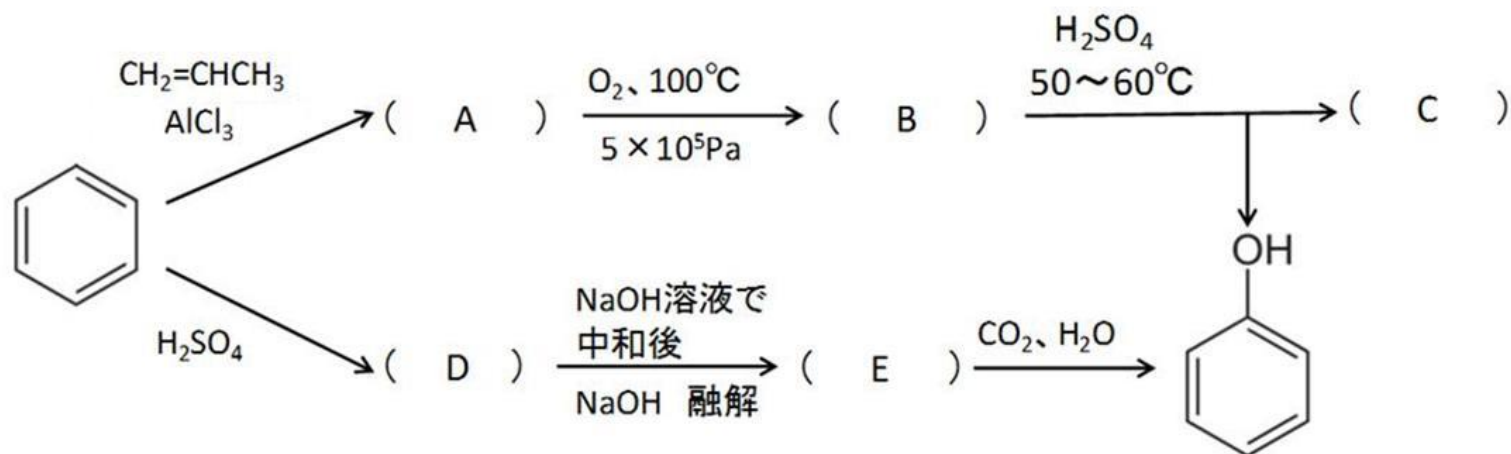


○大学卒程度技術（化学）専門試験問題例

【選択問題】（科目Ⅰ～Ⅳより3科目選択。）

科目Ⅰ（有機化学・無機化学）

問1 ベンゼンからフェノールを合成する方法について、下図の（A）～（E）にあてはまる化合物を構造式で答えなさい。



問2 分子式  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$  で表される化合物には多くの異性体が存在する。これらの異性体のうちで、次の（1）～（5）の記述に適した化合物の構造式を、それぞれについて1つずつ解答欄に記入しなさい。

- （1）炭素鎖に枝分かれを持っており、銀鏡反応を示す。
- （2）パラジウム触媒の存在のもと、常温で水素を吸収する。また、金属ナトリウムと反応せず、幾何異性体が存在する。
- （3）鎖状化合物で、ヨードホルム反応を示し、臭素と反応して分子式  $\text{C}_4\text{H}_8\text{Br}_2\text{O}$  で表される化合物を与える。
- （4）環状構造を持つアルコールで、光学異性体が存在する。
- （5）分子式  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  で表される第二アルコールをニクロム酸カリウムの硫酸酸性水溶液を用いて酸化すると得られる。

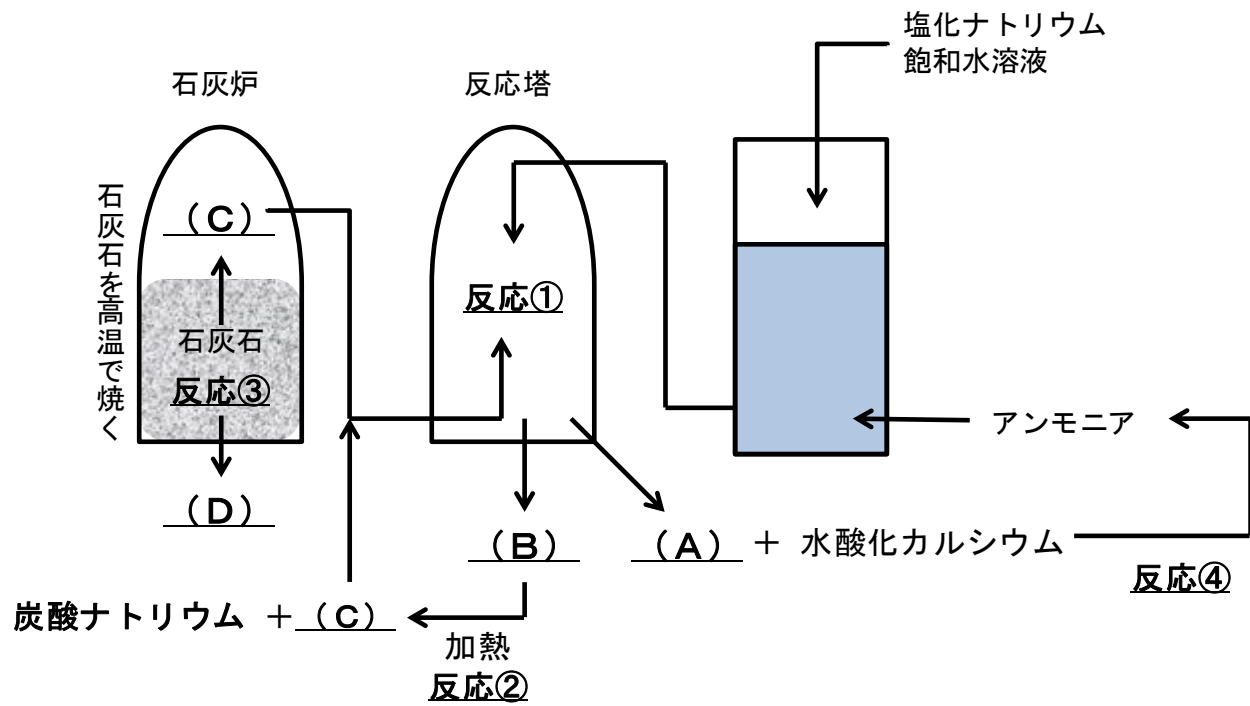
問3 次の文章の①～⑤の空欄にあてはまる最もふさわしい語句又は数値を、それぞれ解答欄に記入しなさい。なお、光速度  $c=3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$  とする。

原子の構造表示では、元素記号の左下に原子番号、左上に質量数を書く。質量数とは（①）の数と（②）の数の和であり、原子番号は（①）の数と等しい。原子番号は等しいが、（②）の数が異なるため質量数が異なる原子を（③）という。

一般に、原子核の質量はこれを構成する（①）と（②）の質量の和よりも小さいが、この質量の差は（④）と呼ばれている。

核分裂反応による（④）が10mgであった場合に発生するエネルギーは（⑤）MJ[メガジュール]である。

問4 下図は、ガラス製造の原料として重要な物質である炭酸ナトリウムの製造プロセスの概略を示したものである。各反応についての(ア)～(オ)の説明文も読んで、次の(1)及び(2)の設問に答えなさい。



- (ア) 飽和食塩水にアンモニアを吸収させ、( C ) を吹き込むと、反応①により ( B ) が沈殿する。
- (イ) 沈殿した ( B ) を熱分解し、反応②により炭酸ナトリウムを得ると同時に ( C ) を回収する。
- (ウ) 石灰石を熱分解し、反応③により反応①に用いる ( C ) を供給する。
- (エ) 反応①で生成した ( A ) に水酸化カルシウムを加えて加熱し、反応④によりアンモニアを回収する。
- (オ) 反応③により得られた ( D ) は、水と反応させて水酸化カルシウムとして、反応④に用いる。

(1) この工業的製法は一般的に何と呼ばれているか答えなさい。

(2) 上図の (A) ～ (D) の物質を化学式でそれぞれ答えなさい。

【選択問題】(科目Ⅰ～Ⅳより3科目選択。)

科目Ⅱ(生化学・応用微生物学)

問1 次の文章の①～⑤の空欄にあてはまる最もふさわしい語句を語群から選び、解答欄に記入しなさい。ただし、同じ語句を何度でも使えるものとする。

顕微鏡は生物の観察によく使われており、可視光源を用いる光学顕微鏡には、次のような種類がある。

( ① ) 顕微鏡は、野外で採取した昆虫や植物の観察に適している。( ② ) 顕微鏡は、多くの微生物細胞のように対象物が無色透明であっても、染色せずに明暗のコントラストをつけて観察できる。( ③ ) 顕微鏡は、( ② ) 顕微鏡の特徴に加え、より立体的に観察でき、対象物の周辺にハロー(明るい縁取り)を生じない。

より鮮明に観察したい場合に、細菌等の微生物細胞を染色することがある。グラム染色は1884年、ドイツの医学者グラムが始めた染色法である。加熱固定した細菌を染色剤とヨウ素で処理した後、アルコール等で脱色する。脱色されなければ、グラム( ④ ) 性菌と判定される。大腸菌は、グラム( ⑤ ) 性菌である。

語群

(微分干渉、電子、蛍光、実体、位相差、陽、中、陰)

問2 次の文章の①～⑤の空欄にあてはまる最もふさわしい語句を語群から選び、解答欄に記入しなさい。ただし、1回用いた語句は使えないものとする。

酵素反応において、主に最終生産物とその生合成経路の分岐点直後の酵素活性を阻害する調節機構を、( ① ) 阻害という。この反応には、通常の酵素と異なり、活性部位(触媒部位や基質の結合部位)の他に、最終生産物等が結合する調節部位をもつ酵素がかかわる場合が多い。この酵素を( ② ) 酵素という。

( ② ) 酵素の多くは2つ以上の( ③ ) からなり、活性部位と調節部位は別々の( ③ ) に存在するものがある。

最終生産物等の調節因子が調節部位に結合すると、隣接する( ③ ) の構造変化が生じ、活性部位における基質の結合や触媒活性が調節される。

( ② ) 酵素の反応速度はミカエリス・メンテン式に従わない。初速度を基質濃度に対してプロットしても双曲線型とはならず、( ④ ) 型になることがあり、この場合はヒルの式などを用いて表せる。

この機構は、最終生産物の濃度を( ⑤ ) のに有利であるといえる。

語群

(アロステリック、ボルツマン、フィードバック、アレニウス、アニーリング、サブユニット、直線、シグモイド、楕円、一定に保つ、柔軟に変化させる)

問3 次の文章は生体内のタンパク質合成の概略について述べたものである。①～⑤の空欄にあてはまる最もふさわしい語句を解答欄に記入しなさい。

DNA上の遺伝情報は、メッセンジャーRNAに( ① ) される。次いで、メッセンジャーRNAは( ② ) と呼ばれる、RNAとタンパク質の複合体へと会合する。ここでは、各アミノ酸に対応する( ③ ) の働きにより、アミノ酸同士をペプチド結合させることで、遺伝情報をポリペプチド配列へ( ④ ) する。DNA上の( ⑤ ) と呼ばれる3塩基配列のまとまりが、1つのアミノ酸をコードしている。

問4 次の(1)及び(2)の設問に答えなさい。

(1) 次の文章の①～③の空欄にあてはまる最もふさわしい語句を語群から選び、解答欄に記入しなさい。ただし、1回用いた語句は使えないものとする。

細胞分裂の全過程を細胞周期という。真核生物の細胞周期は4期に分かれ、G<sub>1</sub>期→( ① ) 期→G<sub>2</sub>期→( ② ) 期→G<sub>1</sub>期の順に進行し、細胞数は倍になる。このうち、DNA合成が行われるのは( ① ) 期である。ニューロンや筋肉細胞など、分化の終点にある細胞は( ③ ) 期という静止状態にあり、細胞周期の進行は見られない。

語群

(G<sub>0</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>、S、M、L)

(2) 下表は、分裂を繰り返している真核生物の細胞数を時間経過に沿って測定した結果である。この細胞 60 個を観察したところ、G<sub>2</sub>期の細胞数は 10 個であった。以上のデータから、この細胞の G<sub>2</sub>期の所要時間を求めなさい。算出過程を示すとともに、解答には単位を表記すること。ただし、すべての細胞は同調して分裂せず、細胞周期の各期にわたり分布しており、同じ速さで細胞周期を経過し続けるとする。

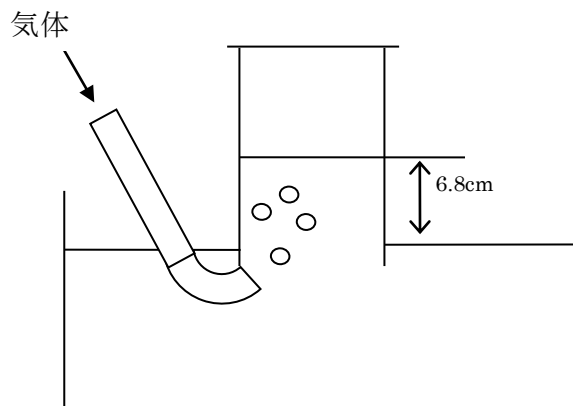
培養時間(時間)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
細胞数(個)	100	125	160	200	250	320	400	500	640	800

【選択問題】(科目Ⅰ～Ⅳより3科目選択。)

科目Ⅲ (応用化学・化学工学)

問1 次の圧力に関する設問(1)及び(2)について答えなさい。なお、水銀の密度は  $13.6\text{g/cm}^3$ 、水の密度は  $1\text{g/cm}^3$  とする。

水温が  $27^\circ\text{C}$ 、気圧が  $760\text{mmHg}$  の条件下で下図のような水槽と器具がある。外部で発生したある気体を円柱容器内に水上置換法で捕集したところ、円柱内の水面が、外の水面より  $6.8\text{cm}$  高くなった。このとき、飽和水蒸気圧を  $25\text{mmHg}$  とする。

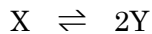


(1) 円柱容器内の水柱のもたらす圧力は、何  $\text{mmHg}$  か答えなさい。計算過程も示すこと。

(2) 円柱内のある気体の分圧は何  $\text{mmHg}$  か答えなさい。計算過程も示すこと。なお、ある気体の水への溶解や反応は考えないものとする。

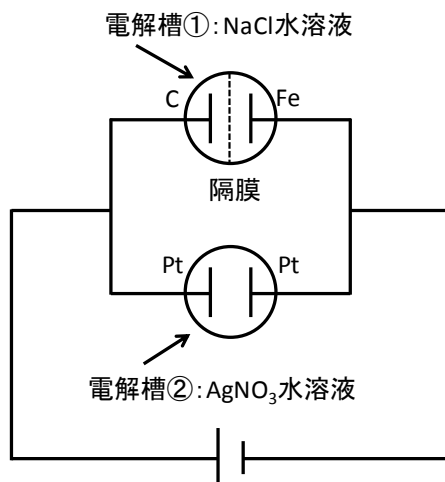
問2 次の設問に答えなさい。

理想気体である  $X$  と  $Y$  は、次の可逆反応を起こす。



いま、容量が自由に变化できる気密容器に、 $X$  を  $3 \times 10^{-2}\text{mol}$  入れて、 $27^\circ\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^5\text{Pa}$  で平衡に達するまで放置したところ、体積が  $1\text{L}$  になった。もとの  $X$  の何%が解離して  $Y$  になったか。整数で示しなさい。計算過程も示すこと。気体定数  $R=8.3 \times 10^3\text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$  とする。

問3 下図に示すような電気分解の装置を用い、 $5.0\text{A}$  の電流を  $22$  分  $31$  秒間流して電気分解を行うと、電解槽①の陰極側から標準状態で  $448\text{mL}$  の気体が発生した。次の(1)及び(2)の設問に答えなさい。なお、電解槽①の陽極側と陰極側は隔膜で仕切られており、ファラデー定数  $F=96500\text{C/mol}$ 、 $A_g=108$  とする。



(1) 電解槽①と電解槽②の陽極及び陰極で起こる電極反応を  $e^-$  を用いて書きなさい。

(2) 電解槽②の電極に析出した  $\text{Ag}$  は何  $\text{g}$  か計算して有効数字3桁で答えなさい。計算過程も記すこと。

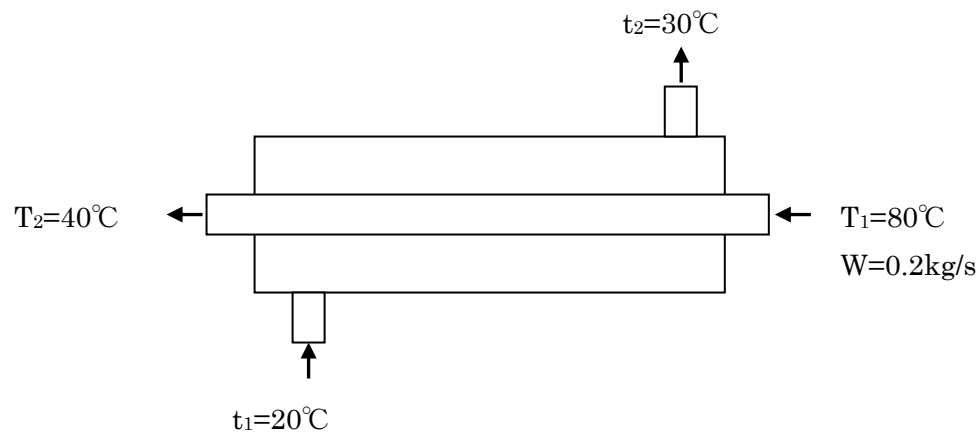
問4 燃焼と消火に関する次の(1)～(3)の設問に答えなさい。

(1) 燃焼の三要素は、可燃性物質、着火源、あと一つは何か答えなさい。

(2) 可燃性物質が燃焼する際の、発火点と引火点の違いについて説明しなさい。

(3) 燃焼している木材に水をかけると消火されるが、燃焼している油に水をかけても消火できない。この理由を説明しなさい。

問5 下図に示すような二重管式熱交換器の内管に、温度  $80^{\circ}\text{C}$ 、比熱容量  $2.1\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$  の液体を  $0.2\text{kg/s}$  の割合で流し、 $40^{\circ}\text{C}$  まで冷却したい。その外側に  $20^{\circ}\text{C}$  の冷却水を向流に流し、出口温度が  $30^{\circ}\text{C}$  になるとすると、冷却水量はいくらになるか答えなさい。計算過程も示すこと。なお、水の比熱容量を  $4.2\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$  とする。



【選択問題】（科目Ⅰ～Ⅳより3科目選択。）

科目Ⅳ（環境化学・衛生化学）

問1 環境問題に関する取り組みについて、(1)～(3)の設問に答えなさい。

(1) 次の①及び②に示す環境に関する国際条約等の説明として、最も適しているものを下のア～エから選び、記号で答えなさい。

- ① ウィーン条約（1985年）とモントリオール議定書（1987年）
- ② バーゼル条約（1989年）

- ア 有害廃棄物が国境を越えて移動し、不適切な処分によって環境が汚染されることを防止するため、有害廃棄物の移動と処分を規制する条約。有害廃棄物は原則として発生源国で処分することとされている。
- イ 国境を超えて移動する水鳥を中心に、湿地に生育する動植物を保護するための条約。湿地の適正な利用を促進することを主な目的としている。
- ウ 絶滅の恐れのある野生動植物の国際取引に関する条約。規制される野生動植物の種を示し、最も絶滅の恐れのあるものは、この条約により商業目的の国際取引が原則的に禁止されている。
- エ オゾン層の保護のための国際的な対策を定めたもの。

(2) 1972年、ストックホルムで国連人間環境会議が開催された。この会議で、環境に関する権利と責任を示した人間環境宣言が採択された。また、環境問題に取り組む専門機関として、国連環境計画が設立された。

この時設立された下線部の国連の国際機関の略称を次の語群から選び解答欄に記入しなさい。

語群 （ IAEA、UNEP、UNESCO、UNICEF、WHO ）

(3) 日本では、工場などの排水中の水質汚濁物質の濃度は、法令によって厳しく規制されている。しかし、各工場の排水中の水質汚濁物質の濃度が改善されても、排水の総量の増加や工場などの新設や増設によって、全体の排出量としては増加する場合もある。そこで、水質汚濁物質への対策の必要な地域（指定水域）へ許容される排出量を定め、それに基づいて工場などに対して排出できる最大量を配分して規制している。これを（ア）制度という。

①（ア）に入る言葉を解答欄に記入しなさい。

② ある工場の1日の排水量が1900 m<sup>3</sup>/日とする。その工場のある日の排水のCODを測定したところ8.0 mg/Lであった。その工場がその日に排出したCODの汚濁負荷量を求めなさい。なお、解答には単位も表記すること。

問2 次の文章を読んで、(1)及び(2)の設問に答えなさい。

(1) 自動車のガソリンエンジンから排出される排気ガスには、窒素酸化物、一酸化炭素、未燃焼の炭化水素などが含まれている。

これらの有害物質を同時に除去できる触媒として、（ア）と呼ばれるものが用いられている。

この触媒は、（イ）、ロジウム、パラジウムを主成分としたもので、自動車の排気ラインに取り付けられ、窒素酸化物の還元反応と、一酸化炭素と炭化水素の酸化反応を同時に行っている。

その一方でこの触媒は、硫黄や鉛があると急速に劣化するため、硫黄分の少ない無鉛の燃料を使用する必要がある。過去、ガソリンには、（ウ）価を上昇させるためにアンチノック剤としてアルキル鉛が添加されていたが、現在は使用されていない。これによって大気汚染の防止とともに（ア）の劣化防止にもなっている。

①（ア）に入る触媒の名称を次の語群の中から選び、解答欄に記入しなさい。

語群 （ SCR 触媒、Ziegler-Natta 触媒、アルフィン触媒、三元触媒 ）

②（イ）に当てはまる元素を答えなさい。

③ (ウ) に入る言葉を答えなさい。

(2) オゾン層を破壊するとされている物質として (ア) ガスが挙げられるが、この (ア) という名称は、日本でのみ用いられているもので、正式にはクロロフルオロカーボン (CFC) と呼ばれる。CFC-11 と CFC-12 はその代表的な物質である。

① (ア) に入る言葉をカタカナで答えなさい。

② 下線部の物質 (CFC-12) の化学式を解答欄に記入しなさい。なお、CFC-11 の化学式は  $\text{CCl}_3\text{F}$  である。

問3 次の (1) ~ (3) は、いずれも排水処理について述べたものである。文章を読んで、それぞれの設問に答えなさい。

(1) BOD 処理の方法の 1 つに回転円盤法 (回転生物接触法) というものがある。これは、多数の円盤を平行にして 40% 程度を水面下に浸漬し、低速で回転させることで、円盤の両面に付着した微生物 (生物膜) が水中にある時に有機物を、空中にある時に酸素を吸収し、排水中の有機物を分解する排水処理方法である。

今、直径 4 m の回転円盤 24 枚を備えた回転円盤式の排水処理設備がある。この排水処理設備で、BOD 300 mg/L の排水を F/M 比 0.20 kg/kg・日で処理するとき、処理可能な排水量を求める。ただし、円盤に付着した厚み 3 mm の生物膜 (含水率 98%) によってのみ排水は処理され、また、生物膜の比重は 1 とする。

(F/M 比 : Food-to-Microorganism ratio で、微生物量に対して処理する有機物量の比率をいう。)

① この処理施設の回転円盤の (24 枚の合計) 表面積 ( $\text{m}^2$ ) を求め、有効数字 2 桁で答えなさい。ただし円盤自体の厚みは無視できるものとする。

② ① で求めた表面積を用いて処理可能な 1 日当たりの排水量 ( $\text{m}^3$ ) を求め、解答欄に答えなさい。

(2) 嫌気性生物処理法はいろいろなタイプがあるが、最近では UASB 法 (Upflow Anaerobic Sludge Blanket : 上向流式嫌気性汚泥床) と呼ばれる排水処理方式が実用化されている。UASB 法は (ア) 状汚泥 (細菌が糸状に絡んだ細菌の塊) を形成させて、その間に排水を通過させることで排水中の有機物を処理するものである。

装置の構造は極めて簡単で、下に有機物を分解する (ア) 状汚泥の層があり、その上に水と汚泥を分ける固液分離部がある。原水は装置の下部から導入されて上昇するだけである。

① 文中の (ア) に当てはまる最も適した言葉を下の語群から選び、解答欄に記入しなさい。

語群 (スラッジ、グラニュール、ケーキ、ブランケット、スカム)

② UASB 法の特徴として 誤っている 記述はどれか。次の (a) ~ (e) より 1 つ選び記号で答えなさい。

- (a) 高濃度の可溶性有機物を含有する排水に対して、有効な処理方式である。
- (b) 処理施設の立ち上げ時等、(ア) 状汚泥の形成には長い期間 (通常数か月) を要する。
- (c) 多くの場合、メタンガスの回収が可能。
- (d) 排水処理におけるエネルギー消費が好気性処理法より多い。
- (e) SS (懸濁性物質) 濃度が高い排水では、安定した運転が困難になる。



(3) 固液分離を行う沈殿池の内部に傾斜板を入れると有効面積が大きくなり、分離の効率が高くなる。これは、図(b)のように間に板があれば、沈降する時間(=沈殿池の底に到達する距離)が短くなることによる。実際の設備では、図(c)のように板を傾けて設置することで堆積物が滑り落ち、汚泥の除去が容易になる。

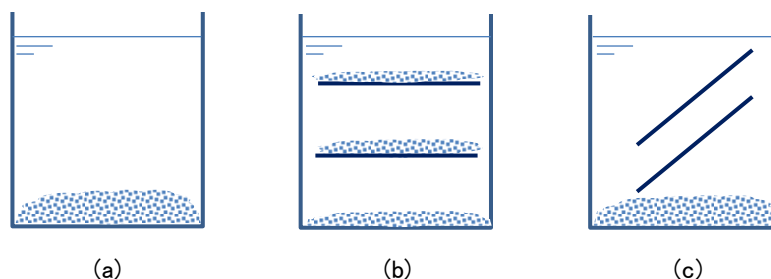


図 傾斜版の原理

今、長さ 20 m、幅 5 m、深さ 3 m の沈殿池に、長さ 3 m、幅 4 m の傾斜板を水平に対して 60 度の角度で 20 枚取り付けました。この沈殿池の有効面積はいくらになるか。解答欄に単位とともに有効数字 2 桁で答えなさい。

問 4 次の文章は、ある公害病についての記述である。この文章を読んで (1) ~ (5) の設問に答えなさい。

この公害病は、富山県神通川流域で 1910 年代から 1970 年代前半にかけて発生した (ア) の慢性中毒症で、神通川上流にある岐阜県の神岡鉱山の製錬工場から排出された未処理水が原因となった鉱害である。

これは、体内のカルシウムが失われる骨軟化症で、悪化すると体を少し動かすだけで体が痛むので、この病名がつけられたとされており、日本の 4 大公害病の 1 つとして数えられている。

この鉱山から産出される (イ) 鉱石には、1% 程度の (ア) が不純物として含まれており、この精錬過程からの排水で汚染された水の飲用や、汚染地域から取れる農作物の摂取などがこの公害病の原因とされている。

ちなみに、この神岡鉱山の跡地には、小柴教授のノーベル賞受賞研究で有名な (ウ) 観測施設である「カミオカンデ」がある。

- (1) この公害病の病名を答えなさい。
- (2) (ア) に入る化学物質又は元素の名前を答えなさい。
- (3) (イ) に入る化学物質又は元素の名前を答えなさい。
- (4) 下線部の 4 大公害病の名称を (1) で解答したもの以外で 1 つ答えなさい。
- (5) (ウ) に入る語句を解答欄にカタカナで答えなさい。

#### 【必須問題】

問 有機合成を行う際に最近では、これまで利用されていた溶媒の代わりに超臨界流体である二酸化炭素などの「環境にやさしい溶媒」の利用が広がっている。次の①及び②についての答えを含め、答案を全体で 500 字程度にまとめなさい。

- ① 「環境にやさしい溶媒」の利用が広がっている理由として考えられることは何か。
- ② 「環境にやさしい溶媒」の利用を更に広げるためには、あなたは化学に携わる者がどういった視点を持つことが重要と考えるか。