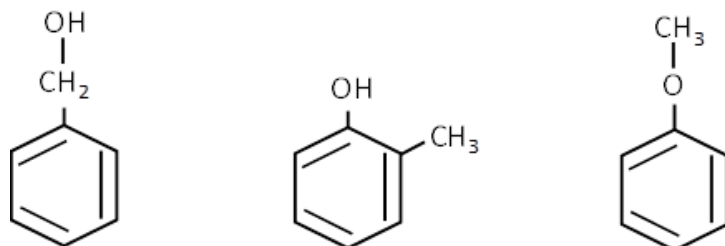


○大学卒程度技術（化学）専門試験問題（科目Ⅰ～Ⅳより3科目選択）

科目Ⅰ（有機化学・無機化学）

問1 化合物A、B、Cは以下に示す3種類の有機化合物のいずれかで、全て分子式 C_7H_8O で表される。それぞれの化合物の性質について書かれた以下の文章を読み、次の設問（1）～（3）に答えなさい。



- ・化合物A、B、Cを塩化鉄（Ⅲ）水溶液と反応させたところ、化合物Aを加えた反応液のみが青色を呈した。
- ・化合物A、Bは金属ナトリウムと反応して気体を生じた。
- ・それぞれの化合物に過マンガン酸カリウムを加えて加熱すると、化合物AとBは酸性を示す官能基を持つ化合物に変化した。化合物Cは変化しなかった。
- ・3種類の化合物のうち、化合物Cの融点が最も低い。

（1）化合物A、B、Cの名称をそれぞれ解答欄に記入しなさい。

（2）化合物A、B、Cのように、分子式は同じで原子同士の結合の場所が異なる化合物を互いに何と呼ぶか解答欄に記入しなさい。

（3）下線部について、発生した気体の名称を解答欄に記入しなさい。

問2 アセチレンは常温で無色・無臭の気体で、炭化カルシウムに水を作用させると発生する。アセチレンに触媒存在下で水を付加させると化合物Aを経て化合物Bになる。また、アセチレンに触媒存在下でシアン化水素を反応させると化合物Cができる。次の設問（1）～（3）に答えなさい。

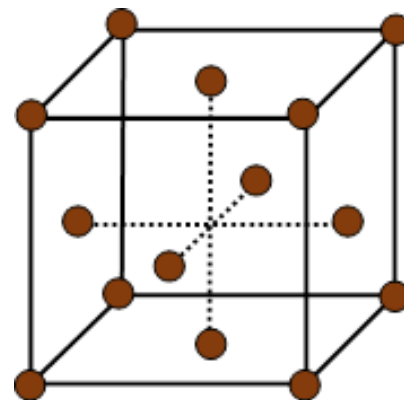
（1）下線部に対応する化学反応式を解答欄に記入しなさい。

（2）炭化カルシウム 350mg を十分な水と反応させたときに、アセチレンが標準状態で 112mL 生じたとする。完全に反応が行われたものとして、使用した炭化カルシウムの純度(%)を有効数字3桁で解答欄に記入しなさい。なお、原子量は $C=12$ 、 $Ca=40$ とし、計算過程も記入すること。

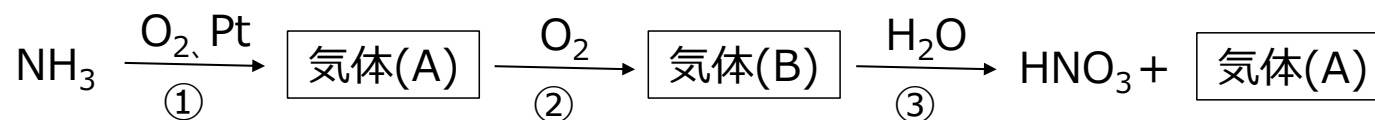
（3）化合物A、B、Cについて、その名称と構造式を解答欄に記入しなさい。なお、構造式は価標を省略せず書きなさい。

問3 ある金属の結晶を調べたところ、図のような単位格子を持つことがわかった。この単位格子の一辺の長さを $a(\text{cm})$ 、この金属の原子量を M 、アボガドロ定数を N とし、次の設問 (1) ~ (4) に答えなさい。

- (1) この単位格子の名称を解答欄に記入しなさい。
- (2) 単位格子内に含まれる原子の数を解答欄に記入しなさい。
- (3) この原子の半径は何 cm かを解答欄に記入しなさい。なお、平方根が残る場合は、開平しなくてもよい。
- (4) この金属結晶の密度(g/cm^3)を解答欄に記入しなさい。



問4 下記は硝酸の工業的製法を示したものである。次の設問 (1) ~ (4) に答えなさい。なお、原子量は $\text{H}=1$ 、 $\text{N}=14$ 、 $\text{O}=16$ とする。



- (1) この硝酸の工業的製法名を解答欄に記入しなさい。
- (2) 白金網を用いてアンモニアと酸素から気体 (A) を生成する反応①について、化学反応式を解答欄に記入しなさい。
- (3) 気体 (A) の色について、下記の語群から最も適切なものを選び解答欄に記入しなさい。

語群 (青色、黄色、緑色、赤色、無色)

- (4) この製法でアンモニア 3.4kg を全て硝酸に変換したとき、質量パーセント濃度 63% の硝酸は何 kg 得られるかを解答欄に記入しなさい。なお、計算過程も記入すること。

問5 次の文で定義されている化学の基本法則名とその発見者名について、下記の語群 A 及び B から最も適切なものをそれぞれ 1 つずつ選び解答欄に記入しなさい。

2 種類の元素が化合して、いくつかの異なる化合物ができるとき、これらの化合物においては、一方の元素の一定質量と化合する他方の元素の質量の比が簡単な整数比となる。

語群 A

(質量保存の法則、定比例の法則、倍数比例の法則、気体反応の法則、アボガドロの法則)

語群 B

(ラボアジエ、アボガドロ、ドルトン、ゲーリュサック、プルースト)

科目Ⅱ（生化学・応用微生物学）

問1

(1) 次の文章はウイルスについて述べたものである。適切でないものを1つ選び、解答欄に記号で記入しなさい。

- ア ウィルスはRNA または DNA を遺伝子とする簡単な核タンパク粒子である。
- イ ウィルスは宿主に特異的で、特定の生物か、限られた種類の生物にしか感染できない。
- ウ 細菌に感染するウィルスをバクテリオファージという。
- エ ウィルスは動植物や細菌などの細胞に感染しなければ増殖できないが、感染できれば、皮膚表層の角質のような死細胞でも増殖できる。
- オ ウィルス染色体の遺伝情報はさまざまであるが、最も複雑なウィルスでも細胞に比べれば、その遺伝情報は、はるかに単純である。

(2) 次に示す文章の中から、抗原抗体反応ではないものを2つ選び、解答欄に記号で記入しなさい。

- ア ウィルス感染した細胞にはキラーT細胞の働きにより細胞死（アポトーシス）が誘導される。
- イ 毒蛇にかまれた場合の治療法として、血清療法がある。
- ウ 血液型が一致しない血液を輸血すると、血液の凝集反応（凝固）が起きる。
- エ ヒトの体内に侵入した細菌は、好中球の食作用により殺菌される。
- オ ワクチンを接種することによって感染症をある程度予防することができる。

(3) 次の1～4とA～Dは、微生物や細胞とその大きさを示したものである。ア～オに示すそれぞれの組合せのうち、最も適切なものを1つ選び、解答欄に記号で記入しなさい。

- | | | | | | | | |
|---|-------|---|---------|---|-----------|---|------------|
| 1 | ゾウリムシ | 2 | 大腸菌 | 3 | ヒト白血球 | 4 | ヒト神経細胞 |
| A | 1～3μm | B | 10～15μm | C | 100～300μm | D | 30μm～300mm |

- ア 1-B 2-A 3-C 4-D
- イ 1-B 2-A 3-D 4-C
- ウ 1-B 2-D 3-A 4-C
- エ 1-C 2-A 3-B 4-D
- オ 1-C 2-D 3-A 4-B

問2 次の文章は多糖類の性質に関して述べたものである。この文章を読んで以下の設問（1）～（3）に答えなさい。

植物を構成する多糖類に、でんぷんとセルロースがある。でんぷんは穀類、イモ類等の主成分であり、これは水に可溶である。一方、セルロースは、綿花、麻、木材などに多く含まれており、これは、そのままでは水に不溶で、かなりの強度を持つ。でんぷんとセルロースはどちらも（ア）から構成される多糖類であるが、上記のように性質が異なっている。

(1) 文章中の（ア）に入る単糖類として、最も適切なものを次の語群から選び、解答欄に記入しなさい。

語群 (L-グルコース、 D-グルコース、 マンノース、 L-フルクトース、 D-フルクトース)

(2) でんぷんやセルロースと同様に、主に（ア）から構成される多糖類で、動物の体内で合成され、「動物でんぷん」とも呼ばれることのある物質を次の語群から選び、解答欄に記入しなさい。

語群 (ポリペプチド、 グルタチオン、 コレステロール、 グリコーゲン、 ポリプロテイン)

(3) でんぷんとセルロースの性質が、文章中の下線部のように異なるのはなぜか。それぞれの化学構造の違いをふまえて簡単に説明しなさい。

問3 次の文章はDNAの複製に関して述べたものである。この文章を読んで、以下の設問(1)～(4)に答えなさい。

DNAを複製する際に新しいDNA鎖を合成する酵素を(ア)という。これはポリヌクレオチド鎖の(イ)側に結合して(ウ)側の方向に複製していく。

ところで、DNAの両端は、哺乳類の場合TTAGGGの繰り返し配列になっていて、この部分を(エ)と言う。(ア)による通常の複製では、プライマーを必要とするため染色体の末端部分は完全には複製されない。そのため(エ)は、その細胞が分裂する(=DNAが複製される)ごとに短くなり、最後には無くなり、これ以降、細胞は分裂しなくなる。なお、(エ)を復活させる酵素は存在するが、この酵素は、通常は(オ)でしか活性が見られない。

(1) 文章中の(ア)に入る酵素名を解答欄に記入しなさい。

(2) 文章中の(イ)、(ウ)に入るものとして、最も適切な語句をそれぞれ次の語群から選び、解答欄に記入しなさい。

語群 (1'末端、 3'末端、 5'末端、 7'末端、 任意の末端)

(3) 文章中の(エ)に入るものとして、最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

(4) 文章中の(オ)に入るものとして、最も適切な語句を次の語群より選び、解答欄に記入しなさい。

語群 (毛母細胞、 脳細胞、 肝細胞、 骨髄幹細胞、 生殖細胞)

問4 次の文章はナトリウムポンプに関して述べたものである。この文章を読んで、以下の設問(1)～(3)に答えなさい。

ニューロンでは、細胞膜上のナトリウムポンプの働きにより、ATPを消費して細胞内へ(ア)イオンが取り込まれ、それと引き換えに(イ)イオンは細胞外へ汲み出される。

一方、細胞膜上に存在する電位非依存性の(ウ)からは、(ア)イオンが細胞外へ流出するため、細胞内は負電圧となる。これが一定の電位に達するとイオンの出入りは見かけ上とまり、このときの細胞内外の電位差を(エ)と呼ぶ。

(1) 文章中の(ア)、(イ)に入るものとして、最も適切な元素の名称を解答欄に記入しなさい。

(2) 文章中の(ウ)に入るものとして、最も適切な語句を次の語群より選び、解答欄に記入しなさい。

語群 (Li⁺チャンネル、 Na⁺チャンネル、 K⁺チャンネル、 Mg²⁺チャンネル、 Ca²⁺チャンネル)

(3) 文章中の(エ)に入るものとして、最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

問5 次の文章は生体内の代謝に関して述べたものである。この文章を読んで、以下の設問(1)～(3)に答えなさい。

食物として摂取された糖質は、消化管内で消化酵素により単糖まで分解された後、小腸から吸収され、門脈を經由して(ア)に運ばれる。グルコースは血糖として全身に運ばれるが、その他の単糖類の多くは(ア)でその糖固有の代謝系で代謝された後、共通の代謝系である(イ)に導入される。

細胞内でグルコースが過剰になると、細胞質の(イ)とミトコンドリア内の(ウ)の働きから、クエン酸が過剰となる。この過剰になったクエン酸はミトコンドリア外へ放出されて、(イ)の働き(=代謝)を抑制すると同時に、(エ)の合成を促進する。

(1) 文章中の(ア)に入る臓器の名称を解答欄に記入しなさい。

(2) 文章中の(イ)、(ウ)に入る代謝系の名称をそれぞれ次の語群より選び、解答欄に記入しなさい。ただし、同じ語を2回用いてはならない。

語群 (TCA回路、 アミノ基転移反応、 コリ回路、 解糖系、 電子伝達系、 尿素回路)

(3) 文章中の(エ)に入る語句として、最も適切なものを次の語群より選び、解答欄に記入しなさい。

語群 (グリコーゲン、 セルロース、 脂肪酸、 タンパク質、 ビタミンB群)

科目Ⅲ (応用化学・化学工学)

問1 二酸化マンガン(IV)と過塩素酸カリウムの混合物を加熱して発生させた酸素を用いてオゾンを生成する実験を行った。次の設問(1)～(3)に答えなさい。なお、原子量はO=16、K=39、Mn=55、Cl=35.5とする。

(1) 酸素の発生源となる固体試薬を9.8g用いた場合、完全に反応が行われたとすると、発生した酸素の物質量が何molになるか解答欄に記入しなさい。なお、計算過程も記入すること。

(2) (1)で発生した酸素を用いて、放電によりオゾンを生成させた。この際、誘電体(ガラス)を介した電極間に交流電圧をかけると、火花や音を伴わない静かな放電が発生した。このような放電を何というか解答欄に記入しなさい。

(3) 発生した酸素0.24molを捕集し、十分に乾燥させたのちに放電すると一部がオゾンに変化した。この際に、同温・同圧の条件下で体積が10%減少したとすると、生成したオゾンの物質量は何molになるか解答欄に記入しなさい。なお、計算過程も記入すること。

問2 ピストン付きの容器に、無色の気体である四酸化二窒素1molを入れて、容器内の温度を一定に保つと、熱を吸収し一部が解離して褐色の気体である二酸化窒素を生じ平衡状態に達した。気体定数を $8.3 \times 10^3 \text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ として、次の設問(1)～(3)に答えなさい。

(1) 容器の内容積を10Lとし、温度を47°Cに保ち、平衡状態に達した時の平衡定数が $2.0 \times 10^{-2}(\text{mol/L})$ であった。この時の四酸化二窒素の解離度を解答欄に記入しなさい。なお、計算過程も記入すること。

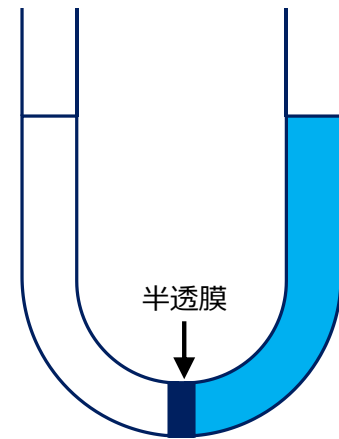
(2) (1)の平衡状態における容器内の気体の全圧(Pa)を有効数字2桁で解答欄に記入しなさい。なお、計算過程も記入すること。

(3) (1) の状態から、体積一定の下で温度を低くした時の混合気体の色の変化として最も適切なものを次のア～ウの中から1つ選び、解答欄に記号で記入しなさい。

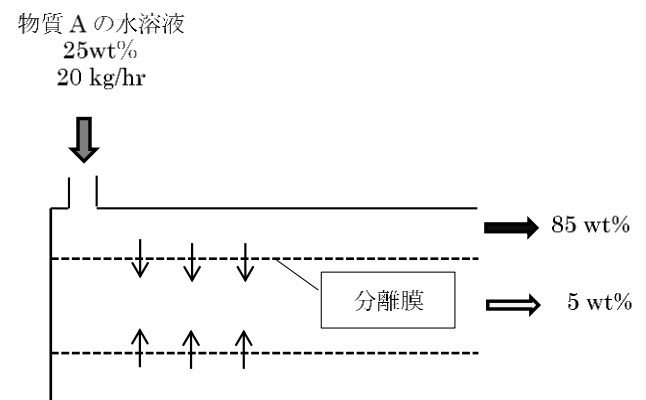
- ア 色の変化はない。
- イ 色は濃くなる。
- ウ 色は薄くなる。

問3 図のような管の断面積が 1.0cm^2 の U 字管がある。下部中央の半透膜を介して右側にはある非電解質 5.0mg を純水に溶解させて 100mL とし、左側には純水 100mL を入れて 27°C で平衡に達するまで放置した。

平衡に達した時の左右の液面差は 10cm であったとして、この非電解質の分子量を有効数字3桁で解答欄に記入しなさい。ただし、気体定数 $R=8.3\times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 、水溶液と純水の密度は同じで、 1.0Pa は溶液柱 0.10mm が示す圧力と等しいものとし、計算過程も記入すること。



問4 物質 A の水溶液から、円筒形の分離膜を用いて、物質 A をできるだけ除去したい。右図は、分離膜の断面図である。今、濃度 $25\text{wt}\%$ の物質 A の水溶液を 20kg/hr の流量で、この分離膜の外側に並流式で通したところ、内側から濃度 $5\text{wt}\%$ の膜ろ過液を得ることができた。外側の濃縮液の濃度が $85\text{wt}\%$ であった時、濃縮液の流量を解答欄に記入しなさい。なお、計算過程も記入すること。



問5 化学的な単位操作に関する次の設問 (1)、(2) に答えなさい。

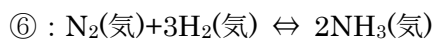
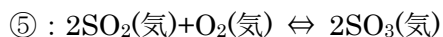
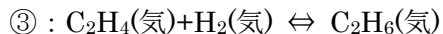
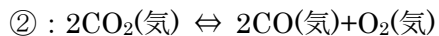
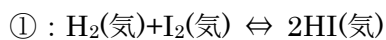
(1) 晶析と呼ばれる単位操作の事例として **適切でないもの** を次のア～エの中から1つ選び、解答欄に記号で記入しなさい。

- ア 石灰水に二酸化炭素を吹き込むと、白く濁った。
- イ 河川水中の不溶性分を分取するために、ろ紙でろ過し、ろ紙上の残渣を採取した。
- ウ 砂糖を湯煎して完全に溶かした水溶液を冷却すると、砂糖の結晶が現れた。
- エ 食塩を完全に溶かした水溶液を鍋に入れて煮沸すると、食塩の結晶が現れた。

(2) 液体中から粒子を除去する単位操作の一つとして、膜ろ過処理がある。ろ過膜の孔径によって除去できる粒子径が決まるが、次のア～ウのろ過膜について孔径の大きなものを、解答欄に左から順に記号で記入しなさい。

- ア 精密ろ過膜
- イ 逆浸透膜
- ウ 限外ろ過膜

問6 次の①～⑥に示した化学反応が平衡状態になっている。温度一定で加圧した時に平衡が右に移動するものを全て選び、番号を解答欄に記入しなさい。なお、(気)は気体、(固)は固体を示す。



問7 静置された液体中で1個の球形粒子が沈降していく場合を想定し、次の設問(1)、(2)に答えなさい。なお、粒子の直径を D (m)、粒子の密度を ρ (kg/m^3)、液体の密度を ρ_w (kg/m^3)とし、重力加速度は g (m/s^2)、円周率は π とする。また、球形粒子は液体に全く溶解せず、変形しないものとする。

(1) 粒子にかかる重力を、与えられた記号と、数字を用いて解答欄に記入しなさい。

(2) 粒子にかかる浮力を、与えられた記号と、数字を用いて解答欄に記入しなさい。

科目IV (環境化学・衛生化学)

問1 再生可能エネルギーを用いた(1)～(4)の発電は、どのようなエネルギーの変換によって行われるか。(ア)～(オ)にあてはまる最も適切な語句を語群から選び、解答欄に記入しなさい。なお、同じ語句は何度でも使えるものとする。

(1) 水力発電 水の(ア) → (イ) → 電気エネルギー

(2) 地熱発電 熱エネルギー → 蒸気の(ウ) → 電気エネルギー

(3) 風力発電 風の(エ) → 電気エネルギー

(4) 太陽光発電 太陽の(オ) → 電気エネルギー

語群 (熱エネルギー、 光エネルギー、 位置エネルギー、 運動エネルギー、 化学エネルギー)

問2 次の文章中の(ア)～(ウ)にあてはまる語句を英語もしくはカタカナで解答欄に記入しなさい。

循環型社会とは、大量生産・大量消費・大量廃棄というこれまでの社会に変わるものとして提示された概念であり、循環型社会形成推進基本法では、まず製品等が廃棄物となることを抑制し、次に排出された廃棄物はできるだけ資源として適正に利用し、最後にどうしても利用できないものは適正に処分することが確保されることにより実現される「天然資源の消費が抑制され、環境への負荷ができる限り低減された社会」としている。

循環型社会を形成するためには、「3R」の取り組みを進めていくことが重要である。「3R」とは、(ア)、(イ)、(ウ)の英語の頭文字を取ったものであり、この順で環境負荷削減効果が大きく、優先的に取り組まれるべきとされている。

問3 次の文章は放射性物質について説明したものである。この文章を読んで、以下の設問(1)～(3)に答えなさい。

α 線、 β 線、 γ 線等の放射線を発生する物質を放射性物質という。放射性物質が放射線を出す能力を放射能といい、その単位を(ア)という。一方、放射線による人体への影響の程度を示す単位を(イ)という。

放射線を浴びることを(ウ)といい、(ウ)により生体組織や遺伝子が傷つき、健康に被害が及ぼされることがある。

一般的に透過力の最も弱い(エ)線は紙一枚で遮ることができる。(エ)線より透過力の強い(オ)線は薄いアルミニウム板等で遮ることができるが、さらに透過力の強い(カ)線を遮るには厚い鉛板が必要になる。

(1) (ア)及び(イ)に入る単位をアルファベットもしくはカタカナで解答欄に記入しなさい。

(2) (ウ)に入る最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

(3) (エ)～(カ)にあてはまる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。

語群 (α 、 β 、 γ)

問4 次の設問(1)、(2)に答えなさい。

(1) 水質がBOD 2 mg/L、流量が4,000,000 m³/dの河川に、BOD 240 mg/L、流量5,000 m³/dの排水を放流した場合、河川のBOD(mg/L)はいくらになるかを計算過程とともに有効数字2桁で解答欄に記入しなさい。

(2) 2%の硫黄分を含む重油を完全燃焼した場合、排ガス中のSO₂濃度(ppm)はいくらになるかを計算過程とともに有効数字2桁で解答欄に記入しなさい。

なお、重油1 kgの燃焼により発生する排ガス量は標準状態で14.8 m³とし、原子量はS=32、O=16とする。

問5 カドミウムを含む排水の処理について、次の設問(1)～(3)に答えなさい。

(1) この排水に水酸化ナトリウムを添加してpHを10にしたとき、処理水中に残留するカドミウムの濃度(mg/L)はいくらになるかを計算過程とともに有効数字2桁で解答欄に記入しなさい。

なお、水酸化カドミウムの溶解度積は $[Cd^{2+}][OH^{-}]^2 = 3.9 \times 10^{-14}$ 、水のイオン積は $[H^{+}][OH^{-}] = 1.0 \times 10^{-14}$ 、Cdの原子量は112とする。

(2) さらに水酸化ナトリウムを添加してpHを11にすると、処理水中に残留するカドミウムの濃度はpH10にしたときのおよそ何倍になるか。最も適切な値を語群から選び解答欄に記入しなさい。

語群 (1/2、1/10、1/50、1/100、1/200)

(3) この処理方法を一般的に何と呼ぶか。最も適切な語句を語群から選び解答欄に記入しなさい。

語群 (活性汚泥法、アルカリ塩素法、硫化物凝集沈殿法、水酸化物凝集沈殿法、イオン交換法)