愛媛大学

2024 年度　前期日程　化学

（2 科目　100 分）

全ての受験者は，[1]〜[4]の全問を解答しなさい。

なお，問題を解くのに必要であれば，下記の数値を用いなさい。

原子量　H 1.01，He 4.00，C 12.0，N 14.0，O 16.0，

Na 23.0，Si 28.1，Cl 35.5，Fe 55.9，Cu 63.5

アボガドロ定数　$N_{\mathrm{A}} = 6.02 \times 10^{23}\,/\mathrm{mol}$

気体定数　$R = 8.31 \times 10^{3}\,\mathrm{Pa{\cdot}L/(K{\cdot}mol)}$

ファラデー定数　$F = 9.65 \times 10^{4}\,\mathrm{C/mol}$

1 問 1〜問 4 に答えなさい。

問 1　(　ア　)〜(　キ　) に入る適切な語句，整数，化学反応式を答えなさい。

($\mathrm{nm} = 10^{-9}\,\mathrm{m}$，計算において $0.543^3 = 0.160$ と近似しなさい。)

14 族の典型元素であるケイ素は，地球の地殻を構成する岩石の主成分の一つである。単体のケイ素は天然には存在せず，二酸化ケイ素を電気炉で炭素により還元することにより得られる。ケイ素の結晶は (　ア　) 結合結晶であるが，金属光沢を有し (　イ　) の性質を示すことから，現代の科学技術を支える電子部品材料として利用されている。ケイ素の結晶の密度は $2.33\,\mathrm{g/cm^3}$ で，その単位格子は一辺の長さが $0.543\,\mathrm{nm}$ の立方体であり，単位格子内に (　ウ　) 個のケイ素原子が含まれる。

二酸化ケイ素の結晶は，硬くて融点が高い無色透明の (　ア　) 結合結晶で，(　エ　) などの鉱物として自然界に存在する。二酸化ケイ素は化学的に安定で薬品に侵されにくいが，フッ化水素酸には (　オ　) の化学反応式で反応して溶ける。二酸化ケイ素に炭酸ナトリウムを加えて融解させると，ケイ酸ナトリウムとなる。ケイ酸ナトリウムに水を加えて煮沸すると，粘性の大きい液体である (　カ　) になる。これに塩酸を加えるとケイ酸が白色ゲル状で生成する。このケイ酸を加熱・脱水したものが，乾燥剤・脱臭剤として利用されている (　キ　) である。

問 2　(a)，(b)，(c)，(d)，(e)，(f) を酸化数の大きい順に左から並べなさい。

(a) 硫酸ナトリウムの酸素原子，(b) 二酸化硫黄の硫黄原子，

(c) 過塩素酸カリウムの塩素原子，(d) 塩化アルミニウムのアルミニウム原子，

(e) グラファイトの炭素原子，(f) 水素化ナトリウムの水素原子

問 3　次の分子の中から無極性分子を全て選び，化学式で答えなさい。

塩化水素，二酸化炭素，水，アンモニア，メタン

問 4　(ア)〜(テ) に入る適切な語句，数，数値，化学式，化学反応式を答えなさい。

(i) 水素には，存在比が 99.99 % の ^{1}H のほかに，天然に 0.01 % 存在する重水素 ^{2}H，天然には安定に存在しない三重水素 (トリチウム)^{3}H の同位体がある。トリチウムの原子核には陽子 (ア) 個と中性子 (イ) 個が含まれ，その質量は ^{1}H 原子のおよそ (ウ) 倍である。宇宙放射線や原子炉の放射線などにより生成するが，半減期 12.3 年でベータ線を放出して崩壊し ^{3}He 原子になる。

(ii) 揮発性の液体は，一定温度にするとその物質に固有の蒸気圧を示す。例えば 25 ℃における飽和水蒸気圧は，大気圧 (全圧) が 1 気圧の場合も 0.5 気圧の場合も同じ 3.1 kPa である。一方，不揮発性の溶質が溶解している溶液では，溶媒の蒸気圧は純粋な溶媒よりも (エ)。これを (オ) と呼ぶ。沸騰は，液体の蒸気圧が外圧と等しくなる温度で起こるので，溶質が溶けている溶液の沸点は純粋な溶媒のそれよりも (カ)。

(iii) ブレンステッド・ローリーの定義では，酸とは (キ) を与える分子やイオンであり，塩基とは (ク) を受け取る分子やイオンである。たとえば，アンモニアが水に溶解して電離する反応は，(ケ) の化学反応式で表されるが，この場合アンモニアは (コ) で水は (サ) である。

(iv) 鉛蓄電池の正極には (シ)，負極には (ス)，電解液には (セ) が使われる。放電反応が進むと正極・負極に (ソ) が生成し，(セ) の濃度が小さくなる。

(v) 電気分解において，電極で生成する物質の量は流れた電気量に比例する。例えば，$CuCl_2$ の水溶液に白金電極を用いて 0.40 A の電流を 80 分間流して電気分解を行うと，陽極には (タ) が (チ)mol，陰極には (ツ) が (テ)mol 生成する。(数値の有効数字は 2 桁で答えなさい。)

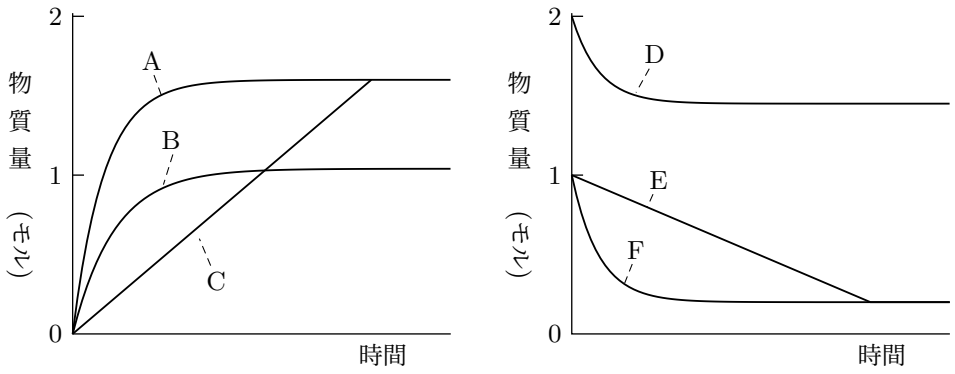
2 I. 次の文章を読み，問 1〜問 5 に答えなさい。

気体の水素とヨウ素からヨウ化水素が生成する反応は可逆反応で，平衡状態に達する。ある実験で，水素 1.00 mol とヨウ素 1.00 mol を体積が変化しない密閉容器に入れて加熱し，ある温度で化学平衡に到達した時の容器内のヨウ素の物質量は 0.20 mol であった。実験中の容器内では，ヨウ素は常に全て気体となっていて，ヨウ化水素生成に関する可逆反応以外の化学反応は起こっていない。

問 1　25 ℃，1.01×10^5 Pa において，気体の水素と気体のヨウ素から気体のヨウ化水素が生成する反応は水素 1 モル当たり 9 kJ の発熱反応である。25 ℃，1.01×10^5 Pa における H−H の結合エネルギー 436 kJ/mol，I−I の結合エネルギー 151 kJ/mol を用いて，H−I の結合エネルギーを整数値で求めなさい。

問 2　この実験の温度におけるヨウ化水素生成反応の平衡定数を有効数字 2 桁で求めなさい。

問 3　この実験における密閉容器内の (1) 水素，(2) ヨウ化水素の物質量の時間変化を，最も正しく表したものを下の図の A〜F からそれぞれ選びなさい。



問 4　容器内に白金触媒を加えるとヨウ化水素生成反応の活性化エネルギーは小さくなる。温度を変えずに白金触媒存在下で実験した場合の (1) 平衡に到達するまでの時間，(2) 平衡到達時のヨウ化水素の生成量は，それぞれ触媒を加えない場合と比較してどう変化するか答えなさい。

問 5　同じ容器内で反応温度を下げて実験を行った場合，平衡到達後のヨウ化水素の物質量は高温での実験と比較してどう変化するか答えなさい。また，そう判断できる理由を答えなさい。

II. 問 1〜問 4 に答えなさい。

問 1　次の (a)，(b)，(c)，(d)，(e) の水溶液を pH が大きい順に左から並べなさい。温度は 25 ℃とする。

(a)　0.010 mol/L の塩酸

(b)　0.010 mol/L の塩酸と 0.010 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を等量混合した水溶液

(c)　0.010 mol/L の酢酸水溶液

(d)　0.010 mol/L の酢酸水溶液と 0.010 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を等量混合した水溶液

(e)　0.010 mol/L の酢酸水溶液と 0.010 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液を等量混合した水溶液

(等量混合とは，2 つの溶液を体積比 1：1 で混合することをいう。)

問 2　問 1 の (c)，(e) の水溶液それぞれ 10.0 mL に，0.010 mol/L の塩酸 1.0 mL を加えた。混合後の pH の変化が小さいのは (c)，(e) のどちらかを答え，その理由を述べなさい。

問 3　25 ℃の水溶液における酢酸の電離定数は，$K_a = 2.7 \times 10^{-5}$ mol/L である。問 1 の (c)，(d)，(e) の水溶液の pH はそれぞれ次のどの範囲にあるか答えなさい。

(ア) 3 未満　　(イ) 3 以上 4 未満　　(ウ) 4 以上 5 未満

(エ) 5 以上 6 未満　　(オ) 6 以上

問 4　次に示すデータの通り，水溶液中の水のイオン積 K_w は温度により変化する。

$K_w(10\,℃) = 2.92 \times 10^{-15}\,(\mathrm{mol/L})^2$

$K_w(50\,℃) = 5.47 \times 10^{-14}\,(\mathrm{mol/L})^2$

(1)　次の文章の ( ) 内のア，イ，ウから正しいものを選択しなさい。

「50 ℃における K_w の値を用いて中性の水溶液の水素イオン濃度を計算し，pH を求めると pH は (ア：7 より大きい，イ：7 より小さい，ウ：7 となる)。」

(2)　K_w の温度依存性のデータから，水の電離は発熱反応，吸熱反応のどちらと考えられるか答えなさい。

3 I. 次の文章を読み，問 1〜問 4 に答えなさい。

植物油や動物油に含まれる天然の油脂成分は，複数の種類の油脂の混合物である。ここでは，純粋な油脂 A(分子式 $C_{57}H_{104}O_6$) について，以下の実験 1〜3 を行った。

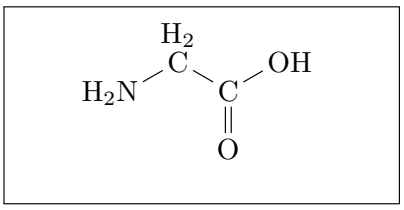
【実験 1】 油脂 A に水酸化ナトリウム水溶液を加えてけん化した後，塩酸によって中和した。その結果，水酸基を持つ化合物 C と分子量が異なる 3 種類のカルボン酸 D，E，F が得られた。

【実験 2】 油脂 A を触媒存在下で水素と完全に反応させた。その結果，油脂 A とは異なる油脂 B(硬化油) が得られた。

【実験 3】 油脂 B を【実験 1】と同じ方法で反応させた。その結果，化合物 C と炭素鎖が直鎖状の飽和脂肪酸 F のみが得られた。

問 1　化合物 C の名称を答え，構造式を例にならって書きなさい。

(構造式の記載例)



問 2　【実験 2】で油脂 A の 1 分子に反応した水素の分子数を答えなさい。

問 3　カルボン酸 D，E，F の分子式をそれぞれ答えなさい。(D，E の順序は問わない。)

問 4　35.4 g の油脂 A を水素と完全に反応させて油脂 B とし，この油脂 B の全量をけん化，中和して飽和脂肪酸 F を得た場合に，得られる脂肪酸 F の質量 (g) を有効数字 3 桁で答えなさい。

II. 次の文章を読み，問 1〜問 5 に答えなさい。

ベンゼンを出発物質として様々な芳香族化合物が合成されている。ベンゼンに (ア) と (イ) の混合物を加えて反応させると，ニトロベンゼンが得られる。ニトロベンゼンを (ウ) と (エ) で還元した後，水酸化ナトリウム水溶液を加えると (オ) が得られる。また，ベンゼンを (ア) とともに加熱すると，水に溶けて強酸性を示す (カ) が得られる。(カ) を水酸化ナトリウムで中和した後，アルカリ融解処理をすると化合物 A が得られる。

(オ) を冷やしながら (キ) と (ウ) を加えて反応させると，ジアゾ化が進行して化合物 B が生成する。B と A を反応させると，橙赤色の化合物 C が生成する。一方，(オ) と (ア) を加熱

して反応させると，(カ) と同じ官能基をパラ位に持つ化合物 D が得られる。D をジアゾ化した後，ジメチルアニリンと反応させると赤色の化合物が得られ，これを水酸化ナトリウム水溶液で中和すると，pH 指示薬 (変色域 pH 3.1〜4.4) として利用されるオレンジ色の化合物が得られる。

問 1　(ア)〜(キ) に当てはまる化学物質 (試薬) の名称を答えなさい。

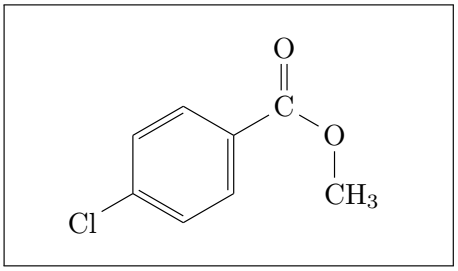
問 2　化合物 A を中和して得られる化合物 A′ は，塩化鉄 (III) 水溶液を加えると紫色に呈色する。化合物 A の構造式を記載例にならって書きなさい。

問 3　化合物 B の構造式を記載例にならって書きなさい。

問 4　化合物 C は化合物 A′ の官能基のパラ位に化合物 B の官能基が反応した化合物である。化合物 C の構造式を記載例にならって書きなさい。

問 5　化合物 D の構造式を記載例にならって書きなさい。

(構造式の記載例)



4 I. 次の文章を読み，問 1〜問 3 に答えなさい。

マルトースは 2 分子の (A) が脱水縮合した二糖類である。スクロースは (A) と (B) が，ラクトースは (A) と (C) が，それぞれ脱水縮合した二糖類である。

問 1　(A)〜(C) に当てはまる単糖の名称を答えなさい。

問 2　マルトース，スクロース，ラクトースの中で，還元性を示さないものを答えなさい。また，その理由を説明しなさい。

問 3　ラクトース 17.1 g を完全に加水分解して得られた単糖の混合物に，フェーリング液を加えて加熱すると，赤色の沈殿が生じた。

(1)　下線部の反応式 (イオン反応式) を書きなさい。ただし単糖は R−CHO と表記しなさい。

(2)　この反応が完全に進んだ場合に得られる赤色沈殿の質量 (g) を有効数字 3 桁で答えなさい。

II. 次の文章を読み，問 1，問 2 に答えなさい。

病気の診断，治療，予防などに役立つ物質を医薬品という。解熱鎮痛剤や抗炎症剤として使用されているアセチルサリチル酸のように，病気の症状を緩和するための薬を (A) 薬という。これに対して，病原菌を死滅させるなど，病気の原因を根本的に取り除くための医薬品を (B) 薬という。

問 1　(A), (B) に当てはまる適切な語句を答えなさい。

問 2　次の (1), (2) の説明に当てはまる物質を，それぞれ選択肢 (ア)〜(カ) から一つ選びなさい。

(1)　スルファニルアミドの骨格をもつ合成化合物で，細菌の生命活動に必要なビタミンの一種の合成を妨げることで抗菌作用を示す。

(2)　イギリスのフレミングが発見した抗菌作用のある物質で，アオカビから抽出された。

(ア) シスプラチン　(イ) ペニシリン　(ウ) ストレプトマイシン
(エ) 抗がん剤　(オ) サルファ剤　(カ) ワクチン

III. 次の文章を読み，問 1，問 2 に答えなさい。

脂肪族のポリアミド系合成繊維をナイロンという。ナイロン 66 は 2 価カルボン酸の（ ア ）と 2 価アミンの（ イ ）の混合物を加熱しながら水を除去することで生成する。ナイロン 6 は（ ウ ）に少量の水を加えて加熱すると生成する。いずれのナイロンも，絹と同じアミド結合を有し，絹のような手触りと光沢がある。ナイロンは，分子間に多くの（ エ ）結合が形成されているため，強度や耐久性に優れる。

ビニロンは以下の工程で作られる。（ オ ）を付加重合させてポリ（ オ ）とし，これを水酸化ナトリウムで加水分解すると，（ カ ）が得られる。（ カ ）の溶液を細孔から硫酸ナトリウム水溶液に押し出すと塩析が起こって繊維状に固まる。この繊維をホルムアルデヒドで処理すると，水に不溶な繊維であるビニロンが得られる。

フェノール樹脂は，付加反応と縮合反応が繰り返して進む重合 (付加縮合) によって合成される。酸触媒を用いて，フェノールとホルムアルデヒドを付加縮合させると（ キ ）という軟らかい固体の中間生成物を生じ，これに硬化剤を加えて加熱するとフェノール樹脂となる。一方，塩基触媒を用いてフェノールとホルムアルデヒドを付加縮合させると（ ク ）とよばれる液体の中間生成物を生じ，これは加熱するだけで硬化してフェノール樹脂になる。

問 1　（ ア)〜(ク ）に当てはまる適切な語句を答えなさい。

問 2　分子量 1.0×10^5 のナイロン 66 の 1 分子中にアミド結合は何個含まれているか。最も近いものを，次の選択肢 (a)〜(f) の中から選びなさい。重合度 (構成単位の数) が n のナイロン 66 の分子量は 226n とし，ナイロン 66 の両末端の構造は考慮しなくてよい。

(a) 226 個　(b) 443 個　(c) 885 個　(d) 1770 個

(e) 4430 個　(f) 8850 個