

2020年度

一般前期入学試験

理 科

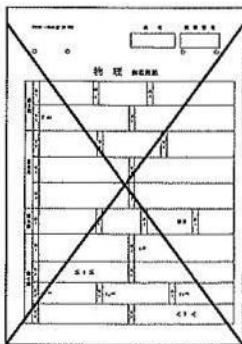
科目選択について		問題ページ
右記①～③のうち 2つを選択	①	物理 1～5
	②	化学 7～12
	③	生物 13～25

注意：答えはすべてそれぞれの解答用紙に記入しなさい。

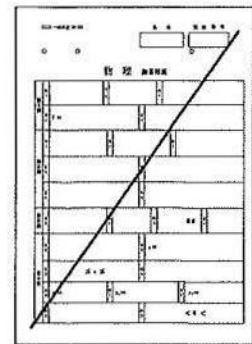
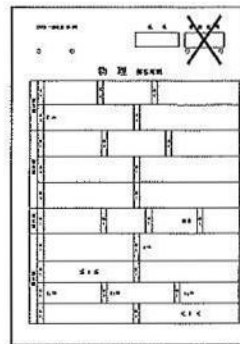
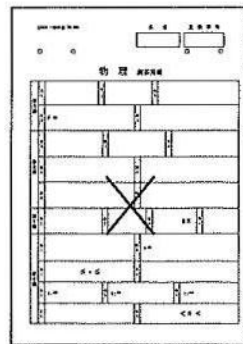
非選択科目の解答用紙への記入について（注意事項）

- ・試験開始 30 分後に、非選択科目の解答用紙を回収します。
- ・非選択科目の解答用紙にも氏名、受験番号を記入し、解答用紙全体に隅から隅まで大きく『×(バツ)』を記入して下さい。

良い書き方



良くない書き方



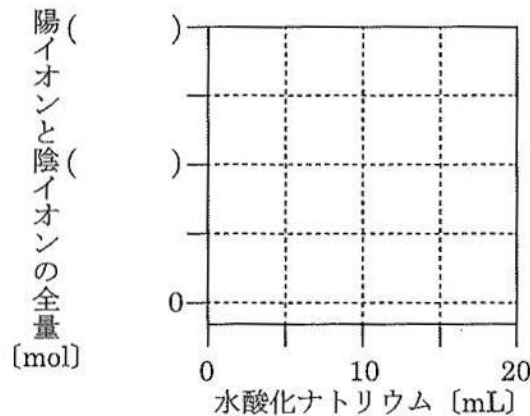
藤田医科大学医学部

化 学 (その1)

必要に応じて、 $H = 1.0$, $Li = 6.9$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $Cl = 35.5$, ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$, 25°C での水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ を用いよ。

第1問 次の問い(問1～6)に答えよ。

問1 0.10 mol/Lの塩酸 100 mLをビーカーにとり、よくかきまぜながら 1.0 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を、全部で 20 mL 加えた。混合液中に存在する陽イオンと陰イオンの全量の物質質量 [mol] は、加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積 [mL] に対してどのように変化するか。変化を示す直線あるいは曲線をグラフに記入し、さらに縦軸の目盛りの数値をグラフの () 内に記入せよ。

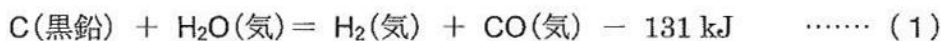


問2 濃度 A [mol/L] の化合物 X (分子量 M) の水溶液の密度は d [g/cm³] であった。化合物 X の水溶液の質量パーセント濃度 [%] を求める計算式を答えよ。

問3 25°C において pH 11.0 のアンモニア水を調製し、その 10 mL を 0.10 mol/L の塩酸により、メチルオレンジを指示薬として中和滴定したところ、終点までに 6.0 mL を要した。pH 11.0 のアンモニア水におけるアンモニアの電離度を、有効数字 2 桁で答えよ。

問4 炭素と水蒸気との反応は(1)式で示され、生成した水素と一酸化炭素の混合気体に水蒸気を加え、加熱した触媒中に通すと、水蒸気と一酸化炭素との反応により、水素と二酸化炭素ができる。この過程は、工業的な水素の製造法の一つである。なお、炭素と二酸化炭素との反応は(2)式で示される。

水蒸気と一酸化炭素との反応により、水素と二酸化炭素ができる反応が平衡に達したときに、より多くの水素を得るためには、反応温度と圧力について、どのような条件がよいか。それぞれ、10 文字以内で答えよ。



化 学 (その2)

問5 Ag^+ , Cu^{2+} , Fe^{3+} , および Zn^{2+} イオンを含む混合水溶液がある。これに, 操作1 および2を行った。アおよびイに適する化学式を答えよ。

操作1 水酸化ナトリウム水溶液を加えると, 沈殿を生じたが, さらに加えると, そのうちの1種類のイオンからの沈殿のみが(ア)の組成のイオンを生じて溶けた。

操作2 アンモニア水を加えると, 沈殿を生じたが, さらに加えると, そのうちの1種類のイオンからの沈殿のみが(イ)の組成の沈殿のままで残った。一方, 他のイオンからの沈殿は溶けた。

問6 次の①～⑤の反応のうち, 発生する気体を水上置換で捕集する反応を一つだけ選び, その反応の化学反応式を答えよ。

- ① 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。
- ② 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱する。
- ③ 硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を作用する。
- ④ 銅に希硝酸を作用する。
- ⑤ 酸化マンガン(Ⅳ)に濃塩酸を加えて加熱する。

化 学 (その3)

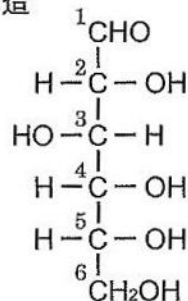
第2問 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

グルコースを水に溶解してグルコース水溶液を調製すると、六員環構造からなる2種類の環状構造を生じるが、一部の分子では六員環構造が開いて鎖状構造を生じる。下図の鎖状構造の構造式で示すように、炭素には1位から6位の番号が付けられている(C1位からC6位)。環状構造をとるグルコースでは、C(ア)位の炭素原子は不斉炭素原子となるため、(イ)-グルコースと(ウ)-グルコースの2つの異性体が存在することになる。(イ)-グルコースはデンプンやグリコーゲンの構成単位であり、(ウ)-グルコースはセルロースの構成単位である。

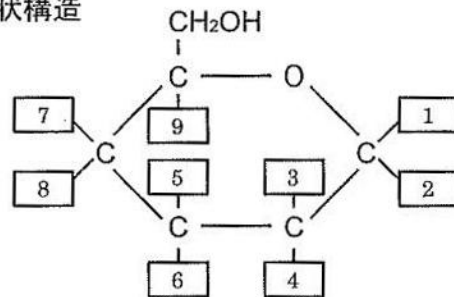
デンプンは数百から数万の(イ)-グルコースが縮合重合してできた多糖類で、アミロースとアミロペクチンの混合物であり、化学式(エ)で示される。アミロースは(イ)-グルコースのC(オ)位のヒドロキシ基(-OH基)とC(カ)位の-OH基が(キ)結合により脱水縮合したもので、この脱水縮合に加えてC(ク)位の-OH基とC(ケ)位の-OH基が脱水縮合して枝分かれしたものがアミロペクチンであり、アミロースよりも比較的分子量大きい。

アミロースとアミロペクチンについてヨウ素デンプン反応を行うと、両者では呈色が異なり、アミロースでは(コ)色を、アミロペクチンでは(サ)色を示す。また、グリコーゲンについてヨウ素デンプン反応を行うと、(シ)色を示す。

鎖状構造



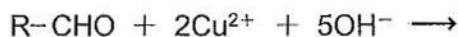
環状構造



問1 上記文章中の(ア)～(シ)に適切な数字、語句、または化学式を記入せよ。

問2 上図にグルコースの環状構造を示す。(イ)-グルコースにおいて、図の1から9の中でヒドロキシ基はどれか。すべて選び、番号の小さい順に記せ。

問3 グルコース水溶液にフェーリング試薬を加えて加熱すると、化合物の沈殿が生じる。その反応式を以下に示す。反応式の右側を記せ。また沈殿した化合物の色は何色か。



化 学 (その4)

問4 平均分子量 9.72×10^6 のアミロペクチンの 19.44 g を用意し、縮合重合に関与しないすべてのヒドロキシ基をメチル化した後、完全に加水分解したところ、主な生成物として3つのメトキシ基(-OCH₃基)をもつ化合物Aが得られた。また、これ以外にも4つのメトキシ基をもつ副生成物B, および2つのメトキシ基をもつ副生成物Cがほぼ等モル(mol)得られ、化合物A, 副生成物B, Cそれぞれの収量は、A: 24.42 g, B: 1.18 g, C: 1.04 gであった。

- 1) 化合物Aの分子量はいくつか。
- 2) アミロペクチンにおいて枝分かれしているのは、化合物A, 副生成物B, あるいは副生成物Cのどれか。
- 3) このアミロペクチンは1分子あたり何個のグルコースが縮合重合したものか。
- 4) このアミロペクチン1分子に含まれる枝分かれの数は何個か。

第3問 次の文章を読み、以下の問い(問1～3)に答えよ。

ある液体調味料中の塩分量を調べるため、次の実験を行った。

液体調味料 10 mL を 100 倍に希釈し、希釈液の pH が 6.5 ～ 10.5 の範囲にあることを確認した。希釈液 10 mL をコニカルビーカーにとり、クロム酸カリウム水溶液を少量加えた。0.020 mol/L 硝酸銀水溶液を褐色ビュレットに入れ、コニカルビーカーをよく振り混ぜながら少しずつ滴下すると、はじめは白色沈殿が生じた。さらに滴下を続け、溶液の色がわずかに暗赤色になり、振り混ぜてもその色が消えなくなったときを終点とした。終点までに要した 0.020 mol/L 硝酸銀水溶液は 14 mL であった。

問1 滴定する試料溶液の pH が a 6.5 より小さいときや b 10.5 より大きいときは、この滴定は行えない。下線部 a と 下線部 b のそれぞれの場合について、滴定が行えない理由となる化学反応をイオン反応式で書け。

問2 終点における溶液中のクロム酸イオンのモル濃度が 1.0×10^{-3} mol/L であったとすると、終点における溶液中の塩化物イオンのモル濃度 [mol/L] はいくらか。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、塩化銀の溶解度積は 1.8×10^{-10} (mol/L)²、クロム酸銀の溶解度積は 1.6×10^{-12} (mol/L)³ とする。

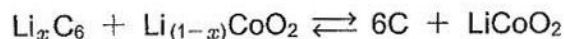
問3 塩化物イオンがすべて塩化ナトリウムから生じたものとする、もとの液体調味料 10 mL に含まれる塩化ナトリウムの質量 [g] はいくらか。有効数字 2 桁で答えよ。

化 学 (その5)

第4問 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

リチウム電池は、負極に a リチウム、正極に b 酸化マンガン(IV) などを用いた一次電池で、c 高い起電力で小型、軽量、長寿命のため、カメラ、腕時計、心臓ペースメーカーなどの電源に用いられている。a 電解液には LiClO_4 などの塩を有機化合物に溶解したものを用い、水を含まない。

リチウムイオン電池は、リチウムの単体を用いるリチウム電池より安全性を高めた二次電池で、ノートパソコン、携帯電話、電気自動車などの電源に用いられている。リチウムイオン電池では、リチウムイオンが電極の黒鉛の層状構造に取り込まれたリチウムとコバルト酸リチウムの層状構造の間を行き来する。黒鉛の層状構造には炭素原子6個あたりリチウムが1個まで入るので Li_xC_6 ($0 < x \leq 1$) と表し、このときのコバルト酸リチウムを $\text{Li}_{(1-x)}\text{CoO}_2$ と表す(化合物の中には元素の構成比を整数で表せないものがあり、その場合は小数で表す)。実際には、 x が1に近づくとコバルト酸リチウムの構造が不安定になるので、 x の値は0.4程度までとされている。電解液には LiPF_6 などの塩を有機化合物に溶解したものを用いる。リチウムイオン電池の全体の反応は、次のようになる。



- 問1 下線部 a と 下線部 b のように、電池内で酸化還元反応に直接関わる物質を何と呼ぶか。
- 問2 リチウム電池が 下線部 c の性質をもつ理由を20文字以内で答えよ。
- 問3 下線部 d のように、電解液の溶媒に水を用いない理由を20文字以内で答えよ。
- 問4 リチウムイオン電池について、放電時に正極と負極でおこる反応を x と電子 e^- を用いたイオン反応式で書け。
- 問5 リチウムイオン電池を一定の電流で70分間充電したところ、負極の質量が0.138g増加した。充電したときの電流 [A] はいくらか。有効数字2桁で答えよ。

化 学 (その6)

第5問 次の文章を読み、以下の問い(問1～7)に答えよ。

ある植物性油脂(脂肪油)を用いて、以下のような操作1～4を行った。

操作1 ビーカーに100 mLの植物性油脂と120 mLのエタノールを入れて、水浴中で加熱し、よく混ぜた。

操作2 ここに全部で200 mLの20%水酸化ナトリウム水溶液を、ガラス棒で攪拌しながら少しずつ加え、加熱しながらよく混ぜ、十分に反応させた。

操作3 200 mLの27%塩化ナトリウム水溶液を加えた。

操作4 ガーゼで不溶成分をこし取った。

問1 操作1のときにエタノールを加える理由は何か。25文字以内で答えよ。

問2 操作2で起こる反応を化学式で示せ。なお、脂肪酸の炭化水素部分はR-と略せ。

問3 操作3で、27%塩化ナトリウム水溶液と同様に、主成分が塩化ナトリウムである海水を煮詰めたものを使用すると新たにできる難溶性物質は何か。化学式で示せ。なお、脂肪酸の炭化水素部分はR-と略せ。

問4 操作4でこし取られた不溶成分は界面活性剤とも呼ばれるが、界面活性剤について記した以下の文章のうち(ア)～(ウ)に当てはまる語句を答えよ。

界面活性剤は化合物内に(ア)性と(イ)性の部分を併せもち、水の(ウ)を低下させる働きをもつ。

問5 油脂には様々な種類の脂肪酸が含まれている。油脂の融点を下げる要因となる脂肪酸の性質を2点あげよ。

問6 ここで使用した植物性油脂の密度が 0.900 g/cm^3 で、含まれる脂肪酸の炭素数は18のみ、これらの平均分子量が281であるとする、植物性油脂100 mLに含まれる油脂の物質量[mol]はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問7 オゾンは酸化力が強く、不飽和結合をもつ炭化水素に作用させた後、亜鉛で還元するとカルボニル化合物が得られる。例えば、プロペンをおゾンで酸化すると、ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドが生じる。この油脂中に含まれていた脂肪酸の一つは炭素数18のリノレン酸であり、カルボキシ基の炭素をC1として数えると、C9,10とC12,13とC15,16位に二重結合をもつ。リノレン酸をおゾンで酸化すると生じる3種類の化合物の構造式を例にならって書け。

構造式の例

