

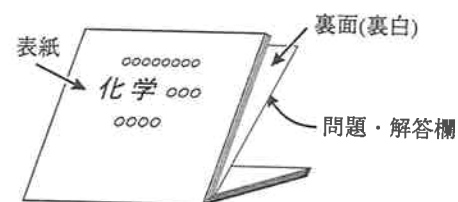
平成 16 年度入学試験問題

化 学 4 0 1

(前 期 日 程)

(注意事項)

- 1 問題・解答用紙および計算用紙は、係員の指示があるまで開かないこと。
- 2 この表紙を除いて、問題・解答用紙は 4 枚、計算用紙は 1 枚である。用紙の折り方は図のようになっているので注意すること。
- 3 解答は、問題・解答用紙の指定された解答箇所を書くこと。指定された解答箇所以外に書いたものは採点しない。また、裏面に解答したものも採点しない。
- 4 筆答開始後、各問題・解答用紙の「受験番号」欄に受験番号をはっきりと記入すること。
- 5 計算用紙を含め、配布した用紙はすべて回収する。



化 学 401 その 1

(注意) 第1問から第4問の解答にあたっては以下の注意事項に従うこと。

- 1 アボガドロ定数は $6.00 \times 10^{23}/\text{mol}$ 、ファラデー定数は $96,500 \text{ C/mol}$ 、気体定数は $0.0820 (\text{l} \cdot \text{atm})/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 、 0°C は 273 K とする。
- 2 原子量は $\text{H}=1.00$ 、 $\text{C}=12.0$ 、 $\text{O}=16.0$ 、 $\text{Al}=27.0$ 、 $\text{I}=127$ として計算せよ。
- 3 有機化合物の構造式を解答する問題では、図1のようにベンゼン環の炭素とそれに直接結合している水素は省略する書き方で示すこと。またメチル基などは図のように示性式でまとめて表すこと。

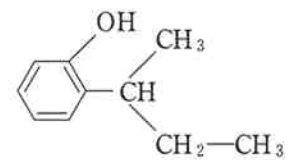


図1 構造式

第1問 次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えよ。

右の図2は、水素／酸素型の燃料電池を直列に4個つないだもので、 O_2 と書いてある管には酸素が、 H_2 と書いてある管には水素が入っている。管の中には、白金箔の電極があり希硫酸溶液に浸してある。この電池の両極に電球をつなぐと、水素側の電極では、



という反応が起こり、**ア**は希硫酸中を、**イ**は電極から導線を伝って移動し、酸素側の電極では**A**という反応が起こり、結果として電流が流れる。この反応は、水素が**ウ**されて**エ**が生じる燃焼反応

である。反応によって生じるエネルギーを熱エネルギーとしてではなく、**オ**なエネルギーとして取り出す。このような電池を燃料電池という。

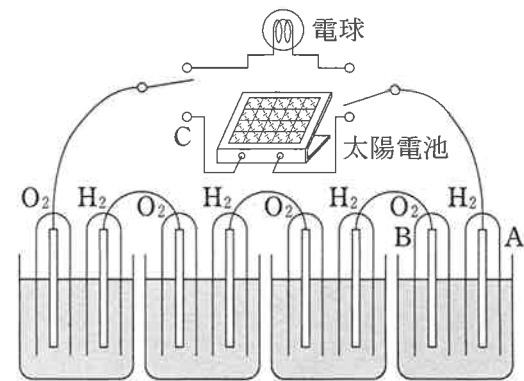


図2 燃料電池

問1 文章中の空欄**ア**～**オ**にあてはまる語句を、**A**にあてはまる反応式を示せ。

ア		イ		ウ		エ		オ	
A									

問2 両側のスイッチを電球側につないだ場合について、次のa、bに答えよ。

- a 管A中の水素が100 ml減った時の管Bの酸素の量の変化を求めよ。ただし、管内の水蒸気分圧は無視する。
- b 酸素側の電極を白金から亜鉛に変えた場合、この電極で起こる化学変化をイオン式で表せ。

a		b	
---	--	---	--

問3 次に、電極の両端のスイッチを太陽電池側に切り替えて、太陽電池に光を当てた。次のa、bに答えよ。

- a 管Aに水素を、管Bに酸素を発生させるためには、電極Cはどちらの極でなくてはならないか。
- b この太陽電池の起電力は10.0 Vで、最大電流は500 mAである。通電中最大電流が流れたとして、管Aに41.0 mlの水素を発生させるには、何秒間の通電が必要か。装置全体は、1気圧、 27°C に保たれているものとする。ただし、有効数字は3桁とする。

小 計		点
-----	--	---

化 学 401 その 3

第3問 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

生物はタンパク質を遺伝情報なしにアミノ酸を使って勝手に合成することができない。しかし人間は遺伝情報なしに化学の力を借りてペプチドを合成する方法を手に入れた。カロザースは絹と同じようにアミド結合を多くもつ高分子化合物(ポリアミド)として、最初の合成繊維である6,6-ナイロンを世界で初めて合成した。6,6-ナイロンは、アジピン酸とヘキサメチレンジアミンとが **ア** 重合し、 **イ** 分子がとれて生成する。6,6-ナイロンは多くの長い線状分子が互いに水素結合をして配列した構造をとるので、強い繊維となる。感触は絹のようであり、引っ張り、折り曲げ、摩擦に強い。軽くて弾力性があり、しわになりにくい。6,6-ナイロンと同じポリアミド系合成繊維として **ウ** が知られている。 **ウ** の合成は、カプロラクタムに少量の水などを加えて加熱すると、カプロラクタムの環状構造が水分子の付加により開環して6-アミノヘキサン酸を生成し、さらにこれがカプロラクタムと反応して重合が進み、完了する。 **ウ** の合成での副産物として6-アミノヘキサン酸の環状型二量体(C₁₂H₂₂N₂O₂)がある。これは正常に生成された6-アミノヘキサン酸の直鎖型二量体が分子内でアミド結合を形成してしまったためである。ところが、工業生産が始まって十数年後、この人工物である環状型6-アミノヘキサン酸二量体を分解し、唯一の窒素、炭素源とし生存増殖している細菌が発見された。

問1 文章中の空欄 **ア** ～ **ウ** に

ア		イ		ウ	
---	--	---	--	---	--

 最もふさわしい語句を示せ。

問2 下線部(a)の文章で述べられている6,6-ナイロン合成について、反応式を化学構造式を使って書け。

問2	
----	--

問3 下線部(b)で6,6-ナイロンの多くの長い線状分子が互いに水素結合をして配列した構造をつくるが、その構造を6,6-ナイロンの単量体の両末端のアミド結合を含む3つのアミド結合をもつ部分構造を使って下の図3にならって描け。また、絹のフィブロインや毛髪のケラチンなどの繊維状タンパク質がとる下の図3のようなβ構造との構造的な相違を説明せよ。

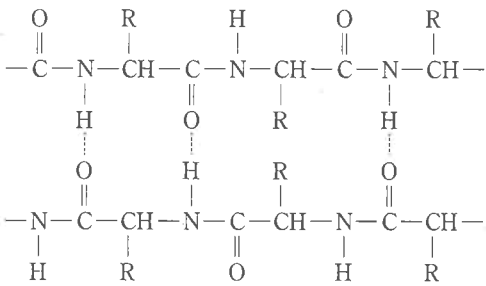


図3 タンパク質のβ構造

問3	(構造式)
	(説明文)

問4 下線部(c)の合成について、反応式を化学構造式を使って書け。

問4	
----	--

問5 6-アミノヘキサン酸について、下線部(d)の環状型6-アミノヘキサン酸二量体の構造を書け。問題・解答用紙その1の注意事項3に従うこと。

問5	
----	--

小計	点
----	---

化 学 401 その 4

第4問 次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えよ。

エステル基を有する有機化合物A, B, C, D, E, Fがある。分子式はA: $C_3H_6O_2$, B: $C_3H_6O_2$, C: $C_4H_8O_3$, D: $C_8H_8O_3$, E: $C_{57}H_{98}O_6$, F: $C_4H_9NO_2$ である。Aを加水分解して得られるカルボン酸は還元性を示す。Bを酸で加水分解すると、還元性を示さない沸点 $118^\circ C$ のカルボン酸と沸点 $65^\circ C$ のアルコールが得られる。C, Fは不斉炭素原子をもち、またそれらのエステルを加水分解して得られたカルボン酸も不斉炭素原子をもつ。CとDに金属ナトリウムを加えるといずれも水素ガスが発生する。Dに塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると赤紫色になる。Dを加水分解すると融点 $159^\circ C$ のカルボン酸と沸点 $65^\circ C$ のアルコールが得られる。Eに金属ナトリウムを加えても水素ガスは発生しないが、水酸化ナトリウム水溶液で加水分解するとセッケンとグリセリンが生成する。セッケンは主に ア 作用により衣服の油分の汚れを落とすことができるが、動物性繊維の洗浄に適さないことがある。この理由としては、この繊維の主成分である イ がセッケン水溶液の ウ 性のために エ することが考えられる。

問1 化合物A, B, C, Fの構造式を書け。問題・解答用紙その1の注意事項3に従うこと。

問1	化 合 物 A	化 合 物 B
	化 合 物 C	化 合 物 F

問2 化合物Bの沸点は次のうちどれが最も近い。記号で答えよ。

- (a) $0^\circ C$ (b) $56^\circ C$ (c) $118^\circ C$ (d) $156^\circ C$ (e) $500^\circ C$

問2

問3 化合物Dは異性体をもつが、その中で鎮痛消炎剤(医薬品)としてしつぷ薬に用いられるものの構造式を書け。問題・解答用紙その1の注意事項3に従うこと。

問3	化 合 物 D

問4 $10.0 g$ の化合物Eにヨウ素が何グラム付加するか計算せよ。ただし、化合物Eは直鎖状モノカルボン酸のエステルから構成されているとする。有効数字は3桁とする。

問4

問5 上の文章中の空欄 ア ～ エ にあてはまる語句を示せ。

ア		イ		ウ		エ	
---	--	---	--	---	--	---	--

問6 化合物Fの検出法としてどれが最適か。記号で答えよ。

- (a) ヨウ素デンプン反応 (b) ニンヒドリン反応 (c) 銀鏡反応
(d) ヨードホルム反応 (e) キサントプロテイン反応

問6

小計

点