

平成 22 年 度

# 理 科

2 科目選択 時間 120 分

問 題 物 理 ページ：1～2

化 学 ページ：3～4

生 物 ページ：5～7

解答用紙 物理, 化学, 生物 各 1 枚

- 注 意
1. この中には上記の物が入っている。試験開始後確認すること。
  2. 3 科目すべての解答用紙に受験番号を記入すること。
  3. 出願のときの選択に従って 2 科目について解答すること。
  4. 試験終了時に、3 科目すべての解答用紙を回収する。

## 化 学 (全2の1)

全問をとおして必要があれば、次の原子量を用いよ。H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, I = 127

なお、計算問題については、解答欄に答えのみを、有効数字2桁で書くこと。

1 酢酸および酢酸ナトリウムは共に水溶液中で電離するが、酢酸ナトリウムは水溶液中でほぼ完全に電離するのに対し、弱酸である酢酸の電離度は非常に小さいことが知られている。酢酸ナトリウムの電離度を1として、以下の問いに答えよ。ただし、温度条件はすべて25℃とし、25℃での酢酸の電離定数 $K_a$ を $2.7 \times 10^{-5}$  mol/Lとする。また、必要があれば、 $\log_{10} 2 = 0.30$ ,  $\log_{10} 3 = 0.48$ の値を使用せよ。

- (1) 濃度0.10 mol/Lの酢酸水溶液150 mLに、濃度0.10 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液50 mL加えた。得られた溶液のpHを求めよ。
- (2) (1)の混合溶液200 mLに0.50 mol/Lの塩酸を2.5 mL加えた時の混合溶液のpHを求めよ。
- (3) 濃度0.10 mol/Lの酢酸水溶液400 mLに、酢酸ナトリウム・三水和物の結晶を溶かして、pH 5.0の緩衝溶液を調製したい時、必要な酢酸ナトリウム・三水和物の結晶は何gか。ただし、この時の酢酸ナトリウム・三水和物の結晶の純度は100%とし、溶解による溶液の体積変化はないものとする。
- (4) (3)のpH緩衝溶液では、水溶液中の全酢酸のうち何%が酢酸イオンとして存在しているか答えよ。

2 合成樹脂は医療の分野でも様々な用途で用いられている。合成樹脂には、ポリスチレンのような熱可塑性樹脂と、フェノール樹脂のような熱硬化性樹脂とがある。熱可塑性樹脂の多くは(ア)重合で合成されるが、ペットボトルや医用容器に使用されているPET樹脂は(イ)と(ウ)との(エ)重合で合成される。ポリスチレンはスチレンが(ア)重合したものであり、使い捨ての注射筒や採血瓶などに利用されている。ポリスチレンに(オ)を作用させると、スルホ基をもつ陽イオン交換樹脂が生成する。イオン交換樹脂は、純水の製造や、金属イオン、有機化合物の分離などに広く利用されている他、医薬品にも応用されており、高脂血症治療薬のコレステラミンは陰イオン交換樹脂である。フェノール樹脂は、フェノールとホルムアルデヒドを酸や塩基を触媒として(エ)重合させてつくる樹脂であり、電気絶縁性、耐薬品性に優れているため、医療機器部品として利用されている。また、ジクロロジメチルシランやトリクロロメチルシランを原料として合成される(カ)樹脂は、耐水性、耐薬品性に優れ、生体組織に対して無刺激性であるため、カテーテルや人工血管などに利用されている。以下の問いに答えよ。

- (1) (ア)～(カ)内にあてはまる適切な語句を記せ。
- (2) 波線部において、酸触媒、塩基触媒を用いた時に生じる中間生成物の名称をそれぞれ答えよ。
- (3) 次のうち、熱硬化性樹脂に分類されるのはa～eのうちどれか。記号で答えよ。  
a. ポリ塩化ビニル樹脂 b. メタクリル樹脂 c. フッ素樹脂 d. メラミン樹脂 e. ABS樹脂
- (4) 平均分子量 $2.5 \times 10^4$ のPET樹脂の平均重合度はいくらか。
- (5) 下線部の陽イオン交換樹脂に濃度未知の硫酸銅(II)水溶液を15 mL通した後、よく水で洗浄し、流出液と水洗液とを合わせて0.10 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和するのに9.0 mLを要した。この硫酸銅(II)水溶液のモル濃度を求めよ。
- (6) 4種類の有機化合物(グルコース、アラニン、リシン、グルタミン酸)を溶かしてpH 4に調製した試料溶液を下線部の陽イオン交換樹脂に流した。次に試料を含まない溶液を流し、そのpHを4から13まで徐々に大きくして、流出液を試験管にすべて回収した。流出してくる順番に物質の名称を記せ。

## 化 学 (全2の2)

3 硝酸は代表的な強酸の1つであり、その酸化力は強く、イオン化傾向の小さい金属とも反応し、溶解することができる。また、有機化学においてはニトロ基やアミノ基を付加する際に用いられる化合物であり、火薬の製造、医薬品の合成など広く利用されている。硝酸は工業的にはアンモニアを原料としたオストワルト法で合成されており、この方法は以下の三段階の反応からなっている。

- ① アンモニアと空気を混合し、白金触媒下約 800 °C で加熱すると一酸化窒素が発生する。
- ② 一酸化窒素は空気中の酸素と反応し、二酸化窒素が発生する。
- ③ 二酸化窒素と温水を反応させることで硝酸と一酸化窒素が発生する。

この③で生成した一酸化窒素は回収され、②の過程で再利用される。以下の問いに答えよ。

- (1) 反応①において、酸化剤、還元剤をそれぞれ答えよ。また、その化合物中の酸化数が変化した元素について、その酸化数の変化をそれぞれ答えよ。
- (2) 銅は希硝酸、濃硝酸それぞれと反応し、硝酸銅(Ⅱ)を生じる。このとき希硝酸を用いると副生成物として一酸化窒素が発生するが、濃硝酸を用いた反応では副生成物として二酸化窒素が発生する。それぞれの化学反応式を記せ。
- (3) 反応①～③を全て合わせ、オストワルト法による硝酸合成の化学反応式を記せ。
- (4) オストワルト法の反応が完全に進んだとして、5.0 m<sup>3</sup> のアンモニアから何 kg の硝酸が得られるか。また、③の過程で一酸化窒素を回収しなかった場合、得られる硝酸は何 kg になるか。

4 動植物の生体内に存在する脂肪や油は油脂と呼ばれ、高級脂肪酸とグリセリンがエステル結合した構造をもっている。油脂は常温において固体で存在する脂肪と液体で存在する脂肪油とに分類される。この違いは主に構成する高級脂肪酸の違いによるが、一般に脂肪を構成する高級脂肪酸の炭化水素鎖には(ア)結合が多く、また、脂肪油を構成する高級脂肪酸の炭化水素鎖には(イ)結合を含むものが多い。油脂の加水分解産物である高級脂肪酸は両親媒性であり、そのアルカリ塩は界面活性剤としても利用されている。これは非水溶性の物質に対してもミセルを形成し、溶解することができるからであり、高級脂肪酸が(ウ)性である炭化水素基、(エ)性であるカルボキシル基からなることに由来している。

今ここに、ある単一の化合物からなる油脂がある。この油脂をアルカリを用いてけん化したところ、2種類の高級脂肪酸とグリセリンに分解された。けん化後の高級脂肪酸はパルミチン酸(炭素数 16)とリノレン酸(炭素数 18)の混合物であり、そのモル比は2 : 1であった。また、この高級脂肪酸の混合物 1 モルに水素を加えたところ、1 モルの水素を消費し、反応後の物質はパルミチン酸とステアリン酸の混合物であることがわかった。以下の問いに答えよ。

- (1) グリセリンの構造式を例にならって記せ。
- (2) 文中の(ア)～(エ)内にあてはまる適切な語句を記せ。
- (3) 下線部の高級脂肪酸の混合物をオゾン分解したところ右図に示すような3種類のカルボニル化合物が検出された。混合物に含まれているパルミチン酸とリノレン酸の構造式を例にならって記せ。
- (4) 下線部の高級脂肪酸の混合物のヨウ素価を答えよ。なお、ヨウ素価とは試料 100 g 当りに付加するヨウ素の質量をグラム単位で表したものである。

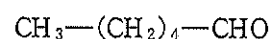
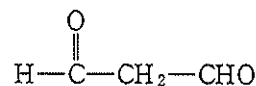
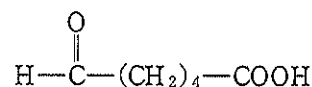
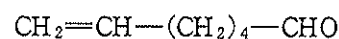


図 検出されたカルボニル化合物

(構造式の例)



--

時間 120分 (2科目)

化 学 採点欄( )

1	(1)		(2)	
	(3)	g	(4)	%

2	(1)	(ア)		(イ)	
		(ウ)		(エ)	
		(オ)		(カ)	
(2)	酸触媒			塩基触媒	
(3)		(4)		(5)	mol/L
(6)	←速く流出				遅く流出→

3	酸化剤		還元剤		
	(1)	化合物名	酸化数の変化 →	化合物名	酸化数の変化 →
(2)		希硝酸			
		濃硝酸			
(3)					
(4)		kg	回収しなかった場合		kg

4	(1)	(2)	(ア)		(イ)	
			(ウ)		(エ)	
(3)		パルミチン酸				
		リノレン酸				
(4)						