

# 奈良県立医科大学 推薦

平成 27 年 度

試 験 問 題 ①

## 学 科 試 験

(9 時 ~ 12 時)

### 【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中をみてはならない。
2. 試験教科，試験科目，ページ，解答用紙および選択方法は下表のとおりである。

教 科	科 目	ペー ジ	解 答 用 紙 数	選 択 方 法
数 学	数 学	1 ~ 12	1 枚	数学，英語は必須解答とする。 理科は左の 3 科目のうちから 1 科目を選択せよ。
英 語	英 語	13 ~ 16	1 枚	
理 科	化 学	17 ~ 28	2 枚	
	生 物	29 ~ 30	4 枚	
	物 理	31 ~ 40	1 枚	

3. 監督者の指示に従って、選択しない理科科目を含む全解答用紙(9枚)に受験番号と選択科目(理科のみ)を記入せよ。
  - ① 受験番号欄に受験番号を記入せよ。
  - ② 理科は選択科目記入欄に選択する 1 科目を○印で示せ。

上記①，②の記入がないもの，および理科 2 科目または理科 3 科目選択した場合は答案全部を無効とする。
4. 解答はすべて解答用紙の対応する場所に記入せよ。
5. 問題冊子の余白を使って，計算等を行ってもよい。
6. 試験開始後，問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は，手を挙げて監督者に知らせよ。
7. 解答用紙はいずれのページも切り離してはならない。
8. 解答用紙は持ち帰ってはならない。問題冊子は持ち帰ってよい。

# 化学

## 【注意】

- 1 化学の全問を通して、必要ならば次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, S = 32, Fe = 56, Ag = 108

理想気体の標準状態における体積：22.4 L/mol

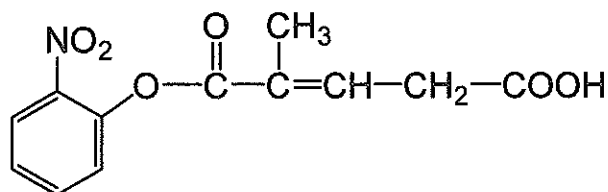
気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 8.31 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

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

アボガドロ定数： $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

- 2 特に指定のない限り、有効数字は2ケタで答えよ。

- 3 構造式は下の例にならって書け。



- 【1】 物質の性質の違いを利用して、混合物中の成分を分ける操作を分離という。液体の混合物に対する次の分離操作について、それぞれ50字程度で簡単に説明せよ。

- (1) 分留
- (2) 抽出
- (3) クロマトグラフィー

【2】 ふたまた試験管を用いて亜鉛と塩酸から少量の水素を発生させ、捕集する実験を行いたい。

- (1) この実験に用いる実験装置の概略図を描け。
- (2) なぜ、ふたまた試験管を使用するのか、その理由を 50 字以内で答えよ。

【3】 ショウノウ(樟脳)はクスノキの精油の主成分であり、防虫剤や医薬品の成分として使用されている。ショウノウの分子量を求めるために下に示す実験操作を行った。この実験から得られるショウノウの分子量を有効数字 3 ケタで求めよ。ただし、ナフタレンの融点は  $80.10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、モル凝固点降下は  $6.94\text{ K}\cdot\text{kg/mol}$  とする。

(実験操作)

1. ショウノウを正確に  $0.110\text{ g}$  はかりとり、 $10.0\text{ g}$  のナフタレンと混ぜて加熱して融解し、均一な溶液にした。
2. 1 の溶液の凝固点を測定すると、 $79.60\text{ }^{\circ}\text{C}$  であった。

【4】 反応物と生成物の化学式を用いて化学反応を表わしたものを化学反応式という。化学反応式の例を1つ示せ。また、一般に化学反応式はどのようにしてつくるか。つくり方を100字程度で説明せよ。

【5】 中和滴定を行う際に用いる指示薬として、メチルオレンジを用いることが適切な。酸と塩基の組み合わせをア～エからすべて選び、記号で答えよ。

ア 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液

イ 塩酸とアンモニア水

ウ 酢酸水溶液と水酸化ナトリウム水溶液

エ 硫酸水溶液とアンモニア水

- 【6】 絶対温度  $T$  (K) における反応速度定数  $k_T$  は、活性化エネルギー  $E_a$  (J/mol)、絶対温度  $T$  (K)、気体定数  $R$  (J/(mol·K)) を用いて、以下の式で表される。

$$k_T = A e^{-\frac{E_a}{RT}} \quad (A \text{ は頻度因子と呼ばれる定数})$$

- 問 1 この式を一般に何と呼ぶか。
- 問 2 ある反応の活性化エネルギー  $E_a$  が  $1.0 \times 10^5$  J/mol であった。反応速度定数  $k_T$  が、 $T = 300$  K の時の反応速度定数 ( $k_{300}$ ) の 10 倍となるときの反応温度  $T$  を求めよ。ただし、必要なら  $\log_e 10 = 2.3$  を用いよ。

- 【7】 鉄 (Fe) の結晶構造に関する以下の設問に答えよ。

- 問 1 鉄が体心立方格子の構造をもつとき、鉄の単位格子中に含まれる原子数を答えよ。
- 問 2 鉄原子の原子半径を  $1.2 \times 10^{-8}$  cm とし、単位格子中の鉄原子は最も近い距離にある鉄原子と接しているものとする。このとき、体心立方格子の構造をもつ鉄の結晶の単位格子の一辺の長さを求めよ。計算の過程も記せ。必要に応じて  $\sqrt{2} = 1.4$ ,  $\sqrt{3} = 1.7$  を用いよ。
- 問 3 体心立方格子の構造をもつ鉄の結晶  $1.0 \text{ cm}^3$  中に含まれる鉄原子の数を答えよ。
- 問 4 体心立方格子の構造をもつ鉄の結晶の密度 [g/cm<sup>3</sup>] を求めよ。
- 問 5 鉄は面心立方格子の構造もとることができる。このときの、単位格子の 1 辺の長さを求めよ。

【8】 硝酸は工業的には以下の方法によって製造されている。

- I アンモニアを空気とともに触媒に接触させて酸化し、( A )を得る。
- II ( A )をさらに空気中で酸化させて( B )を得る。
- III ( B )を水と反応させて硝酸を得る。

問 1 空欄 A, B に当てはまる化合物名を答えよ。

問 2 下線部ア)に相当する触媒に使用される元素を元素記号で答えよ。

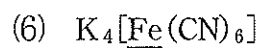
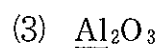
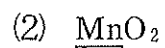
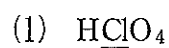
問 3 I, II, IIIそれぞれの段階の反応式を書け。

問 4 この製造方法を何と呼ぶか、名称を答えよ。

【9】 ギ酸水溶液に塩酸を加えて pH を 2.00 としたとき、ギ酸の電離度を計算せよ。なお、ギ酸の電離定数を  $2.8 \times 10^{-4}$  mol/L とする。

【10】  $\text{AgNO}_3$  水溶液を 2 本の白金電極を用いて電気分解した。このとき、各電極で析出する金属および発生する気体の物質質量比、重量比、体積比を求めよ。すべて陽極側を 1 として(陽極)：(陰極)の形式で記すこと。なお、発生する気体は標準状態であるとし、Ag 単体の密度は  $10 \text{ g/cm}^3$  として計算せよ。

【11】 次の物質について、下線を引いた原子の酸化数を答えよ。



【12】 次に挙げた各エネルギーについて、絶対値の大きいものから順に記号で書け。  
なお、 $\text{H}-\text{H}$  および  $\text{O}=\text{O}$  の結合エネルギーをそれぞれ 436, 498 kJ/mol,  $\text{H}_2\text{O}$  (気) の生成熱を 242 kJ/mol,  $\text{H}_2\text{O}$  の蒸発熱を 40.7 kJ/mol とする。

- (a)  $\text{H}_2\text{O}$  の蒸発熱
- (b)  $\text{H}_2$  の燃焼熱
- (c)  $\text{O}-\text{H}$  ( $\text{H}_2\text{O}$ ) の結合エネルギー
- (d)  $\text{Ar}$  のイオン化エネルギー
- (e)  $\text{N}_2$  の蒸発熱
- (f)  $\text{HCl}$  の蒸発熱

【13】 32 mg のナフタレンを完全燃焼させたときに生じる、二酸化炭素と水の質量をそれぞれ求めよ。



【14】 分子  $C_3H_6O_2$  で表される化合物のうち、以下の性質に当てはまるものの構造式をそれぞれ示せ。

- (1) 銀鏡反応を示す。また、加水分解するとカルボン酸とアルコールに分解する。
- (2) 水に溶けて、炭酸よりも強い酸性を示す。
- (3) ヨードホルム反応を示し、フェーリング液を還元しない。

【15】 以下の文章を読み、設問に答えよ。

物質 A は原子番号 17 番の原子で構成される、常温で気体の単体である。ベンゼンに鉄粉と単体 A を作用させると、まずベンゼン環の水素が 1 つ置換され、常温で無色の液体 B が生成する。B に対し、さらに鉄粉と単体 A を作用させると、パラ位の水素がもう 1 つ置換された化合物 C が生成する。化合物 C は昇華性を持つ常温で固体の化合物で、防虫剤として利用されている。

問 1 単体 A の電子式を書け。

問 2 天然において、分子量が 72 の単体 A が存在する比率を求めよ。天然において、単体 A を構成する原子は、質量数 35 と質量数 37 の同位体から構成され、それらの数の比率は 75 : 25 とする。

問 3 化合物 B を、加熱した銅線に付着させてガスバーナーの炎に入れたときの炎の色を答えよ。

問 4 化合物 C の構造式を書け。

問 5 下線部ア) で示した昇華性とはどのような性質か説明せよ。

【16】 フェノールに対し，次の(1)~(4)の化合物を反応させたときに生成する芳香族化合物の名称を答えよ.

- (1) 臭素水(臭素の水溶液)
- (2) 濃硝酸，濃硫酸
- (3) 金属ナトリウム
- (4) 無水酢酸

【17】 次の文章を読み，空欄A~Hに適切な語句，数値を入れよ.

ゴムの木から得られた白濁した樹液は( A )とよばれ，ゴムの原料となる. この液体に酢酸を加えると次第に不溶物( B )が得られる. これを乾留すると単量体の( C )になる. 68 gの( C )を付加重合すると，理論的には( D )gのポリ( C )が得られる計算になる. ( B )に( E )を加えて加熱すると架橋され網目構造になり弾性が向上する. さらに大量の( E )を加えて長時間加熱すると架橋が進み，( F )とよばれる黒くて硬い物質が得られる. ( F )は耐熱性，耐薬品性，電気絶縁性に優れている. 原料として( B )が使われていた様々な材料が，化石資源を原料とする安価な( G )ゴムに置き換わっていくことがあるものの，( H )の排出量を減らすサステナブルマテリアルとして( B )の重要性が増している.

【18】 次の現象について、高分子鎖に何が起きているのか。操作の前後の状態について、それぞれ 80 字以内で、化学的に説明せよ。

- (1) ポリプロピレン製の透明なシートを両手で強く引っ張ったところ、最初はよく伸びたが、引っ張り続けると余り伸びなくなった。
- (2) ゴムに重りをつけて吊るしゴムを伸ばした。ゴムに熱湯をかけたところ、ゴムは縮んだ。

【19】 官能基としてスルホ基( $-\text{SO}_3\text{H}$ )を有する、含水率 60.0 % の粒状カチオン交換樹脂を 3.00 g はかり取り、ガラス製カラムに充填した。次いで、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 30.0 mL をカラム上部からゆっくりと通し、流出液 1 を得た。そのあとカラム上部から蒸留水をゆっくり通した。流出液がリトマス試験紙で中性を示すまで流し続け、流出液 2 を得た。流出液 1 と 2 を合わせ、リトマス試験紙で調べると、アルカリ性であった。そこで、0.0500 mol/L の塩酸で中和滴定したところ、8.00 mL を要した。カチオン交換樹脂には、乾燥重量 1.00 g あたりスルホ基が何個含まれるか、有効数字 3 ケタで答えよ。

【20】 消毒薬は、細菌類を死滅、不活化させ、感染力を消失させる目的で用いられる。消毒薬は消毒作用の違いから、大きく次の(a)、(b)に分類される。それぞれどのような仕組みで消毒作用が発揮されるか、50字程度で簡潔に説明せよ。

(a) エタノールと水の混合物(体積比7 : 3)、イソプロピルアルコール(2-プロパノール)、フェノール、クレゾール。

(b) 次亜塩素酸ナトリウム水溶液や、過酸化水素水を希釈した液体、ヨードチンキやポピドンヨードなどヨウ素を含む液体。

— 余 白 —

(このページに問題はありません)