

# 選択科目

(医学部)

— 2月2日 —

物理  
化学  
生物

この中から1科目を選択して解答しなさい。

科目	問題のページ
物理	1～8
化学	9～18
生物	19～32

選択した科目の解答用紙をビニール袋から取り出し、解答はすべて選択した科目の解答用紙に記入して提出しなさい。

化 学

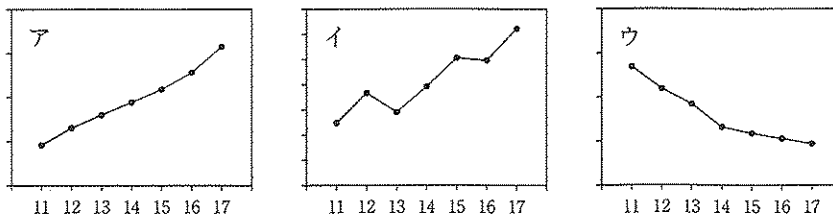
解答に必要があれば、次の原子量を用いなさい。

H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0

1

アルゴンを除く原子番号 11 から 17 までの第 3 周期の元素に関する以下の各問いに答えなさい。

問 1 以下の 3 つの図は、横軸に原子番号、縦軸に原子の性質を表す値をとっている。これらの図はそれぞれ、原子のどの性質に対応するか。A～Fの中から最も適切な組合せを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

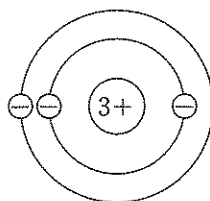


	ア	イ	ウ
A	電気陰性度	原子半径	第一イオン化エネルギー
B	電気陰性度	第一イオン化エネルギー	原子半径
C	原子半径	第一イオン化エネルギー	電気陰性度
D	原子半径	電気陰性度	第一イオン化エネルギー
E	第一イオン化エネルギー	電気陰性度	原子半径
F	第一イオン化エネルギー	原子半径	電気陰性度

問 2 単体が非金属である元素はいくつあるか。次の中から一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 2つ      B. 3つ      C. 4つ      D. 5つ      E. 6つ

問 3 両性元素の原子の電子配置と原子核の電荷を、例にならって書きなさい。



電子配置の例

問4 原子番号11および12の元素に関する次の(ア)～(エ)の記述のうち、誤っているものはいくつあるか。A～Dの中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- (ア) 原子番号11の元素はアルカリ金属で、原子番号12の元素はアルカリ土類金属である。
- (イ) 原子番号11の元素は黄色の炎色を示すが、原子番号12の元素は炎色を示さない。
- (ウ) 原子番号11の元素の単体と、原子番号12の元素の単体は、ともに常温の水と激しく反応する。
- (エ) 原子番号11の元素の塩化物と、原子番号12の元素の塩化物は、いずれも潮解性を示さない。

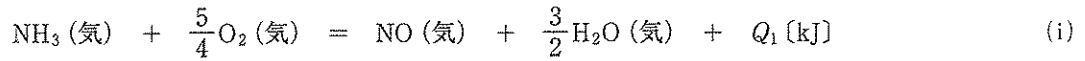
A. 1つ      B. 2つ      C. 3つ      D. 4つ

問5 原子番号15の元素の単体と化合物の性質に関する次の記述の中で、誤っているものはどれか。一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

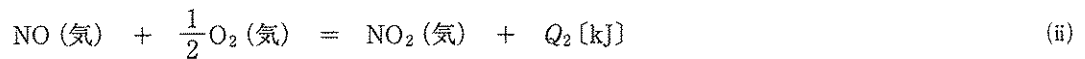
- A. この元素の単体は天然に存在する。
- B. この元素の単体の同素体には、空気中で自然発火し、毒性が高いものがある。
- C. この元素の単体を空気中で燃焼させて得られる酸化物は吸湿性が高く、乾燥剤として用いられる。
- D. 選択肢Cの酸化物から生じるオキシ酸は潮解性のある固体である。
- E. 選択肢Cの酸化物から生じるオキシ酸のカルシウム塩は肥料の原料として利用される。

2 硝酸はアンモニアを原料として、次に示す三段階の反応を経て工業的に製造されている。各段階の反応と熱化学方程式を以下に示す。

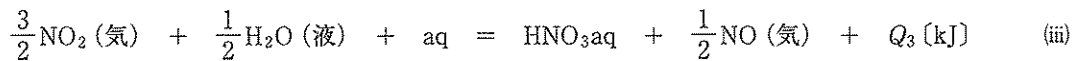
段階Ⅰ 白金を触媒に用いて、アンモニアを酸素と反応させて一酸化窒素にする。



段階Ⅱ 一酸化窒素を酸素と反応させて二酸化窒素にする。



段階Ⅲ 二酸化窒素を水に吸収させて硝酸水溶液をつくる。



これらの反応に関わる物質の生成熱を表1に示す。以下の各問いに答えなさい。

表1 物質の生成熱

物質	生成熱 [kJ/mol]
NH <sub>3</sub> (気)	46
NO (気)	-90
NO <sub>2</sub> (気)	-33
H <sub>2</sub> O (気)	242
H <sub>2</sub> O (液)	286
HNO <sub>3</sub> (液)	174

問1 下線部(a)の工業的製法を何というか。次の中から一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 接触法                      B. ハーバー・ボッシュ法                      C. オストワルト法  
D. ソルベー法                      E. クメン法

問2 段階Ⅰの熱化学方程式(i)の反応熱  $Q_1$  は何 kJ か。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 120 kJ      B. 230 kJ      C. 340 kJ      D. 450 kJ      E. 560 kJ

問3 段階Ⅱの反応が可逆反応であり、温度と圧力を一定に保った容器内で式(ii)の反応が平衡状態にあるとする。この反応が正反応方向に進むときの変化を選択肢(ア)～(カ)の中から、この変化から判断して、この反応の平衡状態を正反応方向に移動させる最も適切な操作を選択肢(キ)～(シ)の中から、それぞれ一つずつ選んで、選択肢の記号を解答欄に書きなさい。ただし、式(ii)にある化学式以外の物質を考えなくてよい。

変化の選択肢

- (ア) 分子数が増加し、発熱する。
- (イ) 分子数が増加し、吸熱する。
- (ウ) 分子数が減少し、発熱する。
- (エ) 分子数が減少し、吸熱する。
- (オ) 分子数は変化せず、発熱する。
- (カ) 分子数は変化せず、吸熱する。

操作の選択肢

- (キ) 圧力を上げ、温度を上げる。
- (ク) 圧力を上げ、温度を下げる。
- (ケ) 圧力を下げ、温度を上げる。
- (コ) 圧力を下げ、温度を下げる。
- (カ) 圧力変化で平衡は移動しないので、圧力を変えず、温度を上げる。
- (シ) 圧力変化で平衡は移動しないので、圧力を変えず、温度を下げる。

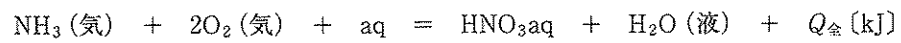
問4  $\text{HNO}_3$  (液) の水への溶解熱は 33 kJ/mol である。この過程の熱化学方程式は



と表される。熱化学方程式(iii)の反応熱  $Q_3$  は何 kJ か。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 70 kJ      B. 140 kJ      C. 210 kJ      D. 280 kJ      E. 350 kJ

問5 熱化学方程式 (i) ~ (iii) を一つの式にまとめ整理すると、全反応の熱化学方程式



が得られる。全反応の反応熱  $Q_{\text{全}}$  は、反応熱  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  を用いて

$$Q_{\text{全}} = aQ_1 + bQ_2 + cQ_3 + D\text{kJ}$$

と表せる。係数  $a$ ,  $b$ ,  $c$  と反応熱の数値  $D$  にあてはまる数を解答欄に書きなさい。

**3** 過マンガン酸カリウム水溶液を用いた酸化還元反応で、試料水中の塩化物イオン以外の酸化されやすい物質（有機物、鉄（II）イオン、亜硝酸イオン等）の量を以下のように測定した。

- (i) コニカルビーカーに試料水 50 mL をとり、これに 6.0 mol/L の硫酸 5.0 mL を加えた。また、塩化物イオンを除くために 1.2 mol/L の硝酸銀水溶液 5.0 mL を加えた。
- (ii) さらに 0.0050 mol/L の過マンガン酸カリウム溶液 10 mL を加えたのち、沸騰水浴中で 30 分間加熱した。
- (iii) 水浴から取り出し、ホールピペットで 0.0125 mol/L のシュウ酸ナトリウム標準溶液 10 mL を加え、よく振り混ぜた。
- (iv) 水浴中で液温を 50 ~ 60°C に保ったまま、0.0050 mol/L の過マンガン酸カリウム溶液で滴定したところ、1.6 mL で終点に達した。
- (v) 容器・溶媒の汚染や滴定操作に原因する誤差等を補正するために、試料水のかわりに蒸留水 50 mL を用いて (i) ~ (iv) の操作を行ったところ（空試験）、0.20 mL で終点に達した。

以下の各問いに答えなさい。

問 1 操作 (iii) で用いたシュウ酸ナトリウム標準溶液は、シュウ酸ナトリウムをビーカーに入れて蒸留水に溶かし、これをすべてガラス器具（ア）に移し、標線まで蒸留水を加えてから栓をしてよく混ぜて調製した。ガラス器具（ア）の最も適切な名称を解答欄に書きなさい。

問 2 操作 (i) で硝酸銀水溶液を加えると、塩化銀 AgCl の沈殿が析出した。溶液中に残った塩化物イオンの濃度は何 mol/L か。次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。ただし、沈殿の析出はわずかであり、沈殿析出による銀イオンの消費は無視できるものとする。また、塩化銀の溶解度積は  $2.0 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$  とする。

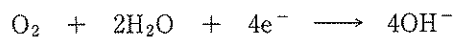
- A.  $2.0 \times 10^{-7}$  mol/L      B.  $5.0 \times 10^{-8}$  mol/L      C.  $2.0 \times 10^{-9}$  mol/L  
 D.  $5.0 \times 10^{-10}$  mol/L      E.  $2.0 \times 10^{-11}$  mol/L

問 3 操作 (iii) で起こる酸性条件下での過マンガン酸イオンとシュウ酸との反応の反応式を解答欄に書きなさい。

問 4 操作 (ii) で試料水中の酸化されやすい物質が過マンガン酸イオンに与えた電子の物質量は何 mol か。次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A.  $1.5 \times 10^{-5}$  mol      B.  $2.0 \times 10^{-5}$  mol      C.  $2.5 \times 10^{-5}$  mol  
 D.  $3.0 \times 10^{-5}$  mol      E.  $3.5 \times 10^{-5}$  mol      F.  $4.0 \times 10^{-5}$  mol

問5 酸素  $O_2$  を還元する反応の半反応式は次のように示される。



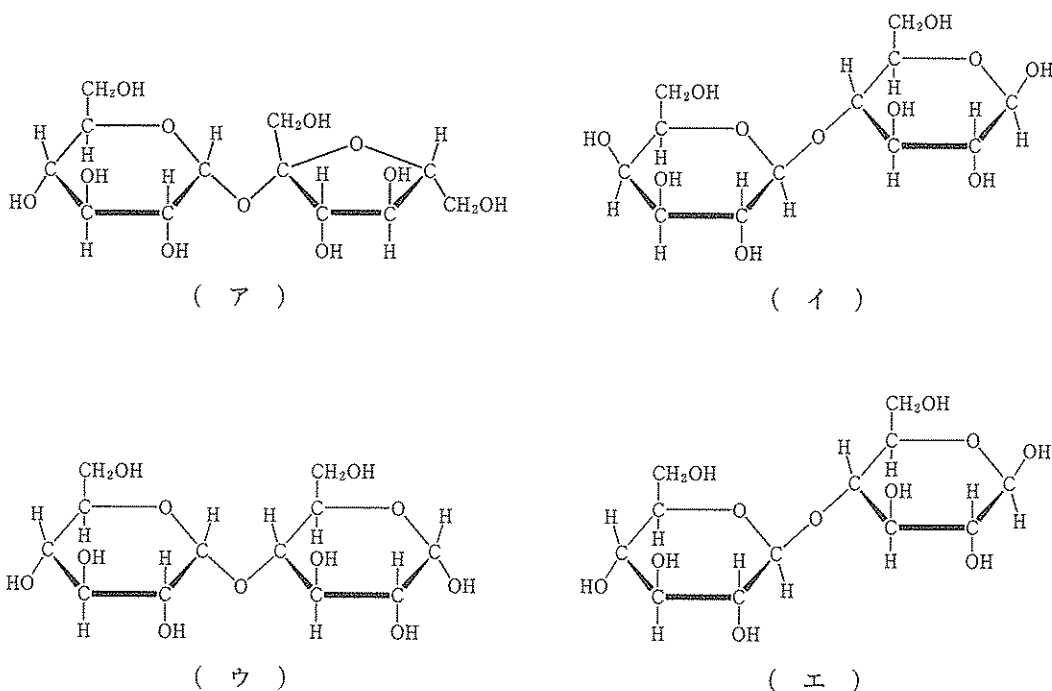
問4で求めた酸化されやすい物質から過マンガン酸イオンに与えられた電子が酸素の還元に使われるとすると、試料水 1.0 L 中の塩化物イオン以外の酸化されやすい物質は、何 mg の酸素を還元することになるか。次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 3.2 mg      B. 4.0 mg      C. 4.8 mg      D. 5.6 mg      E. 6.4 mg      F. 7.2 mg



4

次に示す4種類の二糖(ア)~(エ)について、以下の各問いに答えなさい。



問1 次の(i)~(vi)の記述のうち、正しいものはいくつあるか。A~Fの中から一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- (i) 二糖(ア)はヘミアセタール構造をもたないが、フェーリング溶液を加えて加熱すると赤色沈殿を生じる。
- (ii) 二糖(イ)はヘミアセタール構造をもたないが、フェーリング溶液を加えて加熱すると赤色沈殿を生じる。
- (iii) 二糖(ウ)はヘミアセタール構造をもち、フェーリング溶液を加えて加熱すると赤色沈殿を生じる。
- (iv) 二糖(エ)はヘミアセタール構造をもつが、フェーリング溶液を加えて加熱しても変化が起こらない。
- (v) 二糖(ア)~(エ)はいずれも、分子式は $C_{12}H_{22}O_{11}$ であり、炭水化物である。
- (vi) 二糖(ウ)は水溶液中で一部が二糖(エ)に変化する。

A. 1つ      B. 2つ      C. 3つ      D. 4つ      E. 5つ      F. 6つ

問2 二糖(ア)~(エ)のグリコシド結合を加水分解すると、合計で何種類の単糖が得られるか。次の中から一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。ただし、同じ単糖の $\alpha$ -構造や $\beta$ -構造、あるいは鎖状構造などの異性は区別せず、1種類として数えるものとする。

A. 1種類      B. 2種類      C. 3種類      D. 4種類      E. 5種類      F. 6種類

化 学

問3 二糖（ウ）のグリコシド結合を加水分解して生じる単糖について、次の(1)と(2)に答えなさい。

(1) この単糖は、酵母を用いて発酵させると、エタノールと二酸化炭素になる。100 gの二糖（ウ）を加水分解して得られる単糖をすべて発酵すると、何gのエタノールと標準状態で何Lの二酸化炭素が得られるか。次の中から最も適切な組合せを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

	エタノール	二酸化炭素
A	27 g	26 L
B	27 g	39 L
C	54 g	13 L
D	54 g	26 L
E	81 g	9 L
F	81 g	13 L

(2) この単糖が水溶液中で生じる鎖状構造に含まれるアルデヒド基を還元して得られる化合物の構造式を、問題文中の構造式を参考にして解答欄に書きなさい。

問4 二糖（エ）は自然界に多く存在するある多糖にセルラーゼ（酵素）を作用すると得られる。この多糖は、人工的に加工されて化学繊維として用いられている。次の化学繊維のうち、この多糖を原料として合成されるものはいくつあるか。A～Fの中から一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

〔化学繊維の名称〕 アクリル繊維、アセテート繊維、アラミド繊維、銅アンモニアレーヨン、  
ビスコースレーヨン、ビニロン

A. 1つ    B. 2つ    C. 3つ    D. 4つ    E. 5つ    F. 6つ

5

以下の各問いに答えなさい。

問1 体心立方格子を単位格子とする金属単体の結晶がある。単位格子の一辺の長さを  $a$  として、次の(1)と(2)に答えなさい。ただし、隣り合う金属原子は、互いに接する球であるとする。

(1) この金属原子の半径  $r$  を表した式はどれか。次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

A.  $r = \frac{\sqrt{2}}{4}a$       B.  $r = \frac{\sqrt{3}}{4}a$       C.  $r = \frac{1}{2}a$       D.  $r = \frac{\sqrt{2}}{2}a$       E.  $r = \frac{\sqrt{3}}{2}a$

(2) 単位格子中で、金属原子が占める体積の割合(充填率)  $p$  を表した式はどれか。次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

A.  $p = \frac{\sqrt{2}\pi}{8}$       B.  $p = \frac{\sqrt{3}\pi}{8}$       C.  $p = \frac{\sqrt{2}\pi}{6}$       D.  $p = \frac{\sqrt{3}\pi}{6}$       E.  $p = \frac{\sqrt{2}\pi}{4}$

問2 理想気体に関する次の(ア)～(オ)の記述の中で正しいものはいくつあるか。A～Eの中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- (ア) 理想気体の体積は、温度と物質量が一定のとき、圧力に反比例する。
- (イ) 理想気体の体積は、圧力と物質量が一定のとき、絶対温度に比例する。
- (ウ) 理想気体の体積は、温度と圧力が一定のとき、物質質量に比例する。
- (エ) 理想気体の分子は、質量はあるが体積がない点として扱われる。
- (オ) 理想気体の分子の間には、引力的な分子間力が働いている。

A. 1つ      B. 2つ      C. 3つ      D. 4つ      E. 5つ

問3 次の水酸化物のうち、過剰の水酸化ナトリウム水溶液と過剰のアンモニア水のいずれにも溶けるものはどれか。最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

A.  $\text{Al}(\text{OH})_3$       B.  $\text{Fe}(\text{OH})_3$       C.  $\text{Cu}(\text{OH})_2$       D.  $\text{Zn}(\text{OH})_2$       E.  $\text{Pb}(\text{OH})_2$

問4 炭素、水素、酸素からなる有機化合物(ア) 14.7 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 26.4 mg と水 2.7 mg が生じた。化合物(ア)に水を反応させて加水分解し、さらに触媒を用いて水素を付加させたところ、分子量 118 のジカルボン酸が得られた。化合物(ア)は何か。次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

A. サリチル酸メチル      B. フタル酸ジメチル      C. マレイン酸ジメチル  
D. アセチルサリチル酸      E. 無水フタル酸      F. 無水マレイン酸