

令和 8 年度 一般 選 抜  
個別学力試験問題(前期日程)

化 学

注 意

1. 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
2. 問題紙は 13 ページです。解答用紙は 5 枚配布されます。指示があつてから確認し、すべての解答用紙の所定の欄に受験番号を記入してください。
3.  1,  2,  3 は必答問題です。 4,  5 は選択問題ですので、どちらか 1 問を選択した上で、解答用紙の選択欄に○印を記入して、解答してください。 4 と  5 の両方を選択してはいけません。

必答問題(3問)	選択問題(1問)
<input type="checkbox"/> 1, <input type="checkbox"/> 2, <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4 あるいは <input type="checkbox"/> 5

4. 答えはすべて解答用紙の所定の欄に記入してください。
5. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
6. 試験終了後、問題紙は持ち帰ってください。

1

## 【必答問題】

次の I, II の文を読み、問いに答えよ。

I 体積が一定の容器内での式(1)の気体反応を考える。

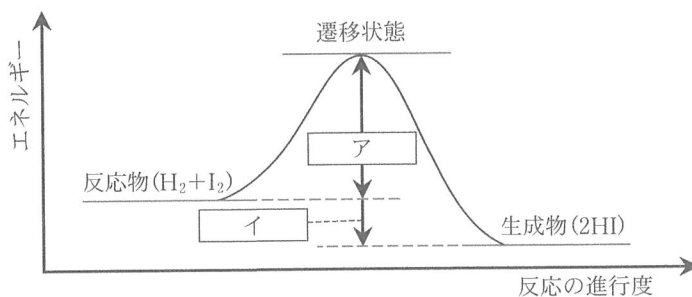


この反応の反応速度  $v$  は、以下の式(2)にしたがうことが実験的に明らかとなっている。

$$v = k[\text{H}_2][\text{I}_2] \quad (2)$$

$[\text{H}_2]$  は  $\text{H}_2$  の濃度 (mol/L),  $[\text{I}_2]$  は  $\text{I}_2$  の濃度 (mol/L),  $k$  は式(1)の反応における反応速度定数 (L/(mol·s)) である。ただし、この問題では逆反応は無視でき、また、反応中の温度は変わらないものとする。さらに、反応は暗所で行い、光による影響は無視できるものとする。

問 1 下の図はこの反応の進行度とエネルギーの関係を表した図である。図中の ア と イ に当てはまる最も適当な語句を以下の(a)~(f)から選び、記号で答えよ。



- |              |              |          |
|--------------|--------------|----------|
| (a) 反応エントロピー | (b) 反応エンタルピー | (c) 触媒   |
| (d) 活性化エネルギー | (e) 衝突       | (f) 反応速度 |

問 2 ある温度で式(1)の反応が進行した。反応を開始した時間を 0 s とすると、各時間における  $[I_2]$  は下表のように変化した。0 s から 60 s の間の平均の反応速度 ( $[I_2]$  の減少速度)  $\bar{v}$  [mol/(L·s)] を有効数字 2 桁で求めよ。また、その計算の過程も示せ。

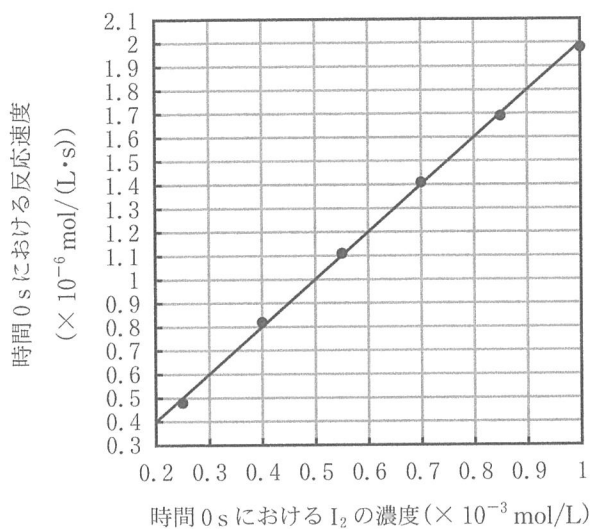
時間 [s]	$[I_2]$ [mol/L]
0	$1.000 \times 10^{-3}$
60	$9.79 \times 10^{-4}$
120	$9.59 \times 10^{-4}$
180	$9.39 \times 10^{-4}$

問 3  $H_2$  が  $I_2$  と比べて大過剰量存在する場合、反応速度  $v$  は定数  $k'$  を用いて以下の式(3)のように表すことができる。この理由として適当なものを以下の (a)~(e) から一つ選び、記号で答えよ。

$$v = k'[I_2] \quad (k' = k[H_2]) \quad (3)$$

- (a) 反応速度は  $[H_2]$  に依存しないため
- (b)  $[I_2]$  が時間とともに減少するため
- (c) 単一分子の反応となるため
- (d) 活性化エネルギーが高い反応であるため
- (e) 反応中の  $[H_2]$  はほとんど減少しないため

問 4 問 2 とは異なる一定の温度で、時間 0 s における  $[H_2]$  を  $5.0 \times 10^{-2}$  mol/L とし、 $[I_2]$  を  $0.25 \times 10^{-3} \sim 1.0 \times 10^{-3}$  mol/L の範囲で変化させ、各濃度での時間 0 s における反応速度 ( $[I_2]$  の減少速度)  $v$  をそれぞれ求めた。なお、全ての実験において  $H_2$  は  $I_2$  と比べて大過剰量存在しており、式(3)が成り立つ。実験の結果、時間 0 s における  $[I_2]$  と時間 0 s における反応速度 ( $[I_2]$  の減少速度)  $v$  には下図のような直線関係が得られた。定数  $k'$  [/s] および  $k$  [L/(mol·s)] を有効数字 2 桁で求めよ。また、それぞれの計算の過程も示せ。



問 5 反応速度定数の値は温度が高くなると大きくなる。この理由として適当なものを以下の(a)~(f)からすべて選び、記号で答えよ。

- (a) 活性化エネルギーが減るため
- (b) 分子の運動エネルギーが増え、全ての分子が活性化エネルギーを超えるエネルギーをもつため
- (c) 分子の運動エネルギーが増え、活性化エネルギーを超えるエネルギーをもつ分子の割合が増えるため
- (d)  $H_2$  と  $I_2$  が衝突する頻度が増えるため
- (e) 生成物である HI が反応を促進するため
- (f) 発熱反応であるため

II 化学反応において、それ自身は反応の前後で変化せずに、化学反応の反応速度を増加させる物質のことを触媒という。触媒が存在することにより、反応エンタルピーは  ，活性化エネルギーは  。

$H_2$  および  $I_2$  がそれぞれ H および I 原子に解離してから HI を生成する経路 を考えた場合、下線部の状態に至るために必要なエネルギーの和は、活性化エネルギーと比べて  。また、下線部の状態を経た場合の反応エンタルピーは、 $H_2$  および  $I_2$  が遷移状態を経由して HI を生成する場合の反応エンタルピーと比べて  。これは  の法則として知られている。

問 6  ~  に当てはまる語句をそれぞれの語群から一つ選び、記号で答えよ。

【語群】

- (ウ) : (a) 小さくなり (b) 大きくなり (c) 変わらず
- (エ) : (a) 小さくなる (b) 大きくなる (c) 変わらない
- (オ) : (a) 小さい (b) 大きい (c) 変わらない
- (カ) : (a) 小さくなる (b) 大きくなる (c) 変わらない
- (キ) : (a) ヘス (b) ヘンリー (c) ドルトン

2 【必答問題】

次の I, II の文を読み、問いに答えよ。ただし、必要であれば、 $\sqrt{2} = 1.4$ ,  $\pi = 3.1$ , アボガドロ定数  $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$  を用いよ。また、銀の原子半径は  $1.4 \times 10^{-8} \text{ cm}$ , 銀の原子量は 110 とし、銀原子は完全な球とみなす。

I 島根県には石見銀山と呼ばれる鉱山があり、数百年にわたり銀が産出されてきた。単体の銀の結晶は面心立方格子を形成し、酸や塩基との反応性に乏しい。

問 1 銀の結晶の充填率を有効数字 2 桁で求めよ。また、その計算の過程も示せ。

問 2 結晶中で一つの銀原子は何個の銀原子と接しているか書け。

問 3 銀の密度 [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ] を有効数字 2 桁で求めよ。また、その計算の過程も示せ。

問 4 濃硝酸に銀を加えると、二酸化窒素を発生させながら溶解した。この反応で得られた水溶液に塩化ナトリウム水溶液を加えると、白色の沈殿が生じた。<sup>(a)</sup>この白色沈殿に光を当てると、沈殿は黒色に変化した。 下線部(a), (b)の反応を、それぞれ化学反応式で書け。

II 銀と同じ 11 族に属する銅は、銀と同様に酸や塩基との反応性に乏しいが、銅は酸化力の強い酸と反応する。

問 5 銅を空气中、 $1000^\circ\text{C}$  で加熱すると、光沢をもたない赤色に変化した。この反応を化学反応式で書け。

問 6 濃硝酸に銅を加えると、二酸化窒素を発生させながら溶解した。この反応で得られた水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、青白色の沈殿が生じた。 下線部の反応を化学反応式で書け。

問 7 問 6 の下線部で生成した沈殿に過剰のアンモニア水を加えると、沈殿は溶解して深青色のテトラアンミン銅(II)イオンを生じた。このテトラアンミン銅(II)イオンでは、銅(II)イオンとアンモニアはどのような結合を形成しているか、電子対を考慮して説明せよ。

問 8 硝酸銀水溶液に銅線を浸したところ、銅線の表面に銀色の析出物があらわれ水溶液は青色に変化した。下線部の反応を化学反応式で書け。また、イオン化傾向とは何かを説明するとともに、この反応が進む理由についてイオン化傾向を考慮して書け。

3 【必答問題】

次のⅠ、Ⅱの文を読み、問いに答えよ。ただし、必要であれば、原子量として  $H = 1.0$ ,  $O = 16$ ,  $S = 32$  を用いよ。

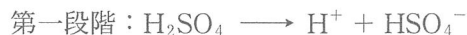
Ⅰ 硫酸は、工業的には「接触法」と呼ばれる方法で合成される。接触法では、まず、硫黄を空气中で燃焼させて二酸化硫黄を得る。次に、酸化バナジウム(V)を触媒として二酸化硫黄を空气中の酸素と反応させて三酸化硫黄を得る。最後に、三酸化硫黄を水に吸収させると硫酸が得られる。

問 1 下線部(a), (b), (c)の反応を、それぞれ化学反応式で書け。

問 2 ある濃硫酸の質量パーセント濃度は 98 %、密度は  $1.8 \text{ g/cm}^3$  である。この濃硫酸のモル濃度 [mol/L] を有効数字 2 桁で求めよ。また、その計算の過程も示せ。

問 3 濃硫酸を蒸留水で希釈して希硫酸をつくる場合、蒸留水に濃硫酸を少量ずつ良くかき混ぜながら加えなければならない。逆に、濃硫酸に蒸留水を加えた場合、どのような現象が起こり得るか答えよ。また、その理由も書け。

II 硫酸は水溶液中では次のように二段階で電離する。



第一段階の電離は完全に進む。電離前の硫酸の濃度を  $C$  [mol/L] とすると、このときの各物質の濃度は、次の通りである。

第一段階	$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\longrightarrow$	$\text{H}^+$	+	$\text{HSO}_4^-$
電離前 [mol/L]	$C$		0		0
電離後 [mol/L]	0		ア		イ

一方で、第二段階の電離は完全に進むわけではない。第二段階の電離度を  $\alpha$  としたとき、電離が平衡に達した際の各物質の濃度は、次の通りである。

	$\text{HSO}_4^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{H}^+$	+	$\text{SO}_4^{2-}$
電離後 [mol/L]	ウ		エ		オ

問 4 文中の ア ~ オ に適当な式を入れよ。

問 5 ある一定の温度で希硫酸の pH が 2.0、第二段階の電離度  $\alpha = 0.40$  のとき、希硫酸のモル濃度 [mol/L] を有効数字 2 桁で求めよ。また、その計算の過程も示せ。

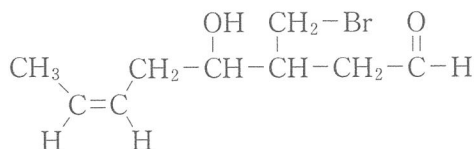
問 6 pH が 2.0 の希硫酸に、硫酸ナトリウムを溶解させた。溶解後の溶液の pH は、元の希硫酸の pH とくらべるとどのようになるか、次の(a)~(c)から一つ選び、記号で答えよ。また、そのように考えた理由を、共通イオン効果を考慮して説明せよ。ただし、硫酸ナトリウムは完全に電離するものとし、硫酸ナトリウム溶解前後で温度および希硫酸の体積は変わらないものとする。

- (a) 大きくなる      (b) 変わらない      (c) 小さくなる

4 【選択問題】

次の文を読み、問いに答えよ。構造式は下の例にならって書け。ただし、鏡像異性体は区別しなくてよい。また、炭化水素基は官能基に含めないものとする。

[例]



化合物 A, B, C, D, E はいずれも  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$  の分子式をもつ有機化合物であり、また、化合物 A は炭素原子のつながり方が枝分かれのない直鎖状の化合物であることが分かっている。化合物 A, B, C, D, E に関して以下の実験 1～5 の結果が得られた。

実験 1 化合物 A, B, C, D はナトリウムと反応させると水素を発生したが、  
 (a) 化合物 E はナトリウムと反応しなかった。  
 (b)

実験 2 化合物 A, B, C にそれぞれ硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を酸化剤として加えて加熱すると、化合物 A からは化合物 F を経て弱酸性の化合物 G が生成し、化合物 B からは中性の化合物 H が生成し、化合物 C からは中性の化合物 I が生成した。一方、化合物 D に同じ酸化剤を加えて加熱したところ、酸化されにくかった。

実験 3 化合物 F, H, I にそれぞれアンモニア性硝酸銀水溶液を加えて温めると、  
 (c) 化合物 F の反応容器の器壁に銀が生じた一方、化合物 H, I からは銀が生じなかった。

実験 4 化合物 B, C を塩基性条件下でヨウ素と反応させると, 化合物 B の反応容器にのみ特有の臭気をもつ黄色沈殿が生じた。  
(d)

実験 5 化合物 A, B をそれぞれ濃硫酸とともに加熱すると, 分子内で脱水反応が進行した。得られた化合物に対して, それぞれ白金を触媒として水素と反応させると, 同じ化合物が得られた。

問 1 下線部(a)の実験結果から, 化合物 A, B, C, D のいずれにも含まれると考えられる官能基は何か, 名称で答えよ。また, 下線部(c)の実験結果から, 化合物 F に含まれると考えられる官能基は何か, 名称で答えよ。

問 2 下線部(d)の化合物の名称と分子式を書け。

問 3 化合物 A, B, C, D, F, H をそれぞれ構造式で書け。

問 4 化合物 A, B, C, D, F, H の中で, 不斉炭素原子が存在する化合物をすべて記号で答えよ。

問 5 下線部(b)の実験結果から, 化合物 E に存在すると考えられる官能基は何か, 名称で答えよ。

問 6 化合物 E として考えられる構造異性体はいくつあるか, その数を答えよ。

5 【選択問題】

次の文を読み、問いに答えよ。ただし、必要であれば、原子量として  $H = 1.0$ ,  $C = 12$ ,  $N = 14$ ,  $O = 16$ ,  $S = 32$  を用いよ。

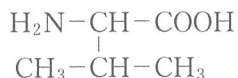
ペプチドは、複数の  $\alpha$ -アミノ酸が脱水縮合によりアミド結合(ペプチド結合)した化合物であり、アミノ酸が2個あるいは3個縮合したものをそれぞれジペプチド、トリペプチドという。縮合していないアミノ基のある方をN末端、カルボキシ基のある方をC末端といい、通常、ペプチド鎖はN末端側を左側に、C末端側を右側に書く。例えば、バリン、グルタミン酸、グリシンの順に縮合したトリペプチドのアミノ酸配列は、略号で Val-Glu-Gly と表記する。

テトラペプチド X は、次の6個のアミノ酸のうち異なるアミノ酸4個が直鎖状にペプチド結合した化合物である。ただし、各アミノ酸の括弧内の記号はアミノ酸の略号、数字はその分子量を示している。

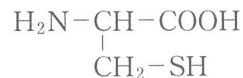
グリシン (Gly, 75)



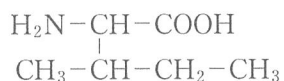
バリン (Val, 117)



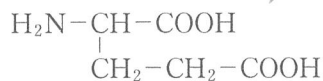
システイン (Cys, 121)



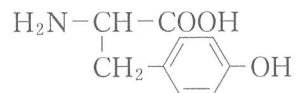
イソロイシン (Ile, 131)



グルタミン酸 (Glu, 147)



チロシン (Tyr, 181)



テトラペプチド X をある条件で加水分解すると、複数種のアミノ酸とペプチドが得られた。その中からジペプチドあるいはトリペプチドであるペプチド A, B を選び、以下の実験を行ったところ、次に記す実験 1～4 の結果が得られた。

実験 1 ペプチド A あるいは B に水酸化ナトリウム水溶液を加え、さらに少量の硫酸銅(II)水溶液を加えたところ、ペプチド B だけ赤紫色を呈した。

実験2 ペプチド A あるいは B に濃硝酸を加えて加熱すると、ペプチド A、B いずれも黄色を呈した。冷却後にアンモニア水を加えると、いずれも橙黄色を呈した。

実験3 ペプチド A あるいは B を完全に加水分解して得られるアミノ酸の不斉炭素原子の数を調べたところ、ペプチド A の N 末端のアミノ酸では 2 個、ペプチド B の C 末端のアミノ酸では 0 個であった。

実験4 ペプチド A あるいは B を含むエタノール溶液に触媒として濃硫酸を少量加えて加熱し、完全にエステル化すると、いずれのペプチドの分子量も増加し、ペプチド B の分子量の増加量はペプチド A の増加量の 2 倍であった。

実験1の  反応の結果から、ペプチド A と B はそれぞれジペプチド、トリペプチドである。実験2の  反応の結果から、ペプチド A と B は  を共通に含む。実験3の結果から、ペプチド A の N 末端は  であり、ペプチド B の C 末端は  である。したがって、ペプチド A の配列は  と決定される。実験4の結果から、ペプチド B には  が含まれる。ペプチド B の配列は 2 通り考えられるが、ペプチド A の配列を考慮すると、ペプチド B の配列は  と決定される。

したがって、テトラペプチド X の配列は  と確定できる。

問1 文中の  と  に当てはまる適当な反応名を答えよ。

問2 文中の  ~  に当てはまる適当なアミノ酸を略号で答えよ。

問 3 文中の i ~ iii に当てはまる適当なアミノ酸配列を略号で答えよ。

問 4 実験 4 の下線部について、ペプチド B の分子量の増加量を、有効数字 2 桁で求めよ。また、その計算の過程も示せ。