

令和6年度

理工学群化学類
私費外国人留学生入試

小論文
試験問題

注意事項

- ① 問題 I～III は別々の解答用紙に日本語で解答すること。
- ② 試験時間は90分です。

必要があれば、次の値を使うこと。

原子量 H = 1.00, C = 12.0, O = 16.0, Al = 27.0, Zn = 65.4

$\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 5 = 0.70$

気体定数 8.31 J/(mol·K)

問題 I 次の文章を読んで、(1)~(7)に答えよ。

化学反応の反応速度定数 k は、活性化エネルギー E_a [J/mol] と反応温度 T [K]、気体定数 R [J/(mol·K)]、および頻度因子と呼ばれる定数 A を用いて次式で表される。

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$$

この式の両辺の常用対数をとると次式になる。

$$\log_{10} k = -\frac{E_a}{2.3RT} + \log_{10} A$$

(a) X と Y から Z が生じる反応について、反応物 X の濃度 [X] [mol/L]、反応物 Y の濃度 [Y] [mol/L]、反応温度 T [K] とその逆数 $1/T$ [1/K] および、反応初期の Z の生成速度 v [mol/(L·s)] の関係を表 1 に示す。また、(b) この反応において触媒が有る場合と無い場合における、反応の進行に伴うエネルギーの変化は図 1 のとおりである。

表 1

実験	[X] [mol/L]	[Y] [mol/L]	T [K]	$1/T$ [1/K]	v [mol/(L·s)]
①	1.0	2.0	298	3.35×10^{-3}	2.0×10^{-3}
②	1.0	2.0	308	3.24×10^{-3}	4.0×10^{-3}
③	3.0	4.0	298	3.35×10^{-3}	ア

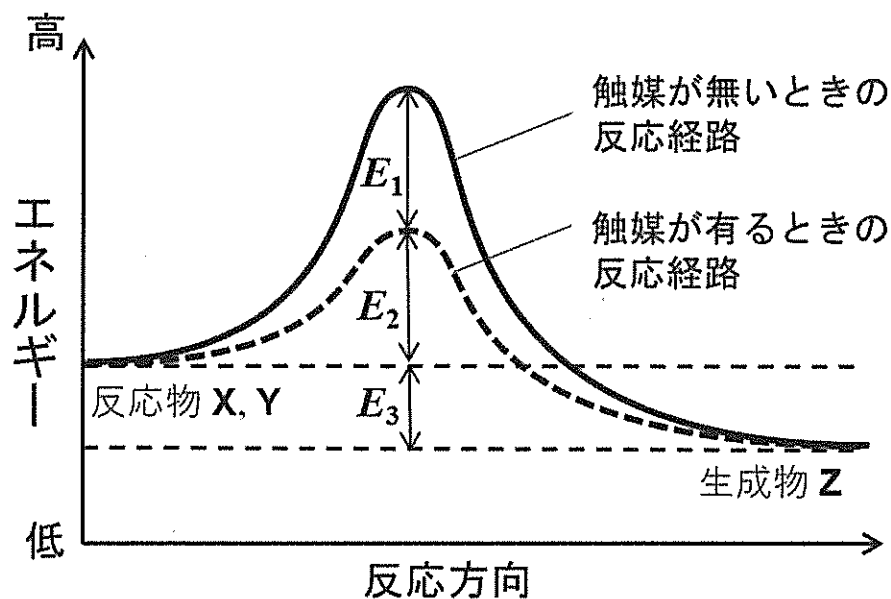


図 1

- (1) 下線部(a)について、 $[X]$ だけを2倍にすると v は2倍になり、 $[Y]$ だけを2倍にすると v は4倍になった。 v を k 、 $[X]$ 、 $[Y]$ を用いて表せ。
- (2) 実験②における k を求め、単位とともに記せ。
- (3) 実験③のアに当てはまる v を有効数字2桁^{けた}で求めよ。
- (4) 表1の結果を用いて、この反応の活性化エネルギー E_a を有効数字2桁で求め、単位とともに記せ。計算過程も記すこと。
- (5) 下線部(b)について、次のi)~iv)に答えよ。
 - i) この反応は発熱反応、吸熱反応のどちらであるか、根拠とともに記せ。
 - ii) X と Y から Z が生じる反応において、触媒が無いときの活性化エネルギーを図1の $E_1 \sim E_3$ の記号を用いて表せ。

iii) **X**と**Y**から**Z**が生じる反応において、触媒が有るときの活性化エネルギーを図1の $E_1 \sim E_3$ の記号を用いて表せ。

iv) 次の①～③から触媒を加えても変化しないものを全て選び、番号で示せ。

①反応熱 ②反応経路 ③反応速度

(6) 固体が気体または液体と反応するときは、固体を細かくすると反応速度が大きくなる。その理由を記せ。

(7) 酵素は生体内の化学反応の触媒として働く。ある酵素が作用する反応では、温度を上げると反応速度が大きくなったが、 60°C 以上では急激に反応速度が小さくなった。急激に反応速度が小さくなった理由を記せ。

問題 II 次の文章を読んで、(1)~(8)に答えよ。

グルコース（分子式 $C_6H_{12}O_6$ ）は、生物のエネルギー源として重要な有機化合物であり、植物の光合成により生合成される。工業的には、(a)酸性条件でデンプンを完全に加水分解することで生産される。デンプンは、多数の α -グルコースが脱水縮合して連結した構造をもち、(b)ヨウ素溶液で呈色する。

デンプンを熱水に浸すと、可溶成分の **ア** と不溶成分の **イ** に分離する。これら 2 つの成分は、酵素 **A** で加水分解されて二糖 **1** になる。さらに、この二糖 **1** は、希酸または酵素 **B** による加水分解でグルコースとなる。

デンプンとは異なり、セルロースは多数の β -グルコースが脱水縮合して連結した分子であり、平行に並んだセルロースの分子間で **ウ** が形成されるため、水に不溶で化学的に安定な構造となる。セルロースは、酵素 **C** により加水分解され、二糖 **2** になる。この二糖 **2** は、希酸または酵素 **D** による加水分解で、最終的にグルコースに変換される。

(1) 酵素 **A** ~ **D** の名称を、以下の(a)~(f)からそれぞれ選び、記号で示せ。

- | | | |
|-------------|-----------|-----------|
| (a) インベルターゼ | (b) ラクターゼ | (c) マルターゼ |
| (d) セロビアーゼ | (e) セルラーゼ | (f) アミラーゼ |

(2) 図 1 は、 α -グルコースの構造を示したものである。①~③に当てはまる原子、原子団を化学式でそれぞれ示せ。

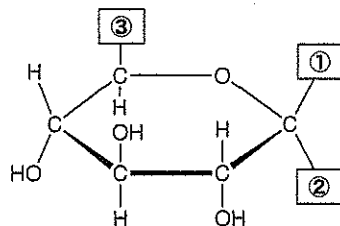


図 1

- (3) , に当てはまる多糖の名称と, に当てはまる語句をそれぞれ記せ。
- (4) 二糖 **1** および **2** の名称をそれぞれ記せ。
- (5) 二糖 **1** および **2** はフェーリング液を還元する。その理由を記せ。
- (6) 下線部(a)について, デンプン 121.5 g を酸性条件で完全に加水分解したとき, 得られるグルコースの質量を有効数字 2 桁で求めよ。計算過程も記すこと。
- (7) 下線部(b)について, 呈色する理由を記せ。
- (8) 二糖 **1** を加水分解できる酵素 **B** は, 二糖 **2** を加水分解できない。これは酵素のどのような性質によるものかを記せ。

問題 III 次の文章を読んで、(1)～(8)に答えよ。

亜鉛は、(a)両性元素であり、(b)亜鉛の単体は、酸または強塩基の水溶液と反応する。 Zn^{2+} を含む水溶液 **X** に少量のアンモニア水を加えると、化合物 **A** の白色ゲル状沈殿を生じる。さらに過剰のアンモニア水を加えると、**A** の沈殿はイオン **B** を生じて溶ける。また、(c) Zn^{2+} を含む水溶液 **X** を弱塩基性または中性にし、硫化水素を通じると、化合物 **C** の白色沈殿を生じる。亜鉛は乾電池、(d)めっき、(e)合金などに用いられる。

- (1) 下線部(a)に関して、亜鉛、アルミニウム以外の両性元素を一つ示せ。
- (2) 下線部(b)に関して、亜鉛に強塩基の水酸化ナトリウム水溶液を加えたときの化学反応式を示せ。
- (3) 亜鉛の単体とアルミニウムの単体からなる混合物が 1.80 g ある。この混合物に塩酸を加えて、それぞれの単体を完全に反応させたところ、0.0600 mol の気体が発生した。混合物中の亜鉛の質量を有効数字 2 桁で求めよ。計算過程も記すこと。
- (4) 化合物 **A**、イオン **B**、化合物 **C** を化学式でそれぞれ示せ。
- (5) 下線部(c)に関して、水溶液 **X** を酸性にし、硫化水素を通じても化合物 **C** の沈殿を生じない。その理由を記せ。
- (6) 実験室で硫化鉄(II)を用いて硫化水素を発生させる場合の化学反応式と、発生した硫化水素を捕集する方法をそれぞれ記せ。
- (7) 下線部(d)に関して、鉄を亜鉛でめっきしたものは、亜鉛の表面に傷がついて鉄が露出しても、鉄は腐食されにくい。その理由を記せ。
- (8) 下線部(e)に関して、楽器や五円硬貨に用いられている合金は、主な成分が金属 **D** と亜鉛である。**D** の金属名と、この合金の名称をそれぞれ示せ。