

一般入試前期A日程2日目

化学

必要であれば、原子量およびアボガドロ定数 N_A として次の値を使え。

H : 1.0, C : 12, N : 14, O : 16, S : 32, Fe : 56

$N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

I

(配点 50)

[1] と [2] の文章を読み、(1) ~ (10) の問いに答えよ。ただし、気体はすべて理想気体としてふるまうものとし、数値での解答は、有効数字 2 桁で示せ。

[1] 気体 A と気体 B が反応して気体 C が生じる化学反応がある。この反応を一定容積の容器内で行ったところ、次の (ア) ~ (ウ) の実験事実が得られた。

(ア) 一定温度において A のモル濃度を 2 倍にすると、C の生成速度は 4 倍になった。

(イ) 一定温度において B のモル濃度を 2 倍にすると、C の生成速度は 2 倍になった。

(ウ) 温度を 10°C 上げるごとに、C の生成速度は 3 倍ずつ増加した。

(1) A と B のモル濃度をそれぞれ $[A]$, $[B]$, 反応速度定数を k として、C の生成速度 v を反応速度式で表せ。

(2) 一定温度において反応容器を圧縮し、全圧を 4 倍にすると、C の生成速度は何倍になるか。

(3) 温度を 30°C から 60°C にすると、C の生成速度は何倍になるか。

〔2〕 過酸化水素 (H_2O_2) 水溶液 10 mL に、i) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を少量加え、 27°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ において H_2O_2 の分解反応を行った。下表は t 秒後における H_2O_2 の濃度 $[\text{H}_2\text{O}_2]$ を示したものである。この反応において H_2O_2 の分解速度 v は $[\text{H}_2\text{O}_2]$ に比例し、水溶液の体積変化は無視できるものとする。また、 27°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ における気体 1 mol の体積は 25 L とする。

t [s]	0	60	120	180
$[\text{H}_2\text{O}_2]$ [mol/L]	1.0	(a)	0.64	(b)

- (4) H_2O_2 の分解反応を化学反応式で記せ。
- (5) 下線部 i) のように、反応速度を大きくするはたらきをもつ物質のうち、反応溶液に溶解して作用するものを特に何というか。
- (6) 反応開始から 60 秒の間に 25 mL の酸素が発生した。60 秒後の H_2O_2 水溶液の濃度 (a) は何 mol/L か。
- (7) 反応開始後 60~120 秒での H_2O_2 の平均分解速度は何 mol/(L·s) か。
- (8) 反応開始から 60 秒の間での H_2O_2 の平均分解速度は、60~120 秒での平均分解速度の何倍か。
- (9) 反応開始後 60~120 秒での H_2O_2 の平均の濃度を用いて反応速度定数 k を求めよ。
- (10) 反応開始後 180 秒での H_2O_2 水溶液の濃度 (b) は何 mol/L か。

II

(配点 50)

鉄に関する文章を読み、(1)～(10)の問いに答えよ。数値での解答は、有効数字2桁で示せ。

鉄は8族の_{i)}遷移元素である。_{ii)}鉄の単体は、高炉内で赤鉄鉱(主成分 Fe_2O_3)をコークスから発生する一酸化炭素で還元することによってつくられる。_{iii)}高炉で得られる鉄は銑鉄(せんてつ)といい、炭素を約4%含む。高温にした銑鉄を転炉に入れて酸素を吹き込み精錬すると、炭素含有量0.02～2%の鋼が得られる。鋼は硬くて粘り強く、鉄骨やレールとして広く用いられる。

鉄は酸素と徐々に反応してさびる。例えば水中で鉄がさびるときには、鉄が水と触れ合う部分でわずかに溶け出し、鉄(II)イオンと電子に解離する。電子は水中に溶解した酸素と反応して **ア** イオンを生じ、鉄(II)イオンと **ア** イオンから **イ** ができる。 **イ** はさらに水に溶けた酸素と反応してさびを生成する。鉄をさびにくくする方法として主に二つの方法がある。一つは_{iv)}合金にすることで、もう一つは_{v)}表面を他の金属で覆うこと(めっき)である。

(1) 下線部 i) に関して、遷移元素の説明として正しいものを解答群1から選び、番号で記せ。

解答群1

- ① 金属元素と非金属元素がある。
- ② 最外殻電子が1個または2個である。
- ③ 3族から13族の元素である。
- ④ 単体の密度が小さく、融点は低い。

(2) 下線部 ii) に関して、 Fe_2O_3 と一酸化炭素との反応を化学反応式で記せ。

(3) 下線部 iii) に関して、質量で4.0%の炭素を含む銑鉄4200 kgを作るには、理論上、赤鉄鉱が何 kg 必要か。ただし、赤鉄鉱に含まれる Fe_2O_3 は重量パーセントで72%とする。

(4) 単体の鉄は、 Fe_2O_3 とアルミニウムの粉末を混合して点火することでも得られる。この方法を一般に何というか。

(5) 通常、鉄は体心立方格子の構造をもち、単位格子の体積は $2.4 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$ である。鉄の密度は何 g/cm^3 か。

(6) **ア** にあてはまる適切な語句を記せ。

(7) **イ** にあてはまる化合物を化学式で記せ。

(8) 下線部 iv) に関して、鉄を主成分としてクロムとニッケルを添加した合金を何というか。

(9) 下線部 v) に関して、ブリキは鉄の表面を何の金属でめっきしたものか。金属の名称を記せ。

(10) 下線部 v) に関して、**解答群 2** に示すイオンを含む水溶液に鉄板を浸したときに、表面をめっきするものはどれか。番号で記せ。

解答群 2

① Cu^{2+} ② K^{+} ③ Al^{3+} ④ Zn^{2+}

Ⅲ (配点 50)

図 1 は、ベンゼンを起点とする芳香族化合物 A から J の合成経路である。(1) ~ (8) の問いに答えよ。数値での解答は、**整数値**で示せ。

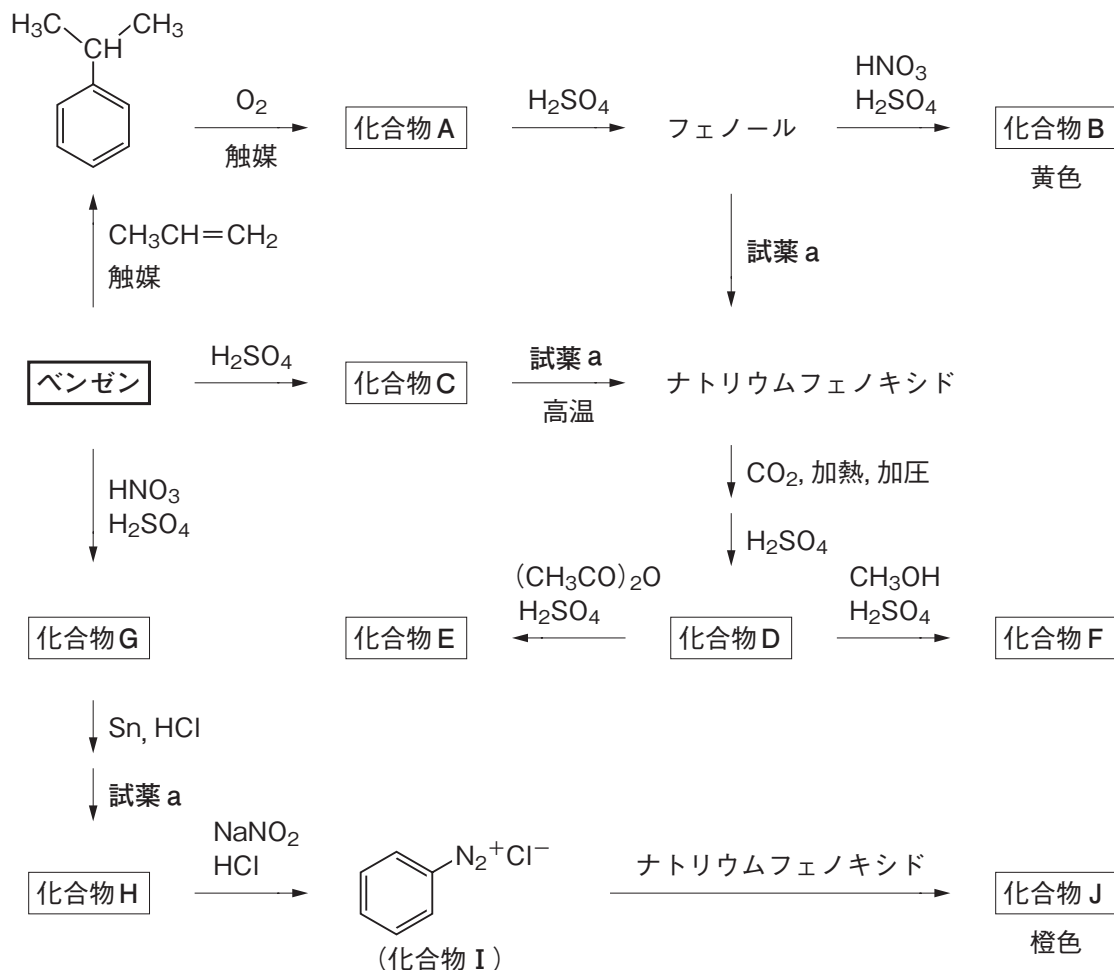


図 1

- (1) 化合物 A, C, J の構造式を記せ。
- (2) 化合物 G, H の名称を記せ。
- (3) 分子量 229 の化合物 B は、かつて火薬の原料として利用されていた。化合物 B の構造式を記せ。
- (4) **試薬 a** にはある共通の試薬が入る。適切な試薬を化学式で記せ。
- (5) 化合物 A ~ J のうち、塩基性を示すものはどれか。記号で記せ。
- (6) 化合物 A を希硫酸で分解すると、フェノールと化合物 K が生じる。生じたフェノールが 470 g であった場合、化合物 K は理論的に何 g 生じているか。
- (7) 化合物 D, E, F に関して、
 - 1) 塩化鉄(III)水溶液と呈色反応を示さない化合物はどれか。記号で記せ。
 - 2) 消炎鎮痛剤(湿布薬)として使用されている化合物はどれか。記号で記せ。
- (8) 化合物 I は、低温の水溶液中では安定に存在するが、水温が高くなると、水と反応して分解する。化合物 I が水と反応して分解するときの化学反応式を記せ。