

平成 20 年度学力検査問題

理 科

| | ページ | ページ | (解答用紙枚数) |
|-----|-----|------|----------|
| 物 理 | 1 | ～ 10 | 2 枚 |
| 化 学 | 11 | ～ 20 | 3 枚 |
| 生 物 | 21 | ～ 32 | 2 枚 |

○志望学部別、科目選択方法及び解答時間

| 志望学部 | 科 目 等 選 択 方 法 | 解答時間 |
|--------|--|-----------|
| 医 学 部 | 物理, 化学, 生物から 2 科目選択すること。 | 2 時間 30 分 |
| 工 学 部 | 物理, 化学から 1 科目選択すること。 ただし, 第 1・第 2 志望にかかわらず電気電子工学科を志望する場合は, 物理を選択すること。 | 1 時間 30 分 |
| 生物資源学部 | 物理, 化学, 生物から 1 科目選択すること。 | 1 時間 30 分 |

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 本冊子のページ数は, 上記のとおりである。落丁, 乱丁, 印刷不鮮明の箇所などがある場合は申し出ること。
3. 解答はすべて別紙解答用紙のそれぞれの解答欄に記入すること。
4. あらかじめ届け出た科目について解答すること。
5. 解答用紙の指定された欄(物理の場合は計 4 箇所, 化学の場合は計 6 箇所, 生物の場合は計 4 箇所)に, 忘れずに, 本学の受験番号を記入すること。
6. 化学の問題 5 は, [選択問題] 1 か [選択問題] 2 のいずれか一題を選択し, 解答用紙には選択した問題に☑を記入してから答えること。
7. 試験場内で配布された問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

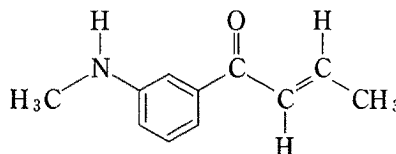
化 学

〔注意〕 必要があれば、次の値を使うこと。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, S = 32

理想気体のモル体積：22.4 l/mol [0 °C, 1 atm (= 1.01 × 10⁵ Pa)]

構造式は右の例にならって記せ。



1 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

周期表の17族の元素群はハロゲンとよばれる。ハロゲンと水素の化合物をハロゲン化水素という。ハロゲン化水素はいずれも室温で無色、刺激臭の有害な気体である。また、水によく溶けて、その水溶液は **ア(語句選択)** 酸性、中性、**塩基性** を示す。フッ化水素は、**フッ化カルシウムを濃硫酸とともに加熱すると得られる。**^(a) フッ化水素の水溶液はフッ化水素酸とよばれる。また、**フッ化水素酸は二酸化ケイ素と反応する。**^(b) **塩化水素は塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると得られる。**^(c)

周期表の16族である硫黄の単体は、火山周辺で産出するほか、石油を精製する工程で大量に副生成物として得られる。火山性ガスや温泉水に含まれる硫化水素は、無色で **イ(語句)** 臭の有毒な気体である。この硫化水素は、**硫化鉄(II)に希硫酸を加えると発生する。**^(d)

窒素とリンは周期表の15族に属し、**ウ(数字)** 個の価電子をもつ。窒素は高温で水素や酸素などと化合物をつくる。アンモニアは塩化アンモニウムに水酸化カルシウムを加えて加熱すると発生し、**エ(語句選択)** 上方、下方、水上置換で捕集する。**工業的には、鉄を主成分とする触媒を用いて、アンモニアは窒素と水素から直接合成される。**⁽¹⁾

十酸化四リン(五酸化二リン)は白色の結晶で吸湿性が強く、強力な乾燥剤

や脱水剤に用いられる。十酸化四リンに水を加えて煮沸すると、オ(化合物の化学式) が得られる。

炭素とケイ素は周期表の 14 族に属し、カ(数字) 個の価電子をもつ。炭素にはダイヤモンドや黒鉛(グラファイト)などの同素体がある。ダイヤモンドでは、炭素原子がすべて キ(語句選択) 共有、イオン、金属 結合で連なっている。二酸化炭素は石灰石(主成分は炭酸カルシウム)に塩酸を加えると得られる。

^(e)
ケイ素の単体はダイヤモンドと同じ構造をもち、灰黒色の金属光沢がある。二酸化ケイ素を水酸化ナトリウムや炭酸ナトリウムと混合して融解すると、ケイ酸ナトリウムが得られる。ケイ酸ナトリウムに水を加えて長時間加熱すると、粘性の大きい液体が得られる。これを ク(語句) という。この水溶液に塩酸を加えて中和すると、白色で無定形のケイ酸が沈殿する。このケイ酸を加熱乾燥したものが ケ(語句) である。

問 1 内の指示にしたがって、文中の ア ~ ケ を埋めよ。

問 2 下線部(a)~(e)の反応を化学反応式で示せ。

問 3 硫黄の同素体を 3 種類答えよ。

問 4 下線部(1)の方法を何というか答えよ。

2 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

亜硫酸ナトリウムに希硫酸を作用させると、無色の刺激臭をもつ有毒な気体である **ア** が発生する。このときの反応は **a** で表される。硫化水素水に **ア** を充分通すと、**イ** が析出して水溶液は白濁する。このときの反応は **b** で表され、硫化水素は **ウ** 剤として、**ア** は **エ** 剤として働いている。また、ヨウ素を含むヨウ化カリウム水溶液に **ア** を充分通すと、水溶液の色が褐色から無色へと変化する。このときの反応は **c** で表され、**ア** は **オ** 剤として働いている。

ある質量の亜硫酸ナトリウムと希硫酸を完全に反応させ、発生した **ア** を 0.05 mol/l のヨウ素を含むヨウ化カリウム水溶液 100 ml に通したところ、溶液の色は褐色のままであった。そこで、この溶液を色が薄くなるまで 0.2 mol/l のチオ硫酸ナトリウム溶液で滴定した。次いで指示薬として **カ** を数滴加え、青紫色が消えたときを終点として滴定を続けたところ、終点に至るまでに要したチオ硫酸ナトリウム溶液は 35.0 ml であった。

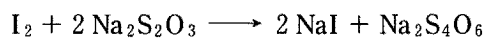
問1 文中の **ア** ～ **オ** に適切な語句を記せ。また、**カ** の指示薬として最も適切なものを以下の(A)～(E)から選択し、その記号を記せ。

- (A) プロモチモールブルー溶液
- (B) メチルオレンジ溶液
- (C) フェノールフタレイン溶液
- (D) デンプン溶液
- (E) 硫酸酸性過マンガン酸カリウム溶液

問2 文中の **a** ～ **c** に適切な化学反応式を記せ。

問 3 文中の下線部の反応で発生した ア の物質量と標準状態(0℃, 1 atm)における体積(V)を有効数字2桁で求めよ。また、反応に用いられた亜硫酸ナトリウムの質量を有効数字2桁で求めよ。

なお、発生した ア は完全にヨウ素と反応したものとする。また、ヨウ素とチオ硫酸ナトリウムは次のように反応する。



3 次の文章を読み、以下のただし書き(1)から(5)の指示にしたがって [ア] ~ [ソ] を埋めよ。

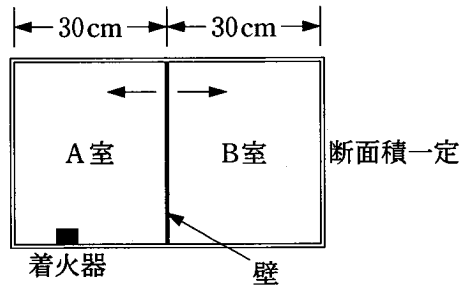
断面積が一定で長さが 60 cm である円筒容器を考える。図に示すように、左右に摩擦なく動く壁を中央に設置し A 室と B 室に二分する。壁を固定した状態で、体積百分率で窒素 80 %、酸素 20 % の混合気体を A 室に 2 mol、水素を B 室に 1 mol 詰める。円筒容器は密閉され容器からの気体の漏れはなく、壁からの気体の漏れもないとする。さらに、壁および着火器にともなう体積は無視できるものとし、気体は理想気体であるとする。円筒容器の温度 T [K] は室温程度に常に一定に保たれている。このとき、A 室の圧力は B 室の圧力の [ア] 倍である。円筒容器の体積を V [cm³] であらわし、さらに、温度 T [K] と気体定数 R [Pa·cm³/(K·mol)] を用いると、A 室の圧力は [イ] [Pa] であり、酸素の分圧は [ウ] [Pa] である。固定していた壁を左右に動けるようにすると、壁は [エ] 室から [オ] 室に [カ] [cm] 移動する。このときの A 室の圧力は [キ] [Pa] である。

次に、壁を円筒容器から取り除き、十分な時間をかけて両室の気体を混合させる。混合後の円筒容器の圧力は [ク] [Pa] である。着火器を点火して円筒容器内で反応を完全に進行させた。このとき生じた反応は、[ケ] である。反応生成物の蒸気圧と体積は無視できるとすると、円筒容器内に残っている気体は窒素と [コ] であり、残っている [コ] は [サ] [mol] である。反応熱にともなう温度変化はなく温度 T [K] が一定であるとする、反応後の円筒容器の圧力は [シ] [Pa] に変化する。円筒容器の断面積を 100 cm²、温度を 300 K、気体定数を 8.31×10^3 Pa·l/(K·mol) とすると、反応後の [コ] の分圧は [ス] [Pa] であり、窒素の分圧は [セ] [Pa] である。さらに、反応生成物の質量は [ソ] [g] である。

ただし、

- (1) イ、ウ、キ、ク、シは、円筒容器の体積 V 、温度 T および気体定数 R を用いてあらわせ。
- (2) ア、カ、サ、ソには数値を埋めること。

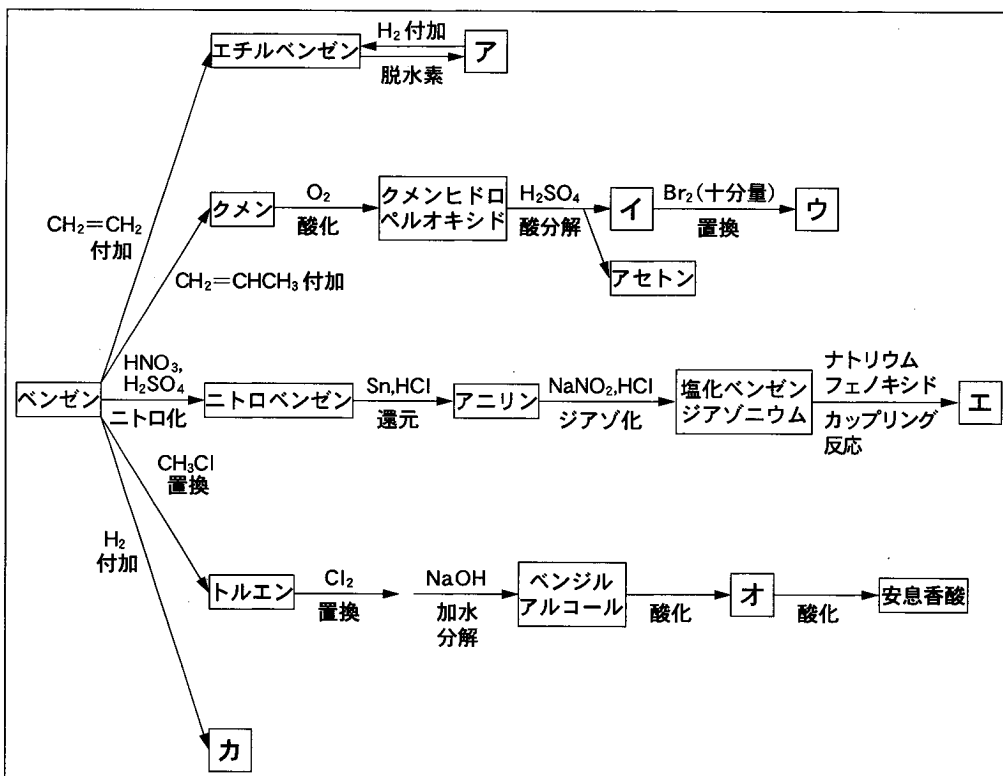
- (3) エ, オ, コには記号または語句を埋めること。
- (4) スとセは有効数字2桁であらわすこと。
- (5) ケは化学反応式で示すこと。



図

4

次の反応系統図について問1～問4に答えよ。



問1 化合物ア～カの構造式を記せ。

問2 化合物A～Eの中で、次に該当する化合物名を選び、記号で記せ。

- | | | |
|------------|--------------------|----------|
| A. ベンゼン | B. <i>p</i> -クレゾール | C. ナフタレン |
| D. 1-ナフトール | E. 2-ナフトール | |

- 化合物イの融点に最も近い化合物
- 化合物カの沸点に最も近い化合物

問 3 化合物F～Lの中で、次に該当する最も適当な化合物を選び、記号で記せ。

| | | |
|-------------|----------|-------------|
| F. 2-プロパノール | G. エタノール | H. ホルムアルデヒド |
| I. アセトアルデヒド | J. ギ酸 | K. シュウ酸 |
| L. 乳酸 | | |

- (1) 化合物 **オ** と同じように銀鏡反応が起こり、アセトンと同じようにヨードホルム反応が起こる化合物
- (2) また、(1)の2つの反応がどちらも起こらない化合物
- (3) アセトンと同じようにヨードホルム反応が起こり、不斉炭素をもつ化合物

問 4 炭素、水素、酸素からなる化合物 X 27.9 mg を完全に燃焼させたところ、二酸化炭素 66.4 mg、水 34.3 mg を生じた。また、実験から分子量 74 であることが明らかとなった。さらに、化合物 X はベンジルアルコールと同じ官能基をもつことが明らかとなった。化合物 X の 分子式 と、考えられる 4 つの 構造式 を記せ。また、その中で、沸点が最も高い 化合物名 を記せ。

5 〔選択問題〕1か〔選択問題〕2のいずれか一題を選択し、解答用紙には選択した問題に☑を記入してから答えよ。

〔選択問題〕1 次の文章を読み、問1、問2に答えよ。

加水分解によってアミノ酸以外の物質も同時に生じるタンパク質を [1] タンパク質といい、牛乳に含まれる [2] はリン酸と結合している [1] タンパク質である。一方、加水分解するとアミノ酸だけを生じるタンパク質を [3] タンパク質という。

タンパク質を構成するアミノ酸 $[R-CH(NH_2)COOH]$ は約 [4] 種類あり、遊離のアミノ酸は1分子中に正電荷と負電荷を有する [5] 構造をとっている。また、第二のアミノ基を側鎖(R-)の中に持つ [6] アミノ酸や、第二のカルボキシル基を側鎖(R-)の中に持つ [7] アミノ酸などがある。一般にアミノ酸には光学異性体が存在するが、タンパク質に含まれるほとんどのアミノ酸は [8] である。

生体内では合成されず、体外から摂取する必要があるアミノ酸を [9] アミノ酸と呼ぶ。 [2] の中に含まれる [9] アミノ酸の一つである [10] には硫黄が含まれる。

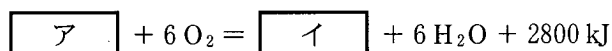
問1 文中の [1] ~ [10] に適切な語句を(a)~(r)から選び、その記号を記せ。ただし、同じ記号を複数回用いることはできない。

(a)D型, (b)10, (c)メチオニン, (d)複合, (e)非必須, (f)20, (g)脂質, (h)インスリン, (i)塩基性, (j)L型, (k)カゼイン, (l)双性イオン, (m)必須, (n)ペプチド, (o)酵素, (p)グリシン, (q)単純, (r)酸性

問2 [2] には窒素が16%含まれていた。 [2] を70%含む食品5.0gを水酸化ナトリウムを用いて完全に分解すると、何gのアンモニアを生じるか。

〔選択問題〕 2 次の文章を読み、問 1、問 2 に答えよ。

植物の貯蔵多糖として知られる は、枝分れ構造をもつ と、枝分れ構造を持たない の 2 種類の成分からなり、酵素 で加水分解されるとマルトースが生じる。マルトースは によってさらに加水分解されることにより が生じる。 は生体内で以下の好氣的反応により、エネルギーを生み出す。



この好氣的反応において、38 分子の が得られる。 には 結合が 2 個含まれている。

動物デンプンとも呼ばれる は、 や筋肉中に多く含まれる。 に含まれる は動物の体内で分解されて となり、動物のエネルギー源となる。

問 1 文中の ～ に適切な語句を入れよ。

問 2 文中の と に化学式を記せ。