

問題訂正

科目名 「化学」

14 ページ 4 B (問 3) (ア) 3行目

(誤) . . . 構造を 図1 の書き方に . . .

(正) . . . 構造を 右図 の書き方に . . .

理 科

試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は 120 分
2. 医学部(保健学科放射線技術科学専攻)は 60 分

	問 題	ページ
物理	1 ~ 3	1 ~ 6
化学	1 ~ 4	7 ~ 14
生物	1 ~ 3	15 ~ 20
地学	1 ~ 4	21 ~ 28

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙に志望学部・受験番号を必ず記入しなさい。
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
3. 試験開始後, この冊子又は解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
5. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。

化 学

必要であれば次の値を用いよ。

原子量：H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, S = 32, Ca = 40

1 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

周期表の1族に属するリチウム、ナトリウム、カリウムなどの元素を **ア**、2族に属するカルシウム、ストロンチウム、バリウムなどの元素を **イ** という。**ア** のイオン半径の大きさは、同じ周期の **イ** よりも **ウ**。また、**ア** と **イ** は天然には単体として存在しないため、**エ** によってつくられる。**ア** は空気中の酸素や水と反応しやすいため、その保存は **オ** の中で行われる。

イ であるカルシウムの確認には、炎色反応が用いられ、**カ** 色を示す。カルシウムの単体は常温で水と反応し、得られた水溶液は二酸化炭素と反応して白い沈殿物 **キ** を生じる。^{a)} **キ** は石灰石や大理石の主成分であり、二酸化炭素を含む水に溶ける。^{b)}

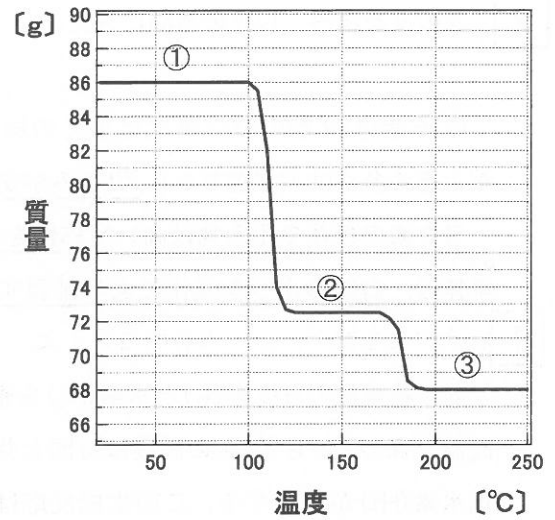
キ を 900 °C 以上に加熱することによって生じる酸化カルシウムは、乾燥剤などに用いられている。^{c)} 天然に存在するセッコウは硫酸カルシウム二水和物が主成分であり、140 °C に加熱すると焼きセッコウになる。^{d)}

(問 1) 文中の **ア** ~ **カ** に適切な語句を、**キ** に適切な化学式をそれぞれ記せ。

(問 2) 炭酸ナトリウムは、ガラスなどの原料として多量に用いられている。炭酸ナトリウムの工業的な製造法の名称を記せ。また、この工程では飽和食塩水に2つの物質を添加して炭酸水素ナトリウムを沈殿させ、その後、熱分解して炭酸ナトリウムを得る。飽和食塩水に加えられる2つの物質を化学式で記せ。

(問 3) 下線部 a)~d)の化学反応式を記せ。

(問 4) 下線部 e) について、硫酸カルシウム二水和物を加熱してその質量変化を測定したところ、右図のような結果を得た。まず、①の状態では 86 g の硫酸カルシウム二水和物をゆっくりと加熱していくと、100 °C 付近で質量変化が観測されはじめ、②の状態になった。さらに加熱していくと、170 °C 付近で質量変化が観測されはじめ、③の状態になった。②の状態から得られる焼きセッコウの化学式および③の状態に存在する物質の化学式をそれぞれ記せ。



2 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

原子番号 53 番のヨウ素には多くの同位体が存在するが、その多くは不安定であり ^{a)} ^{127}I のみが安定である。

ヨウ素の単体や化合物は高い反応性を示す。 ヨウ素の単体は、右図のような操作により精製することで得られる。

同じ物質量のヨウ素 (I_2) と水素 (H_2) を密閉容器に入れて高温に保つと、 I_2 と H_2 の濃度は時間と共に減少し、ヨウ化水素 (HI) が生成する。この生成反応は、発熱反応である。しかし、どんなに時間がたっても I_2 と H_2 の濃度はゼロにならない。これは、以下のように HI の生成反応と分解反応が平衡状態にあるためである。



平衡状態において、 I_2 と H_2 および HI は一定の濃度比で存在しており、この濃度比を平衡定数という。気体の反応では、濃度の代わりに分圧を用いて平衡定数を表すことが多く、圧平衡定数と呼ばれる。各気体の分圧を p_{I_2} 、 p_{H_2} 、 p_{HI} とすれば、圧平衡定数 K_p は、

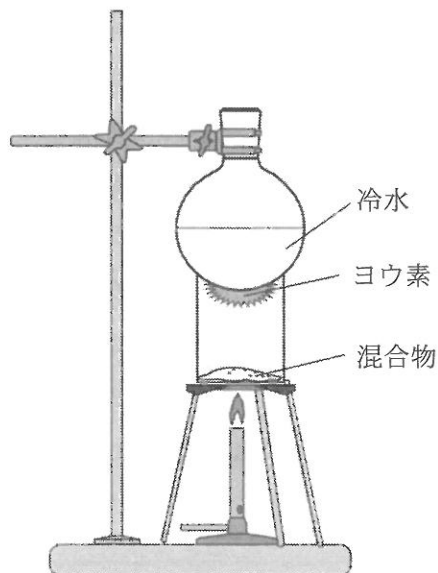
$$K_p = \frac{p_{\text{HI}}^2}{p_{\text{I}_2} \cdot p_{\text{H}_2}}$$

で表される。

また、 I_2 と H_2 の平衡について以下の 2 つの実験を行った。

実験 A : $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の I_2 と H_2 を密閉容器に入れて高温に保ったところ、時間 t_e が経過したとき、平衡に達した。このとき、容器内の I_2 および H_2 の濃度は $0.2 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ であった。

実験 B : 実験 A の密閉容器に、水素原子の同位体である ^2H からなる重水素分子 (D_2) をごくわずかに加えて放置した。



(問 1) 下線部 a) について、 ^{127}I 原子の陽子、中性子、電子の数をそれぞれ答えよ。

(問 2) 下線部 b) について、以下の反応の化学反応式と反応後の溶液の様子を答えよ。

(ア) 硫酸酸性の過酸化水素水溶液にヨウ化カリウム水溶液を加えた。

(イ) ヨウ素溶液(ヨウ化カリウム水溶液に溶けたヨウ素)に硫化水素を十分に通気した。

(問 3) 下線部 c) で観察されるヨウ素の特徴的な状態変化を何と呼ぶか記せ。

(問 4) 下線部 d) について、以下の操作を行ったとき、平衡はどちらに移動するか。右向きの場合は右、左向きの場合は左、移動しないときは×と記せ。

- (ア) 温度を上げる。
- (イ) 圧力を高くする。
- (ウ) 触媒を加える。

(問 5) 下線部 e) について、この反応における圧平衡定数 K_p を濃度平衡定数 K で表せ。ただし、気体定数を R 、温度を T で表すこととする。

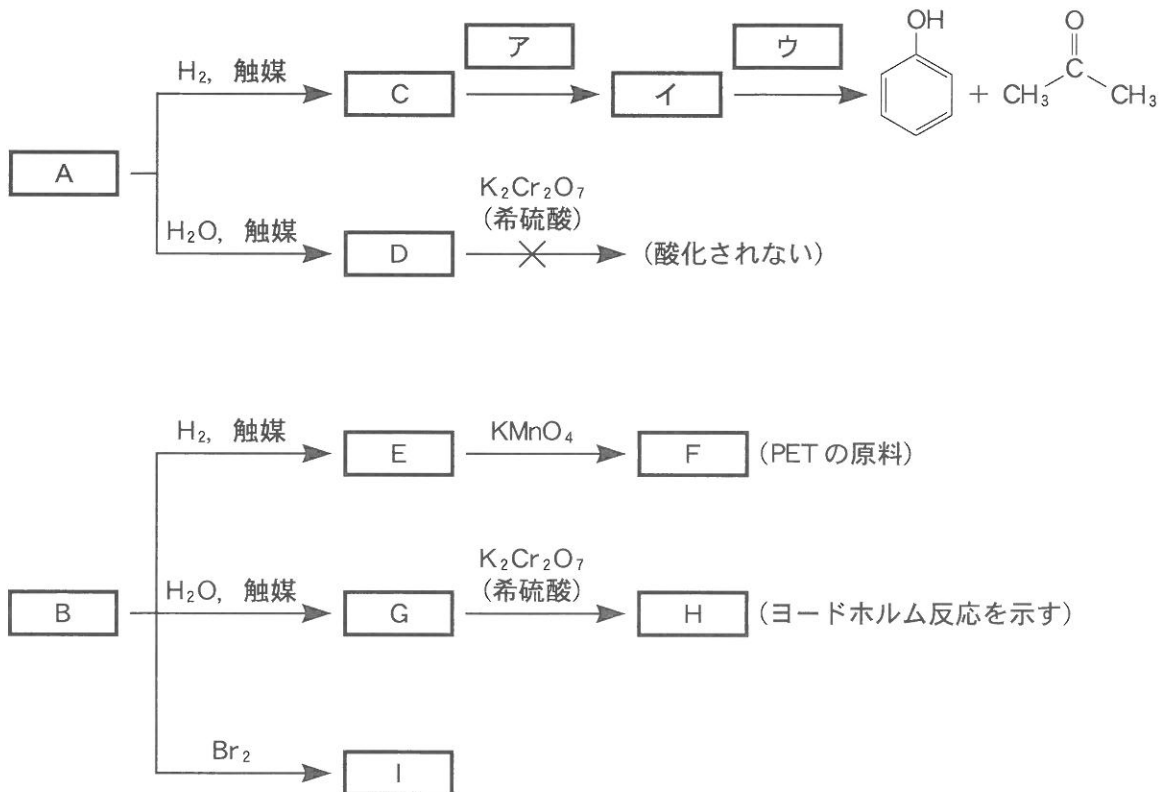
(問 6) 実験 A について、この実験における I_2 と HI の濃度変化をそれぞれ解答欄に図示せよ。また、平衡状態における平衡定数 K を求めよ。

(問 7) 実験 B について、十分に時間が経過した後、容器内に存在する化合物をすべて化学式で記せ。ただし、重水素 2H は D と表記せよ。

3 分子式が C_9H_{10} からなる芳香族炭化水素 A および B に関する次の文を読み、以下の各問に答えよ。

A は、触媒の存在下で水素や水と穏やかに反応して、それぞれ付加反応生成物 C と D を生じた。C は、フェノールとアセトンの工業的合成法の原料である。また、D はニクロム酸カリウム^{a)}では酸化されない。

一方、B を A と同様に水素と反応させると、化合物 E が得られた。E を過マンガン酸カリウムで酸化すると、化合物 F が生成した。F は、エチレングリコールとともに、ポリエチレンテレフタレート (PET) の原料である。また、B は A と同様に水と反応して、化合物 G を生じた。G は、ニクロム酸カリウムと反応して、化合物 H を生成した。H は、ヨードホルム反応を示した。さらに、B に臭素を加えると付加反応が進行して、不斉炭素原子を 1 個もつ生成物 I が得られた。^{c)}



(問 1) ~ に該当する化合物を，構造式で答えよ。

(問 2) 下線部 a) について，反応式中の ~ に適切な物質を入れよ。解答は，化学式または構造式で書け。

(問 3) 下線部 b) の反応に必要な試薬を 2 つ挙げよ。また，反応後に見られる変化とその変化を引き起こす生成物の化学式を答えよ。

(問 4) 分子式 C_9H_{10} の芳香族炭化水素のうち，下線部 c) の反応によって不斉炭素原子を 2 個もつ化合物になるものを 2 つ構造式で答えよ。

(問 5) 化学反応 $B \rightarrow E$ ， $B \rightarrow G$ ， $B \rightarrow I$ ， $E \rightarrow F$ のうち，酸化還元反応ではないものを選び，解答欄中の該当する反応を○で囲め。

4 (選択問題)

4 A または 4 B のいずれかを選択し、解答せよ。

4 A (選択問題) 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

高分子化合物には、合成樹脂やゴムなどがある。合成樹脂は、ア と イ に大別され、ア は加熱すると柔らかくなり、冷却するとふたたび硬くなる。イ は、加熱すると硬くなり、一度硬化すると熱しても柔らかくならない。

一方、ゴムはゴムノキの樹液から得られる天然ゴムと、人工的に作り出された合成ゴムに大別される。天然ゴムは、イソプレンが付加重合した ウ 形の構造をもつポリイソプレンである。合成ゴムとしては、ブタジエンを付加重合して得られる ブタジエンゴム や、クロロプレンから得られる クロロプレンゴム、スチレンとブタジエンを共重合して得られる スチレン-ブタジエンゴム などが挙げられる。

(問 1) 文中の ア ~ ウ に適切な語句を記せ。

(問 2) イ の代表的な合成樹脂の名称を 2 つ記せ。

(問 3) 下線部 a) のように、ア と イ の性質が異なる理由を、分子構造の違いに基づいて説明せよ。

(問 4) 下線部 b), c), d), e) の構造式を記せ。

(問 5) 平均分子量 133,000 のスチレン-ブタジエンゴムにおいて、スチレンとブタジエンの構成単位の数が 1 : 3 の割合である場合、1 分子中に平均すると、スチレン構成単位がいくつ含まれるか答えよ。

(問 6) ゴムに 5 ~ 8 % の硫黄を加えて、140 °C に熱する処理を加硫という。加硫するとゴムの弾性が高くなる理由を、分子構造に基づいて説明せよ。

4 B (選択問題) 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

多糖類のデンプン、セルロース、**ア** はいずれもグルコースが次々に **イ** した高分子化合物である。デンプンには、アミロースと **ウ** の2種類の成分がある。グルコースは、水溶液中では2種類の環状構造(α -グルコースと β -グルコース)と鎖状構造の3種類の異性体が平衡状態にあって、混合物として存在する。グルコースの水溶液には還元作用がある。二糖類であるマルトース(麦芽糖)、スクロース(ショ糖)、ラクトース(乳糖)は単糖2分子が **イ** したものであり、水に溶けやすく、甘みをもつものが多い。糖類は、二酸化炭素と **エ** から、植物によって光合成され、その際、同時に酸素が生成される。

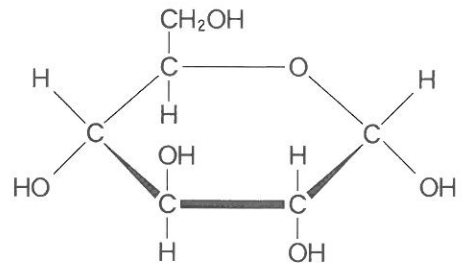
(問 1) 文中の **ア** ~ **エ** に適切な語句を記せ。

(問 2) アミロースとセルロースのそれぞれの化学構造、水溶性および生体内での役割について説明せよ。

(問 3) 次の設問(ア)、(イ)に答えよ。

(ア) 右図は α -グルコースの構造である。 β -グルコースと、鎖状構造にあるグルコースの構造を図1の書き方にならって記せ。

(イ) グルコースの水溶液に還元作用がある理由を述べよ。



(問 4) 1 mol のマルトース、2 mol のスクロースおよび3 mol のラクトースの混合物を、酸で完全に単糖に加水分解した。生成される単糖の種類とその物質量をそれぞれ記せ。

(問 5) 光合成によって、880 g の二酸化炭素から何 g のグルコースが生成されるか記せ。また、同時に生成される酸素は0℃、1 atm で何 L か記せ。