

化 学

注 意

1. 問題は全部で8ページである。
2. 解答用紙に氏名・受験番号を忘れずに記入すること。
3. 解答はすべて解答用紙に記入すること。
4. 解答用紙は必ず提出のこと。この問題冊子は提出する必要はない。

マーク・シート記入上の注意については、この問題冊子の裏表紙に記載されているので試験開始までに確認すること。ただし、冊子は開かないこと。

I 次の問1～問2の答を解答用マーク・シートの指定された欄にマークせよ。

問1 気体Aと気体Bを一定容積の容器中で反応させると、気体Cが生じる以下の平衡反応がある。



ここで、Qは反応熱である。この反応に関する以下の設問に答えよ。ただし、気体はすべて理想気体であるとし、いずれの気体も液化しない温度で反応を行うものとする。

(1) 上記の反応の圧平衡定数 K_p は温度上昇と共に小さくなった。上記の反応に関する(a)と(b)および(c)の記述で、正しい記述をそれぞれ一つ選び、マーク・シートの解答欄にマークせよ。

- (a) (ア) 吸熱反応である(Qが負)。
(イ) 発熱反応である(Qが正)。
(ウ) 吸熱反応であるか発熱反応であるかを判定することは不可能である。
- (b) (ア) 低温の方が、平衡状態における気体Cの生成量は多くなり、平衡状態に達するまでの時間は短くなる。
(イ) 高温の方が、平衡状態における気体Cの生成量は多くなり、平衡状態に達するまでの時間は短くなる。
(ウ) 低温の方が平衡状態における気体Cの生成量は多くなるが、高温の方が平衡状態に達するまでの時間は短くなる。
(エ) 高温の方が平衡状態における気体Cの生成量は多くなるが、低温の方が平衡状態に達するまでの時間は短くなる。

- (c) (ア) 触媒を作用させると、反応熱 Q が変わる。
- (イ) 触媒を作用させると、平衡状態における気体 C の生成量が変わる。
- (ウ) 触媒を作用させると、平衡状態に達するまでの時間が変わる。
- (エ) 触媒を作用させると、反応熱 Q と平衡状態に達するまでの時間が変わる。
- (オ) 触媒を作用させると、平衡状態における気体 C の生成量と平衡状態に達するまでの時間が変わる。
- (カ) 触媒を作用させると、反応熱 Q と平衡状態における気体 C の生成量が変わる。
- (キ) 触媒を作用させると、反応熱 Q と平衡状態における気体 C の生成量および平衡状態に達するまでの時間のいずれも変わる。
- (2) 1モルの気体 A と 3モルの気体 B を混ぜると $2x$ モルの気体 C が生じて平衡状態に達した。平衡状態の全圧を P とするとき、この反応の圧平衡定数 K_p の値を与える概算式を、以下の式から一つ選び、マーク・シートの解答欄にマークせよ。ただし、 K_p の概算式を求めるときに、 $1-x \approx 1$ と仮定せよ。

(ア) $\frac{27P^2}{64x^2}$ (イ) $\frac{27x^2}{64P^2}$ (ウ) $\frac{64x^2}{27P^2}$ (エ) $\frac{64P^2}{27x^2}$

- (3) 気体 A の分圧 P_A と濃度 $[A]$ の間の正しい関係式を、以下の式から一つ選び、マーク・シートの解答欄にマークせよ。ただし、 R は気体定数、 T は絶対温度である。

(ア) $P_A = \frac{1}{[A]RT}$ (イ) $P_A = [A]RT$

(ウ) $P_A = \frac{RT}{[A]}$ (エ) $P_A = \frac{[A]}{RT}$

- (4) 上記の反応の濃度平衡定数 K_c と圧平衡定数 K_p の間の正しい関係式を、以下の式から一つ選び、マーク・シートの解答欄にマークせよ。

(ア) $K_c = K_p(RT)^2$ (イ) $K_c = \frac{K_p}{(RT)^2}$

(ウ) $K_c = \frac{(RT)^2}{K_p}$ (エ) $K_c = \frac{1}{K_p(RT)^2}$

問 2 以下の文を読み、設問(1)~(4)に答えよ。設問(1), (2), (4)の答は有効数字 2 桁でマーク・シートの解答欄にマークせよ。ただし、気体はすべて理想気体とし、液体の水には溶解しないものとする。また、燃焼によって生じた水はすべて液体とし、その体積は無視する。原子量はそれぞれ H 1.0, C 12.0, O 16.0 とする。

下の表にあるいずれか 1 種類のアルケンの気体が、圧力によって容積を変えられる容器(温度 298 K, 圧力 1.0×10^5 Pa)に入っている。酸素を加えて燃焼したところ、アルケンはすべて消失し二酸化炭素、一酸化炭素と 216 g ^(a)の水になり、5300 kJ の熱が発生した。この容器中にさらに 8.0 mol の酸素を加えて燃焼したところ、2800 kJ の熱が発生した。以上の操作の結果、ア ^(b)ルケンはすべて二酸化炭素と水となった。

表. アルケンと一酸化炭素の燃焼熱

分子	燃焼熱 (kJ/mol)
エチレン(C ₂ H ₄)	1500
プロピレン(C ₃ H ₆)	2200
1-ブテン(C ₄ H ₈)	2700
1-ヘキセン(C ₆ H ₁₂)	4200
一酸化炭素(CO)	280

- (1) 下線(a)の生成した一酸化炭素の物質量を求めよ。
- (2) このアルケンを完全燃焼するのに必要な酸素の物質量を求めよ。
- (3) このアルケンは何か。下の(ア)~(エ)から選び、記号で答えよ。

(ア) エチレン	(イ) プロピレン
(ウ) 1-ブテン	(エ) 1-ヘキセン
- (4) 下線(b)の燃焼後、容器内に残っている気体を圧力 1.0×10^5 Pa, 温度 298 K に保った。このときの気体の体積は、燃焼前のアルケンの体積の何倍か答えよ。

<余 白>

II

2 族の金属元素のカルシウムとマグネシウムに関する次の設問(1)~(5)の答を解答欄に記入せよ。

必要であれば、原子量をそれぞれ H 1.0, C 12.0, O 16.0, Mg 24.0, Cl 35.5, Ca 40.0 として用いよ。また、気体はすべて理想気体とし、気体定数は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とする。

- (1) 一方の金属元素はアルカリ土類金属元素に属し、常温で水と反応すると水酸化物となる。この反応の化学反応式を示せ。
- (2) これらの金属の硫酸塩には、水に比較的溶けやすいものと水に溶けにくいものがある。溶けにくい硫酸塩の二水和物はセッコウとよばれる。セッコウの化学式を示せ。
- (3) 十分な量の酸化マグネシウムに 1.10 mol/L の塩酸 20.0 mL を加えて反応させた。このとき反応した酸化マグネシウムの質量(g)を求め、有効数字 2 桁で記せ。
- (4) $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ のカルシウムイオンを含む水溶液を 200 mL つくるには、何 g の塩化カルシウムを溶かして 200 mL にすればよいか、有効数字 2 桁で記せ。
- (5) 炭酸カルシウムと炭酸マグネシウムの混合物 1.3 g を強熱すると、それらの炭酸塩はすべて二酸化炭素と金属酸化物になった。発生したすべての二酸化炭素の体積は標準状態で 336 mL であった。このとき、試料中の炭酸マグネシウムの質量パーセントを求め、有効数字 2 桁で記せ。

<余 白>

Ⅲ

次の問 1, 問 2 の答を解答欄に記入せよ。

ただし, 原子量は, それぞれ H 1.0, C 12.0, O 16.0 とする。

問 1 次の文を読み, 以下の設問(1)~(2)に答えよ。

炭素, 水素, 酸素からなるエステル A がある。その分子量は 178 であり, 元素分析による成分元素の質量組成は炭素 74.2%, 水素 7.9% であった。A を加水分解したところ, いずれも弱酸性である化合物 B と化合物 C が得られた。B は不斉炭素原子を有している。塩化鉄(Ⅲ)水溶液に C を加えると, 青紫色を呈した。ベンゼンを出発物質として C を得る方法は 2 通りある。

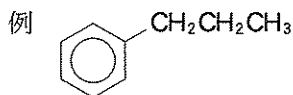
[方法 1]

鉄粉を触媒として用いベンゼンと塩素を反応させると, 化合物 D が得られる。D を高温高压で水酸化ナトリウム水溶液と反応させた後, 弱酸性にすると C が得られる。

[方法 2]

ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を反応させると, 化合物 E が得られる。E をスズと濃塩酸と反応させた後, 中和すると化合物 F が得られる。F を希塩酸と反応させた後, 冷却して亜硝酸ナトリウム水溶液と反応させると化合物 G が得られる。G に水を加え加熱すると気体 H が発生し C が得られる。

(1) 化合物 A ~ G の構造式を例にならって示せ。



(2) 気体 H の分子式を記せ。

問 2 次の文を読み、以下の設問(1)~(2)に答えよ。

動物は栄養分子であるグルコースをグリコーゲンの形で肝臓や筋肉に貯蔵している。グリコーゲンの構造はデンプンに含まれるアミロペクチンと似ているが、アミロペクチンよりはるかに枝分かれが多い。グリコーゲンの重合度は数万、アミロペクチンの重合度は10万~100万に達する。グリコーゲンは、細胞内の酵素により、一つのグルコース単位ずつ末端から切り出される。

- (1) グリコーゲンとアミロペクチンに関する以下の記述のうち、正しいものをすべて選び、記号で答えよ。
- A) アミロペクチンはすべて α -グルコースが縮合したものであるが、グリコーゲンには β -グルコースも含まれる。
 - B) アミロペクチンもグリコーゲンも枝分かれ部分にはグルコースのC1位の—OH基とC6位の—OH基が縮合した結合が含まれる。
 - C) グリコーゲンの枝分かれが多いのは、細胞内酵素によって速やかに大量のグルコースを供給するためである。
 - D) アミロペクチンはフェーリング液を還元しないが、グリコーゲンは末端の数が多いのでフェーリング液を還元する。
 - E) ヨウ素デンプン反応を行うと、アミロペクチンは呈色するが、グリコーゲンは呈色しない。
 - F) グリコーゲンの方がアミロペクチンより平均分子量が小さい。
- (2) 肝臓10gからグリコーゲンを抽出し、酸で加水分解したところ、 3.0×10^{-3} molのグルコースが得られた。肝臓10g中に含まれていたグリコーゲンの質量(g)を求め、有効数字2桁で記せ。

マーク・シート記入上の注意

I の答はマーク・シート解答用紙に記入し II、III の答は記述式解答用紙に記入すること。

I については以下の要領で解答すること。

1. 解答群から適切な語句または数字を選んで解答する場合には、解答用紙の各問の選択肢の中から正解と思うものを選んで、そのマーク欄をぬりつぶすこと。その他の部分には何も書いてはいけない。
2. 有効数字2桁の数値により解答する場合には、以下のようにマーク欄をぬりつぶすこと。

解答記入例：

123 → 1.2×10^2 の場合

1の桁について⊕①を、0.1の桁について②を、指数部分について⊕②をそれぞれマークする。

1の桁	0.1の桁	指数
● - ● 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 ● 3 4 5 6 7 8 9	● - 0 1 ● 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

-12.3 → -1.2×10^1 の場合

1の桁について⊖①を、0.1の桁について②を、指数部分について⊕①をそれぞれマークする。

1の桁	0.1の桁	指数
+ ● ● 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 ● 3 4 5 6 7 8 9	● - 0 ● 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

1.26 → 1.3×10^0 の場合

1の桁について⊕①を、0.1の桁について③を、指数部分について①をマークし、⊕と⊖の箇所にはマークしないこと。

1の桁	0.1の桁	指数
● - ● 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 ● 4 5 6 7 8 9	+ - ● 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

-0.126 → -1.3×10^{-1} の場合

1の桁について⊖①を、0.1の桁について③を、指数部分について⊖①をそれぞれマークする。

1の桁	0.1の桁	指数
+ ● ● 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 ● 4 5 6 7 8 9	+ ● 0 ● 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

3. 筆記具は HB の黒鉛筆またはシャープペンシルを使うこと。万年筆・ボールペンなどを使用してはいけない。
4. マークするとき、枠からはみ出したり、枠の中に白い部分を残したり、文字や番号、枠などに○や×をつけたりしてはならない。
5. 訂正する場合は、消しゴムでいいねいに消すこと。消しきずはきれいに取り除くこと。
6. 採点が不可能になるので、解答用紙を折り曲げたり、破ったりしてはならない。