

平成19年度 入学試験問題

理 科

	ページ
物 理	1～7
化 学	8～21
生 物	22～33
地 学	34～45

化学の問題 **1** から問題 **5** までは、すべて解答すること。問題 **6** と問題 **7** については、どちらか一方を選択して解答すること。

生物の問題 **1** から問題 **5** までは、すべて解答すること。問題 **6** と問題 **7** については、どちらか一方を選択して解答すること。

地学については問題 **1** と **2** を必ず解答し、問題 **3** ～ **5** の3問のうちから2問を選択して解答すること。

注 意 事 項

試験開始後、選択した科目の問題冊子及び答案用紙のページを確かめ、落丁、乱丁あるいは印刷が不鮮明なものがあれば新しいものと交換するので挙手すること。

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子は開かないこと。
2. 解答は、必ず答案用紙の指定されたところに記入すること。
3. 解答する数字、文字、記号等は明瞭に書くこと。
4. 答案用紙は持ち出さないこと。

化 学

(問題 **6** と問題 **7** については、どちらか一方を選択して解答すること。)

必要があれば、次の値を用いよ。原子量：H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0, Na = 23.0, Cl = 35.5, Mn = 54.9, Fe = 55.8, Cu = 63.5, Zn = 65.4。気体はすべて理想気体として取り扱うものとする。

1 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

水分子は、2つの水素原子と1つの酸素原子からなり、水素原子と酸素原子は互いに不対電子を出し合って2つの **ア** を形成している。酸素原子の **イ** は、水素原子の値に比べるとかなり大きいので、**ア** を形成している電子対は酸素原子の方にかたよっている。その結果、O-H結合には極性が存在する。また、水分子は **ウ** 形の構造をとっているため、2つのO-H結合の極性は打ち消しあうことなく、分子全体として極性を持つ。このような分子を極性分子という。

周期表の **エ** 族元素の水素化合物の中で、水はその沸点が分子量から予測される値に比べて著しく高い。これは、水分子間で **オ** が形成されるためである。**オ** は、酸素原子のように **イ** の大きな原子間に、水素原子をなかだちとして生じる。しかし、**オ** は **ア** と比較すると、はるかに弱い結合である。

極性分子からなる物質や **カ** 結晶は、水に溶解しやすいものが多い。例えば、エタノールやグルコースは、その **キ** 基が水分子と **オ** を形成することにより、水に溶解する。一方、塩化ナトリウム結晶は、それを構成する **カ** が極性を持つ水分子と静電的に引きあい、水分子により取り囲まれることにより溶解する。このように、物質を構成する分子や **カ** が水分子により取り囲まれる現象を **ク** という。

問 1 ア ~ ク に最も適切な語句または数字を記入せよ。

問 2 次の(あ)~(か)の中から，極性分子を 3 つ選び，記号で答えよ。

- (あ) フッ化水素 (い) 二酸化炭素 (う) 四塩化炭素
(え) アンモニア (お) 酸素 (か) 硫化水素

問 3 次の(A)~(F)の中から，水に溶解しやすい物質を 3 つ選び，記号で答えよ。

- (A) 塩化カリウム (B) 塩化銀 (C) ナフタレン
(D) グリセリン (E) アセトン (F) セルロース

問 4 水に少量の物質を溶かした溶液は，水の凝固点より低い温度で凝固する。

この現象を凝固点降下と呼ぶ。水 1.00 kg に 18.0 g のグルコース $C_6H_{12}O_6$ を溶かした溶液の凝固点は， $-0.186\text{ }^\circ\text{C}$ である。水 1.00 kg に 2.00 g の塩化ナトリウムを溶かした溶液の凝固点($^\circ\text{C}$)を求めよ。有効数字 3 桁で示せ。

問 5 塩化ナトリウムの水に対する溶解度は， $25\text{ }^\circ\text{C}$ において $36\text{ g}/100\text{ g}$ 水である。 $25\text{ }^\circ\text{C}$ における飽和塩化ナトリウム水溶液の質量パーセント濃度(%)とモル濃度(mol/l)をそれぞれ求めよ。ただし，飽和塩化ナトリウム水溶液の密度を $1.2\text{ g}/\text{cm}^3$ とし，答えは有効数字 2 桁で示せ。

2 表面をきれいにした鉄板と銅板を用いて、下記の実験 1～実験 3 を行った。以下の問 1～問 6 に答えよ。ただし、ファラデー定数は、 $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

実験 1：あらかじめ質量をはかっておいた鉄板を希硫酸に浸したところ、気体の発生を伴って鉄板が溶け始めた。一定時間後、鉄板だけを取り出したあとの酸性水溶液に、 0.020 mol/l の過マンガン酸カリウム水溶液を少しずつ滴下した。過マンガン酸カリウムの紫色が消えなくなった時点で、滴下を止めた。その時の滴下量は 10 ml であった。

実験 2：硫酸亜鉛と硫酸銅の両方を溶解させた混合水溶液(濃度はそれぞれ 0.50 mol/l)に、あらかじめ質量をはかっておいた鉄板を一定時間浸した。鉄板を取り出して水で洗浄し、十分乾燥させた後に質量をはかったところ、 0.0154 g の増加が認められた。

実験 3：あらかじめ質量をはかっておいた鉄板と銅板をそれぞれ陰極、陽極として、硫酸銅水溶液中で 1.0 A の電流を 30 分間通じた。両方の板を取り出して水で洗浄し、十分乾燥させた後に質量をはかったところ、どちらもはじめの質量から変化していた。

問 1 実験 1 における気体の発生および鉄板の溶解を、それぞれ電子 e^- を含むイオン反応式で示せ。

問 2 実験 1 において、過マンガン酸カリウム水溶液を加えたときに起こる反応をイオン反応式で示せ。また、鉄板のはじめの質量からの減少量(g)を求めよ。解答欄には計算の過程を記し、答えは有効数字 2 桁で示せ。

問 3 実験 2 において、混合水溶液中の鉄板上で起こる反応を、電子 e^- を含む 2 つのイオン反応式で示せ。

問 4 実験 2 において、鉄板の質量変化は電子何 mol の反応に相当するか。解答欄には計算の過程を記し、答えは有効数字 2 桁で示せ。

問 5 実験 3 において、陰極および陽極上で起こる反応を、電子 e^- を含むイオン反応式でそれぞれ示せ。

問 6 実験 3 における鉄板の質量変化(g)を求めよ。ただし、流れた電流は電極の質量変化に係わる化学反応にすべて使われたとして計算せよ。解答は、計算の過程も記し、質量が減少した場合は-(マイナス)を、増加した場合は+(プラス)を数値の前につけ、有効数字 2 桁で示せ。

3 図1中の2つの曲線は、それぞれ物質Aと物質Bの蒸気圧曲線を示している。この図を用いて、問1～問4に答えよ。必要があれば、次の数値を用いよ。

気体定数 $R = 8.31 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/(\text{K}\cdot\text{mol})$

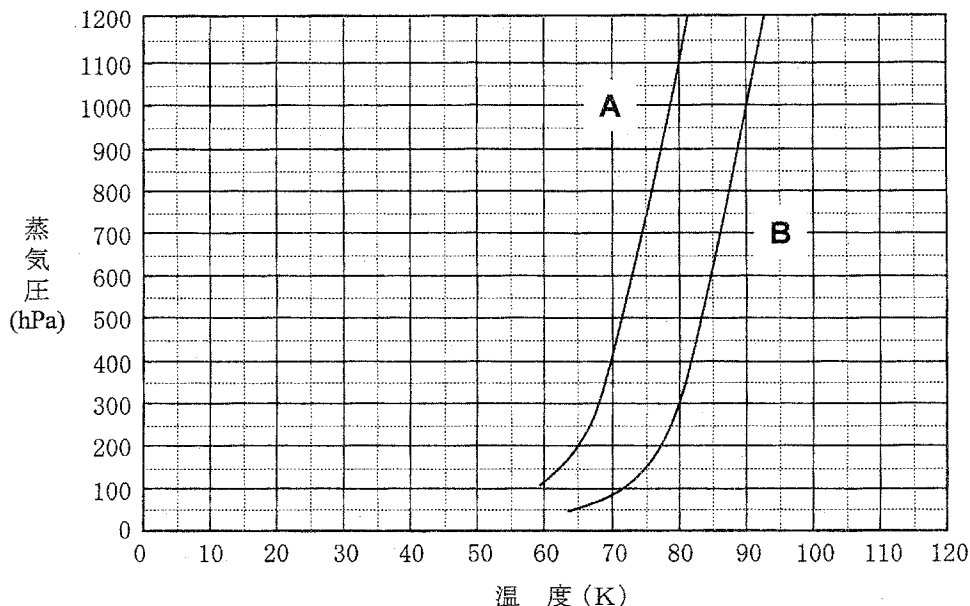


図1 物質Aと物質Bの蒸気圧曲線

問1 同じ容積の密閉容器を2つ用意し、一方に物質Aを、他方に物質Bを入れてそれぞれを80 Kで気液平衡状態にした。このとき、気体になっている物質量はどちらの物質が多いか答えよ。また、物質Bの気体に対する物質Aの気体の物質量の比はいくらか、有効数字2桁で答えよ。ただし、容器の容積は温度、圧力によらず一定とし、また液体の体積は無視できるものとする。

問2 ある容器が1.0 molの物質Bの気体で満たされ、このときの容器内の温度が90 K、圧力が1000 hPaであった。この容器をゆっくりと冷却して容器内の温度を80 Kにしたとき、気体になっている物質Bの物質量はいくらか答えよ。ただし、容器の容積は温度、圧力によらず一定とし、また液体の体積は無視できるものとする。解答欄には計算の過程を記し、答えは有効数字2桁で示せ。

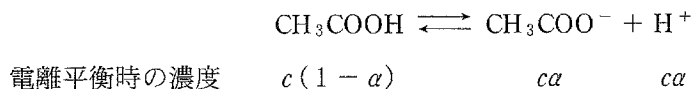
問 3 ある容器が物質 A の気体で満たされ、このときの容器内の温度が 110 K、圧力が 1100 hPa であった。この容器をゆっくりと冷却したとき、物質 A の液体が生じ始める容器内の温度は何 K か答えよ。ただし、容器の容積は温度、圧力によらず一定とする。

問 4 容積を任意に調節できる密閉容器に 0.1 mol の物質 A と 0.2 mol の物質 B の両方を入れ、容器内の圧力(混合気体としての全圧)を 600 hPa、温度を 90 K に保った。下記の(1)~(3)の間に答えよ。ただし、物質 A と物質 B は互いに影響を及ぼさず、また反応しないものとする。

- (1) 上記条件における物質 A と物質 B の分圧は、それぞれ何 hPa か答えよ。
- (2) 容器内の圧力を 600 hPa で一定に保ち、容器内の温度を 90 K から徐々に低下させたとき、物質 A の液体が生じ始める温度は何 K か答えよ。
- (3) 容器内の温度を 90 K で一定に保ち、容器内の圧力を 600 hPa から徐々に上げたとき、物質 B の液体が生じ始める容器内の圧力は何 hPa か答えよ。

4 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

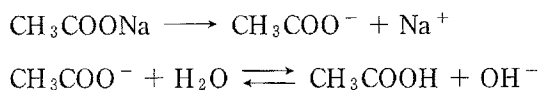
酢酸の電離平衡において、酢酸の全濃度を $c \text{ mol/l}$ 、酢酸の電離度を α とすると、水溶液中の酢酸分子および電離によって生じたイオンの濃度は次のようになる。



したがって、電離定数 K_a は次のように表される。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{c\alpha \cdot c\alpha}{c(1-\alpha)} = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$$

酢酸の電離定数 ($2.8 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$, 25°C) は非常に小さいので、酢酸の水溶液は を示す。一方、酢酸の塩である酢酸ナトリウムは、希薄水溶液中では次のようにほぼ完全に電離し、生じた酢酸イオンが水と反応してその一部が酢酸分子となり、 OH^- イオンの濃度が増加する。したがって、酢酸ナトリウムの水溶液は を示す。



酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液に少量の酸や塩基を加えても、水溶液の pH はわずかしか変化しない。このような作用のある水溶液を という。たとえば、 0.10 mol/l の酢酸水溶液 1.0 l と 0.10 mol/l の酢酸ナトリウム水溶液 1.4 l を混合した水溶液 (25°C) の pH は である。この水溶液に 5.0 mol/l の水酸化ナトリウム水溶液 4.0 ml を加えたときの pH は であり、pH はわずかしか変化しないことがわかる。

問 1 文章中の **ア** および **イ** にあてはまる適切な語句を(あ)~(お)の中から選び、記号で答えよ。

(あ) 強酸性 (い) 弱酸性 (う) 中性 (え) 弱塩基性 (お) 強塩基性

問 2 文章中の **ウ** にあてはまる語句を答えよ。

問 3 文章中の **エ** にあてはまる数値を求めよ。解答欄には計算の過程を記し、答えは有効数字 2 桁で示せ。ただし、混合水溶液中の酢酸の電離度 (α) は十分小さいので、 $1 - \alpha \approx 1$ と近似して計算せよ。必要であれば、 $\log 2 = 0.30$ を用いよ。

問 4 文章中の **オ** にあてはまる数値を求めよ。解答欄には計算の過程を記し、答えは有効数字 2 桁で示せ。ただし、水酸化ナトリウム水溶液を加えたことによる水溶液の体積の増加は無視するものとする。また、酢酸の電離度 (α) は十分小さいので、 $1 - \alpha \approx 1$ と近似して計算せよ。必要であれば、 $\log 1.4 = 0.15$ を用いよ。

5 次の頁に種々の有機化合物の構造式(ア)～(コ)を示す。問1～問8に該当する化合物を構造式(ア)～(コ)から選び、記号で答えよ。答えは1つとは限らない。必要があれば、何回でも同じ化合物を選択してもかまわない。また、問5～問8では該当する記号のほか、化学式、反応名、化合物名等を答えよ。

問1 幾何異性体が存在する化合物を選べ。

問2 塩化鉄(Ⅲ)と反応して呈色する化合物を選べ。

問3 還元したときに、第二級アルコールを与える化合物を選べ。

問4 不斉炭素原子を持つ化合物を選べ。

問5 2価の銅イオンを還元して赤色の沈殿を生じさせる化合物を選べ。また、この沈殿物の化学式を示し、検出試薬名を答えよ。

問6 加熱した時に水1分子が取れて環状化合物を与えることが可能な化合物を選び、その化合物の記号と化合物名を解答例にならって答えよ。

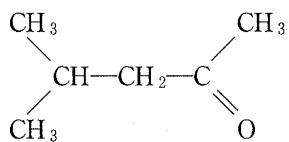
解答例：(ハ) グルコース

問7 アンモニア性硝酸銀水溶液と反応して、銀を析出させる化合物を選べ。また、この反応名を答えよ。

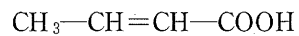
問8 水酸化ナトリウムとヨウ素を加えて温めると、特有の臭気を持つ黄色結晶が得られる化合物を選べ。また、この結晶の化学式を示し、反応名を答えよ。



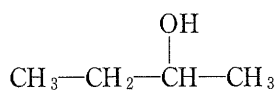
(ア)



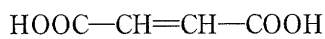
(イ)



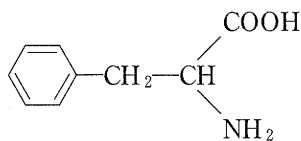
(ウ)



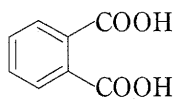
(エ)



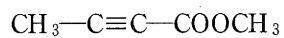
(オ)



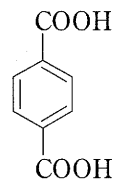
(カ)



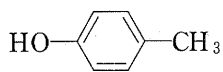
(キ)



(ク)



(ケ)



(コ)

〔6〕と〔7〕のどちらか一方を選択して解答せよ。〔6〕を選択した場合は、
答案用紙の〔6〕の下のマーク欄に○を記入せよ。

〔6〕 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

油脂は、動植物の細胞中に多く含まれる脂質の一つで、3価〔ア〕であるグリセリン1分子と1価カルボン酸である脂肪酸3分子とのエステルである。油脂には、牛脂のように室温で固体の〔イ〕と、大豆油のように室温で液体の〔ウ〕がある。〔ウ〕は、構成成分として〔エ〕脂肪酸を多く含むが、〔エ〕脂肪酸の炭素原子間二重結合に水素を付加させると固化する。この反応によって得られる固体の油脂を〔オ〕油という。

油脂に水酸化ナトリウムなどのアルカリを作用させて加熱すると、加水分解によってグリセリンと脂肪酸の塩であるセッケンが生成する。この加水分解反応を特に〔カ〕という。

問1 〔ア〕～〔カ〕に最も適切な語句を記入せよ。

問2 植物油に水素を付加させて得られる固体の油脂が、主原料として利用されている食品名を一つ答えよ。

問3 ある油脂の構造を調べたところ、グリセリン1分子あたりにリノール酸2分子とドコサヘキサエン酸(DHA)1分子が結合しており、その分子量は926であった。この油脂に水素を完全に付加したところ、標準状態で112 mlの水素を必要とした。反応前の油脂の質量(g)を求めよ。ただし、リノール酸は炭素間二重結合を2つもつ炭素数18の脂肪酸であり、ドコサヘキサエン酸は炭素間二重結合を6つもつ炭素数22の脂肪酸である。なお、解答欄には計算の過程を記し、答えは有効数字3桁で示せ。

問 4 下線部①の反応を利用し、油脂 42.9 g を完全に加水分解してセッケンを得るために、水酸化ナトリウム 0.150 mol を必要とした。この油脂の分子量を求めよ。なお、解答欄には計算の過程を含めて記入せよ。

(6 と 7 のどちらか一方を選択して解答せよ。 7 を選択した場合は、
答案用紙の 7 の下のマーク欄に○を記入せよ。)

7 次の文章Ⅰと文章Ⅱを読み、問1～問4に答えよ。

Ⅰ タンパク質を主体とする酵素は、生体内の化学反応に対して **ア** としてはたらく。人体には数千種類の酵素が存在し、酵素は食物や医薬品、生体成分の種々の化学反応に関与する。食物として摂取された糖類、タンパク質、および脂質は、口・胃・小腸などから分泌される **イ** 酵素によって、その後の代謝に利用可能な低分子にまで加水分解される。このはたらきを **イ** という。

酵素分子は、その立体構造の特定部位に適合した化合物にのみ結合して反応を促進するという性質をもつ。この性質を **ウ** という。また、酵素には最もよくはたらくことができる **エ** 温度や **エ** pHがある。人体における酵素の多くは中性付近が **エ** pHであるが、ペプシンの **エ** pHは **オ** 性側にある。

Ⅱ デンプン水溶液にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えると、混合溶液が青紫
①色を呈する。これはコイル状になっているデンプンの長い分子の中にヨウ素分子が取り込まれることで、溶液が呈色すると考えられており、この反応をヨウ素デンプン反応という。

問1 文章Ⅰ中の **ア** ～ **オ** に最も適切な語句を記入せよ。

問 2 表 1 は人体に存在する酵素と、この酵素が作用する反応物およびその生成物を示している。例にならって、 ～ に最も適切な語句を記入せよ。

表 1 酵素の種類および反応物・生成物

	酵素	反応物	生成物
(例)	ラクターゼ	ラクトース	グルコース+ガラクトース
(1)	マルターゼ	マルトース	<input type="text" value="A"/>
(2)	カタラーゼ	<input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="C"/> + 酸素

問 3 文章Ⅱ中の下線部①の混合溶液に唾液を加えて、溶液の温度を 36℃ に保ったとき、水溶液の色は最終的にどうなるか記せ。また、そのようになる理由を 30 字以内で説明せよ。

問 4 文章Ⅱ中の下線部①の混合溶液に、70℃ 以上で加熱した唾液を加えて、溶液の温度を 36℃ に保ったとき、水溶液の色はどうなるか記せ。また、そのようになる理由を 30 字以内で説明せよ。