

平成 27 年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

- 1 この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- 2 問題冊子は、全部で 50 ページある。(落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合は申し出ること。)

問題冊子の中に下書き用紙が 1 枚入っている。

物 理	1 ~ 13 ページ,	化 学	14 ~ 28 ページ
生 物	29 ~ 41 ページ,	地 学	42 ~ 50 ページ

- 3 解答用紙は、問題冊子とは別になっている。解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入すること。
- 4 受験番号は、各解答用紙の指定された 2 箇所に必ず記入すること。
- 5 解答時間は、次のとおりである。
 - (1) 教育学部及び工学部の受験者は、90 分。
 - (2) 理学部の受験者は、次のとおりである。
 - ① 数学科及び化学科の受験者は、90 分。
 - ② 物理学科の受験者は、120 分。
 - ③ 生物学科及び自然環境科学科で理科 1 科目の受験者は、90 分。
 - ④ 生物学科及び自然環境科学科で理科 2 科目の受験者並びに地質科学科の受験者は、180 分。
 - (3) 医学部及び歯学部の受験者は、180 分。
 - (4) 農学部の受験者は、次のとおりである。
 - ① 理科 1 科目の受験者は、90 分。
 - ② 理科 2 科目の受験者は、180 分。
- 6 物理及び化学は、学部、学科によって解答する問題が異なるので、物理及び化学の問題の前に記した注意をよく読んで解答すること。
- 7 生物には、選択問題があるので、生物の問題の前に記した注意をよく読んで解答すること。
- 8 問題冊子及び下書き用紙は、持ち帰ること。

化 学

注意

化学選択の受験者は、下の表を見て○印の問題を解答せよ。

志望学部(学科)	問題番号			
	1	2	3	4
教育学部	○	○	○	○
理学部(化学科)	○	○	○	○
理学部(数学科・生物学科・ 地質科学科・自然環境科学科)	○	○	○	
医学部	○	○	○	○
歯学部	○	○	○	○
工学部	○	○	○	○
農学部	○	○	○	○

1

注意 全学部受験者用

I 次の文章を読んで、問1～問8に答えよ。

周期表で、1, 2, ~18族の元素は とよばれ、3～
 族の元素は遷移元素とよばれている。 では、原子の価電子
 の数が周期的に変化し、周期表の に並んだ元素同士の性質が似てい
 る。水素を除く 族の元素は、アルカリ金属元素とよばれ、その原子は
 1価の陽イオンになりやすい。また、マグネシウムとベリリウムを除く2族の元
 素は、アルカリ土類金属元素とよばれる。周期表18族に属する元素を
 元素とい^(a)、これらの元素は化学結合を作りやすく、化合物としてはほとんど存
 在しない^(b)。周期表17族に属する元素を^(c)ハロゲン元素という。遷移元素の単体や
 化合物は、次の例のように、しばしば として利用される。例：過酸化
 水素 H_2O_2 の水溶液は、常温で放置してもほとんど変化しないが、 H_2O_2 の水溶
 液に塩化鉄(III) FeCl_3 水溶液を少量加えると、 H_2O_2 は常温でも激しく分解反応
を起こし気体を発生する^(d)。

問1 空欄 ~ にあてはまる最も適切な語句を書け。

問2 空欄 ~ にあてはまる最も適切な数字を書け。

問3 次の元素群に関して、次の(1)および(2)に答えよ。

Ag	Au	K	Pb	Zn
----	----	---	----	----

(1) 遷移元素、アルカリ金属元素およびそれ以外に分類して、元素記号を書け。

(2) イオン化傾向の大きい順に、左から元素記号を書け。

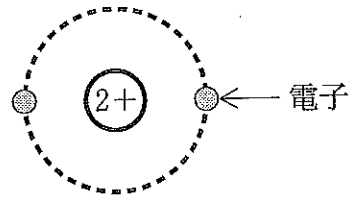
問 4 次の(1)および(2)に答えよ。

- (1) 水素と重水素について、図1のヘリウム He を例にして、その元素記号、原子番号および質量数を書け。
- (2) 水素原子および水素分子について、図2のヘリウム He を例にして、その電子配置を書け。



原子番号と質量数
を含めた He の表記

図 1



He の電子配置

図 2

問 5 下線部(a)に関連して、次の(1)~(4)に答えよ。

- (1) カルシウム Ca 単体を水に反応させると Ca が溶けた。この反応の化学反応式を書け。
- (2) (1)で生成した水溶液に二酸化炭素 CO_2 を通じると、沈殿が生じた。沈殿の化学式を書け。
- (3) (2)の状態からさらに CO_2 を通じると、沈殿が溶解した。この反応の化学反応式を書け。
- (4) (1)で生成した水溶液から水を蒸発させ、さらに 600°C に加熱したら白い固体が残った。固体の化学式を書け。

問 6 下線部(b)について、化学結合を作りにくい理由を説明せよ。

問 7 下線部(c)に関連して、次に示すハロゲン化カリウムとハロゲン分子の組み合わせのうち、水溶液中で反応が起こるものについて反応式を書け。また反応が起こる理由を説明せよ。

KI と Cl ₂	KF と Br ₂	KCl と I ₂
----------------------	----------------------	----------------------

問 8 下線部(d)について、この分解反応の反応式を書け。

II 次の文章を読んで、問9～問14に答えよ。

8個の α -アミノ酸(以下、アミノ酸)からなる直鎖状のポリペプチドX中でアミノ酸が縮合している順序を、以下の方法で分析した。ポリペプチドXは、芳香族アミノ酸のトリプトファン($C_{11}H_{12}N_2O_2$)とチロシン($C_9H_{11}NO_3$)を1個ずつ含み、それ以外の芳香族アミノ酸を含まない。ポリペプチドXの芳香族アミノ酸のカルボキシ基側にあるペプチド結合を加水分解する酵素を用いて、ポリペプチドXを切断したところ、図3のようにペプチド結合をもつ断片(A)～(E)が生成した。

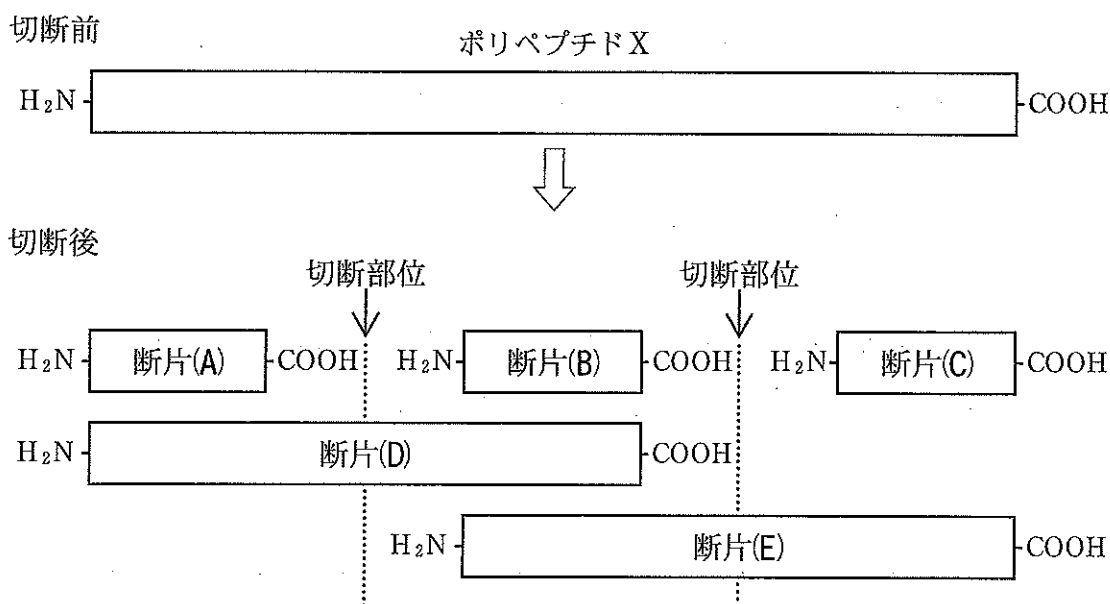


図3

断片(A)～(E)のうち一つは、加水分解により生じたアミノ基から数えて3番目までは、セリン($C_3H_7NO_3$)、チロシン、グリシン($C_2H_5NO_2$)の順にアミノ酸が縮合していることがわかった。また断片(A)～(E)のうち一つは、加水分解により生じたアミノ基から数えて3番目までは、グリシン、ロイシン($C_6H_{13}NO_2$)、アルギニン($C_6H_{14}N_4O_2$)の順にアミノ酸が縮合していることがわかった。

断片(A)～(E)のそれぞれの溶液には、濃硝酸を加えて加熱すると黄色になり、さらにアンモニア水を加えて塩基性にする^(f)と橙黄色になる溶液があった。断片(A)～

(E)のそれぞれの溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えたあとに、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると赤紫色になる溶液^(g)があった。

問 9 下線部(f)について、断片(A)~(E)の溶液のうち、橙黄色になるものをすべて選び、記号で書け。

問10 下線部(f)について、この反応の名称を書け。

問11 下線部(g)について、断片(B)は赤紫色になるかどうかを、理由とともに書け。

問12 下線部(g)について、この反応の名称を書け。

問13 断片(B)の分子式を書け。

問14 下線部(e)の分析から、ポリペプチド X 中の 6 個のアミノ酸が図 4 に示すような順序で縮合していることがわかった。(1)~(6)にあてはまるアミノ酸の名称を書け。

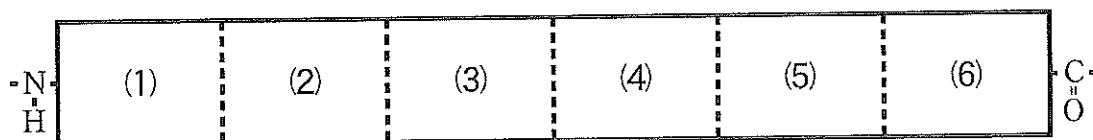


図 4

2 は次ページ

次の文章(i)~(iv)を読んで、問1~問5に答えよ。

- (i) 酸素原子、フッ素原子、ナトリウム原子は安定なイオンになるといずれも同じ電子配置をとる。これらのイオンの最外電子殻は 殻である。一方、原子番号の増加とともに原子核の 電荷が増加し、電子が原子核に引きつけられる力が なるので、これらのイオンの半径は原子番号の増加とともに なる。
- (ii) メタンの沸点に比べて、アンモニア、水、フッ化水素の沸点は非常に高い。アンモニア、水、フッ化水素の分子では の大きな窒素原子、酸素原子、フッ素原子が 電子対を引きつけ、分子の が大きくなっている。分子内のいくらか の電荷を帯びた水素原子が、他の分子中の の大きな原子と引き合っている。このためアンモニア、水、フッ化水素の沸点がメタンよりも高くなる。
- (iii) アンモニア、水、フッ化水素のそれぞれの気体に対して理想気体の状態方程式は厳密には成立しない。^(a) 水は固体(氷)になるとき、水分子1個あたり 個の水分子と引き合い、すき間の多い構造を取る。このため氷の密度は水の密度よりも小さい。
- (iv) 塩化水素では、水素と塩素が 結合している。塩化水素は液体の水の中で水分子を引きつけ、^(b) 結合が切れて水によく溶ける。また、液体の水にはエタノールやグルコースなどもよく溶ける。^(c)

問1 空欄 にあてはまる最も適切な電子殻の名称を表すアルファベットを書け。

問2 空欄 ~ にあてはまる最も適切な語句または数字を書け。

問 3 下線部(a)について、次の(1)~(3)に答えよ。

(1) 圧力 101.3 kPa, 沸点(100°C)において水(気体)の密度は 0.598 kg/m^3 である。水(気体) 1 mol が圧力 101.3 kPa, 温度 100°C において占める体積を L 単位で求めよ。ただし、有効数字は 3 桁とする。計算の過程も示せ。必要があれば、原子量は $H = 1.0$, $O = 16.0$ を用いよ。

(2) 圧力 101.3 kPa, 温度 100°C において、1 mol の理想気体が占める体積を L 単位で求めよ。ただし、有効数字は 3 桁とする。計算の過程も示せ。必要があれば、気体定数 R は $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ を用いよ。

(3) 圧力 101.3 kPa, 温度 100°C において 1 mol の水(気体)が占める体積が、同じ条件で理想気体が占める体積と異なる理由を説明せよ。

問 4 下線部(b)について、塩化物イオンが水和している状態を水分子と塩化物イオンにはたらく力にもとづいて説明せよ。なお、説明に際しては塩化物イオンに近接している原子を明確にすること。

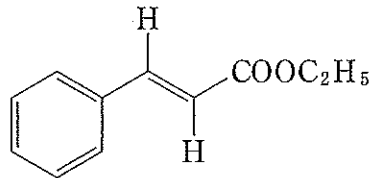
問 5 下線部(c)について、エタノールやグルコースが水によく溶ける理由を、水分子と溶質にはたらく力にもとづいて説明せよ。なお、説明に際しては分子中のどの原子間にはたらく力かを明確にすること。

3

注意 全学部受験者用

[注意] 構造式は下の(例)にならって簡略に示せ。

(例)



必要があれば、原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $O = 16.0$ を用いよ。

I 次の文章を読んで、問1～問4に答えよ。

炭素原子1個と酸素原子1個からなる二重結合のある原子団を (1) 基という。(1) 基の炭素原子に少なくとも1個の水素原子が結合した化合物を (2) といい、(1) 基に2個の炭化水素基が結合した化合物を (3) という。(2) を還元すると (4) が得られ、(3) を還元すると (5) が得られる。(3) は酸化されにくい、(2) は酸化され、カルボキシ基をもつ (6) になる。

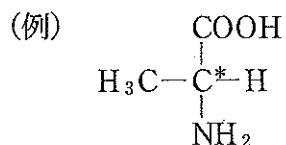
(1) 基にメチル基とエチル基が結合した化合物を還元すると、(ア) が得られる。(ア) には不斉炭素原子がある。(ア) には構造異性体(a)が存在する。

(6) はアルコールと縮合反応すると (7) が得られ、アミンと縮合反応すると (8) が得られる。動植物の体内に存在する油や脂肪を油脂といい、油脂は (7) 結合をもつ化合物である。油脂は水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱するとけん化され、(イ) と高級脂肪酸ナトリウム(b)になる。

2分子の (6) が縮合反応すると (9) が得られる。分子式 $C_4H_4O_4$ で表される2価 (6) である (ウ) には、幾何異性体の (エ) が存在する。(ウ) は加熱すると (9) が得られるが、(エ) は加熱しても (9) は得られない。

問 1 空欄 (1) ~ (9) にあてはまる最も適切な語を書け。

問 2 空欄 (ア) ~ (エ) にあてはまる分子の構造式を書け。下の(例)にならって不斉炭素原子には*印をつけよ。



問 3 下線部(a)について, (ア) の構造異性体のうち, 次の記述(1)~(3)それぞれにあてはまるすべての構造式を書け。記述にあてはまる構造異性体が存在しない場合は「なし」と書け。

- (1) 単体のナトリウムと反応して気体を発生した。
- (2) 酸化剤(硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液)で酸化されなかった。
- (3) 塩基性条件下でヨウ素と反応し, 黄色沈殿を生じた。

問 4 下線部(b)について, 単一の飽和脂肪酸からなる油脂(分子量 806)をけん化したときに得られる飽和脂肪酸ナトリウムの示性式を書け。

II 不飽和炭化水素 A, B および C に関する次の記述(1)~(5)を読んで, 問 5 および問 6 に答えよ。

- (1) A, B および C は同じ炭素数をもつ。いずれも枝分かれのない構造をもち, 幾何異性体も存在しない。
- (2) 20.5 mg の A を完全に燃焼させると, 22.5 mg の水と 66.0 mg の二酸化炭素が生成した。A の分子量を測定すると 82 だった。
- (3) C は A の異性体である。
- (4) A, B および C それぞれ 0.1 mol に対して白金を用いて水素を付加させると, A と B は 0.1 mol の水素と, C は 0.2 mol の水素と反応した。このとき, B と C からは同じ生成物が得られた。
- (5) C の不飽和結合の両端には同じアルキル基が結合している。

問 5 記述(2)より, A の分子式を求めよ。計算の過程も示せ。

問 6 記述(1)~(5)より, A, B および C として最も適切な化合物の構造式を書け。

4 は次ページ

4

注意 教育学部, 理学部(化学科), 医学部, 歯学部, 工学部および農学部
受験者用

I 次の文章を読んで, 問1~問4に答えよ。ただし, [X]は物質Xのモル濃度を表す。

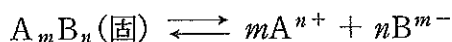
塩化ナトリウム NaCl $1.0 \times 10^{-1} \text{ mol}$ とクロム酸カリウム K_2CrO_4 $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ を共に含む水溶液 1.0 L に, 硝酸銀 AgNO_3 水溶液を少しずつ加えていく。ある量の AgNO_3 水溶液を加えると塩化銀 AgCl が沈殿しはじめ, さらに AgNO_3 水溶液を加えつづけるとクロム酸銀 Ag_2CrO_4 が沈殿しはじめた。ただし, AgNO_3 水溶液を加えても水溶液全体の体積および温度に変化はないものとする。

問1 AgCl および Ag_2CrO_4 について, それぞれの溶解平衡における反応式を書け。ただし, 固体の場合は下の(例)にならぬ表記すること。

(例) $\text{NaCl}(\text{固})$

問2 次の(1)および(2)に答えよ。

(1) 一般式 A_mB_n で表される難溶性塩が, 次のような溶解平衡にあるとき,



その溶解度積 K_{sp} は, 次のように定義される。

$$K_{\text{sp}} = [\text{A}^{n+}]^m [\text{B}^{m-}]^n$$

AgCl および Ag_2CrO_4 の K_{sp} を $[\text{Ag}^+]$, $[\text{Cl}^-]$ および $[\text{CrO}_4^{2-}]$ を用いて書け。

(2) AgCl および Ag_2CrO_4 の K_{sp} を有効数字2桁で求めよ。単位も示せ。

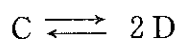
ただし, 水に対する AgCl および Ag_2CrO_4 の飽和溶液のモル濃度をそれぞれ $1.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ および $6.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ とする。

問3 AgCl および Ag_2CrO_4 の沈殿がはじまる Ag^+ のモル濃度をそれぞれ有効数字2桁で答えよ。ただし, $\sqrt{0.86} = 0.93$ とする。

問 4 Ag_2CrO_4 の沈殿がはじまったとき、溶液中に残っている Cl^- のモル濃度を有効数字 2 桁で答えよ。計算の過程も示せ。

II 次の文章を読んで、問 5 および問 6 に答えよ。

x (mol) の気体 C を一定の容積 V (L) の真空容器に入れ温度 T (K) に保ったところ、次のように解離して気体 D となり、圧力 P (Pa) で平衡に達した。



この平衡において、物質量 ax (mol) の気体 C が解離していた。

問 5 次の(1)~(3)に答えよ。

- (1) 気体 C および気体 D の物質量を x および a を用いて書け。
- (2) 気体 C および気体 D のモル濃度を x , a および V を用いて書け。
- (3) このときの平衡定数を x , a および V を用いて書け。単位も示せ。

問 6 a を x , V , T , P および気体定数 R (Pa·L/(K·mol)) を用いて書け。なお、気体はすべて理想気体とする。求めた過程も示せ。