平成２７年度

１４時１０分～１６時４０分

理　科

問　題　用　紙

科目名	頁
物　理	１　～　４
化　学	５　～　９
生　物	１０　～　１５

注　意　事　項

１．試験開始の合図［チャイム］があるまで、この注意をよく読むこと。
２．試験開始の合図［チャイム］があるまで、この問題の印刷されている冊子を開かないこと。
３．試験開始の合図［チャイム］の後に問題用紙ならびに解答用紙の定められた位置に受験番号、氏名を記入すること。
４．解答はかならず定められた解答用紙を用い、それぞれ定められた位置に問題の指示に従って記入すること。
５．解答はすべて黒鉛筆を用いてはっきりと読みやすく書くこと。
６．解答用紙のホチキスははずさないこと。
７．質問は文字に不鮮明なものがあるときにかぎり許される。
８．問題に、落丁、乱丁の箇所があるときは手をあげて交換を求めること。
９．試験開始後６０分以内および試験終了前１０分間は、退場を認めない。
１０．試験終了の合図［チャイム］があったとき、ただちに筆記用具を置くこと。
１１．試験終了の合図［チャイム］の後は、問題用紙および解答用紙はすべて本表紙を上にして、通路側から解答用紙、問題用紙の順に並べて置くこと。いっさい持ち帰ってはならない。なお、途中退場の場合は、すべて裏返しにして置くこと。
１２．選択科目の変更は認めない。
１３．その他、監督者の指示に従うこと。

受験番号		氏　名	

27.1.27

化 学

[注意] 必要があれば、次の値を用いよ。$\log_{10}2=0.30$　$\log_{10}3=0.48$　$\sqrt{2}=1.41$　$\sqrt{3}=1.73$

原子量：H=1.0　He=4.0　C=12.0　N=14.0　O=16.0　Na=23.0　S=32.1　Cl=35.5

気体定数：$R=8.3\times10^3$ Pa・L/(K・mol)　アンモニア（気体）の生成熱：45.9 kJ/mol

理想気体のモル体積：22.4 L/mol（0℃, 1.0×10^5 Pa）　0℃＝273 K

1 金属には微量必須金属として生命維持に必要なものがある一方、汚染物質として社会問題となるものもある。金属元素［ A ］～［ G ］に関する次の文を読み、下記の問いに答えよ。

［ A ］は周期表の２族に属し、ある種の酵素が触媒として働くのに必須である。炎色反応で（ ① ）色を示す。単体は常温の水と反応して（ ❶ ）を発生して水酸化物となる。天然には炭酸塩や硫酸塩などとして広く存在する。炭酸塩は石灰石や大理石などの主成分であり水に溶けにくいが、(a) 強熱すると分解して（ ❷ ）を発生し、生石灰を生じる。

［ B ］は周期表の６族に属し、化合物中では複数の酸化数（+2、+3、+6 など）をとる。酸化数+6 の［ B ］は酸性溶液中では強い酸化作用を示す。鉄と［ B ］とニッケルの合金は（ ❸ ）と呼ばれ、台所用品や構造材として私達の生活の中で活かされている。

［ C ］は周期表の８族に属し、ヘモグロビンの構成成分として重要である。地球上のほとんど全ての岩石に酸化物や硫化物の形で含まれる。単体は湿った空気中で酸化され、（ ② ）色を呈する。

［ D ］は周期表の 11 族に属し、ある種の酵素が触媒として働くのに必須である。単体は赤味を帯びた軟らかい金属である。(b) 水酸化物は青白色の化合物で水に溶けにくいが、アンモニア水を過剰に加えると溶解して（ ③ ）色を呈する。

［ E ］は周期表の 12 族に属し、２価の陽イオンになりやすい。ある種の酵素が触媒として働くのに必須であり、欠乏すると発育不全の原因となる。トタンや、黄銅など各種合金の製造に用いられ、酸化物は化粧品や医薬品などに用いられる。

［ F ］は周期表の 14 族に属し、酸化数が+2 または+4 の化合物をつくる。ブリキや、はんだなど各種合金の製造に用いられ、銅との合金である（ ❹ ）は硬く、腐食しにくい。一方、容器からの溶出による食品汚染が原因の急性中毒が知られている。

［ G ］も周期表の 14 族に属し、放射線の遮蔽（しゃへい）材などとして利用できるが、土壌（どじょう）や河川の汚染から食品中に混入して中毒症状を引き起こした歴史がある。［ G ］(II) イオンに塩酸を加えると（ ④ ）色の沈殿をつくるが、熱を加えるとその沈殿は容易に溶解する。

聖マリアンナ医科大学 検 27.1.27 教育課

〔1〕［ A ］～［ G ］にあてはまる元素を［選択肢］から１つずつ選び、記号で記せ。
ただし、いずれも該当しない場合は（へ）とせよ。

［選択肢］（ア）カルシウム　（イ）クロム　（ウ）水銀　（エ）鉄　（オ）銅
（カ）カドミウム　（キ）スズ　（ク）亜鉛　（ケ）銀　（コ）鉛

〔2〕（ ① ）、（ ② ）、（ ③ ）、（ ④ ）にあてはまる色を［選択肢］から１つずつ選び、記号で記せ。ただし、いずれも該当しない場合は（へ）とせよ。

［選択肢］（ア）青緑　（イ）深青　（ウ）黒　（エ）紫　（オ）黄
（カ）橙赤（とう）　（キ）赤褐　（ク）白

〔3〕（ ❶ ）、（ ❷ ）、（ ❸ ）、（ ❹ ）にあてはまる物質を［選択肢］から１つずつ選び、記号で記せ。ただし、いずれも該当しない場合は（へ）とせよ。

［選択肢］（ア）ジュラルミン　（イ）二酸化炭素　（ウ）酸素　（エ）青銅
（オ）ステンレス鋼　（カ）塩素　（キ）水素　（ク）白銅

〔4〕［ E ］、［ F ］、［ G ］、アルミニウムなど数種類の限られた典型金属元素だけに共通する特性を１行で説明せよ。

〔5〕下線部(a)の変化を化学反応式で記せ。

〔6〕下線部(b)の変化をイオン反応式で記せ。

2 0.10 mol/L 酢酸水溶液（x〔℃〕）について、酢酸の電離定数 K_a を 2.0×10^{-5} mol/L として次の問いに答えよ。

〔1〕この水溶液中の酢酸の電離度を有効数字２桁で求めよ。ただし、酢酸の電離度 α は1より極めて小さく、$1-\alpha \fallingdotseq 1$ と近似できるものとする。

〔2〕この水溶液の pH を有効数字２桁で求めよ。

〔3〕この水溶液を純水で10倍に希釈すると酢酸の電離度はどうなるか。正しいものを［選択肢］から選び、記号で記せ。ただし、いずれも該当しない場合は（へ）とせよ。

［選択肢］（ア）10倍になる　（イ）$\sqrt{10}$ 倍になる　（ウ）変化しない
（エ）$1/\sqrt{10}$ 倍になる　（オ）1/10倍になる

〔4〕この水溶液 20.0 mL に0.10 mol／L 水酸化ナトリウム水溶液 10.0 mL を加えた混合水溶液の pH を有効数字２桁で求めよ。ただし、水溶液は x〔℃〕に保たれており、酢酸ナトリウムの電離度は1.0とする。

27.1.27

3 次の文を読み、下記の問いに答えよ。

天然のペプチドXは8個のα-アミノ酸が直鎖状に脱水縮合しており、加水分解すると右表に示すアミノ酸が得られる。このペプチドについて次の実験1～実験4を行った。ただし、ペプチド末端のアミノ酸で、ペプチド結合に関与しないα-アミノ基またはα-カルボキシ基をもつものを、それぞれN-末端アミノ酸、C-末端アミノ酸という。

名称	分子量	構造式
グリシン	75	$HO-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-\overset{\overset{NH_2}{\|}}{C}H-H$
セリン	105	$HO-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-\overset{\overset{NH_2}{\|}}{C}H-CH_2-OH$
プロリン	115	$HO-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-\overset{\overset{NH-CH_2}{\|}}{C}H-CH_2\diagup CH_2$
バリン	117	$HO-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-\overset{\overset{NH_2}{\|}}{C}H-\overset{\overset{CH_3}{\|}}{C}H-CH_3$
システイン	121	$HO-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-\overset{\overset{NH_2}{\|}}{C}H-CH_2-SH$
リシン	146	$HO-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-\overset{\overset{NH_2}{\|}}{C}H-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$
チロシン	181	$HO-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-\overset{\overset{NH_2}{\|}}{C}H-CH_2-C_6H_4-OH$

実験1：ペプチドXにトリプシン（塩基性アミノ酸のカルボキシ基側のペプチド結合を特異的に加水分解する酵素）を作用させたところ、3分子のアミノ酸からなるペプチドA、5分子のアミノ酸からなるペプチドBの2種類のペプチド断片が生じた。

実験2：ペプチドXにキモトリプシン（芳香環をもつアミノ酸のカルボキシ基側のペプチド結合を特異的に加水分解する酵素）を作用させたところ、ペプチドCと分子中に不斉炭素原子をもたないアミノ酸aが生じた。

実験3：3種類のペプチドA～Cの水溶液に電圧をかけたとき、ペプチドAとCは陰極に向かって移動したが、ペプチドBは移動しなかった。

実験4：その後の解析から、ペプチドBの分子量は491であり、そのN-末端アミノ酸はバリンであることがわかった。

〔1〕実験2で生じたペプチドCのC-末端アミノ酸の名称を記せ。

〔2〕実験2で生じたアミノ酸aの名称を記せ。また、アミノ酸aからpH=1およびpH=13の水溶液中でそれぞれ生じる多原子イオンの構造式を元素記号と原子間の結合を省略せずに示せ。

〔3〕ペプチドAを構成するアミノ酸の名称を、N-末端アミノ酸から配列順序に従って記せ。ただし、実験1～実験4で配列を決定できない部分は分子量の小さい順に記せ。また、ペプチドAには何種類の構造異性体が存在するか。ただし、光学異性体は区別しないこととする。

〔4〕ペプチドBを構成するアミノ酸の名称を、N-末端アミノ酸から配列順序に従って記せ。ただし、実験1～実験4で配列を決定できない部分は分子量の小さい順に記せ。

聖マリアンナ医科大学 検 27 教育部

〔5〕塩基性水溶液中で加熱し、中和後に酢酸鉛（Ⅱ）水溶液を加えると黒色沈殿を生じるものを［選択肢］からすべて選び、記号で記せ。ただし、いずれも該当しない場合は（へ）とせよ。

［選択肢］（ア）ペプチドA　（イ）ペプチドB　（ウ）ペプチドC　（エ）アミノ酸a

〔6〕水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると黄色になり、冷却してさらにアンモニア水を加えると橙黄色になるものを［選択肢］からすべて選び、記号で記せ。ただし、いずれも該当しない場合は（へ）とせよ。また、この呈色反応の名称を記せ。

［選択肢］（ア）ペプチドA　（イ）ペプチドB　（ウ）ペプチドC　（エ）アミノ酸a

4 次の問いに答えよ。ただし、気体はすべて理想気体としてふるまうものとする。

〔1〕集気瓶（びん）A、Bをそれぞれ気体a、bで満たした。集気瓶Aを下にして2つの瓶の口をガラス板を挟（はさ）んで重ねた後、静かにガラス板を引き抜いて静置した（図1）。

気体aが空気、気体bが水素のとき観察される事象①と、
気体aが水素、気体bが空気のとき観察される事象②を、
空気の密度1.3 g/L、水素の密度 0.090 g/Lとして、
［選択肢］から1つずつ選び、記号で記せ。
ただし、いずれも該当しない場合は（へ）とせよ。

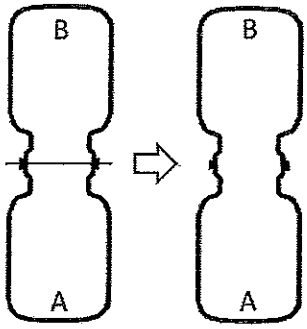

図1

［選択肢］（ア）変化は起こらない。

（イ）気体a、bは徐々に入れ替わり、やがて集気瓶Aは気体bで満たされ、集気瓶Bは気体aで満たされる。

（ウ）気体a、bは徐々に混じり合い、やがて気体aの濃度は集気瓶Aの底部で最高、集気瓶Bの底部で最低、気体bの濃度は集気瓶Bの底部で最高、集気瓶Aの底部で最低となる濃度勾配が形成される。

（エ）気体a、bは徐々に混じり合い、やがて気体aの濃度は集気瓶Bの底部で最高、集気瓶Aの底部で最低、気体bの濃度は集気瓶Aの底部で最高、集気瓶Bの底部で最低となる濃度勾配が形成される。

（オ）気体は徐々に混じり合い、やがて均一になる。

聖マリアンナ医科大学 検 27.1.27 下版 製本 (M3(173—20))

〔2〕窒素（気体）1 mol は水素（気体）と反応してアンモニア（気体）を生じた。次の問いに答えよ。

1）この反応を熱化学方程式で表せ。

2）この反応を促進する条件を［選択肢］から１つ選び、記号で記せ。
ただし、いずれも該当しない場合は（へ）とせよ。

［選択肢］（ア）高温・高圧　（イ）高温・低圧　（ウ）低温・高圧　（エ）低温・低圧

〔3〕2.0×10^{-4} g の水素（気体）を注射器に閉じ込め、一定の温度 T、一定の圧力 P でピストンを押すと、水素は圧縮され、体積が2.0 mL になって止まった。水素の代わりに6.0×10^{-4}g のヘリウム（気体）を注射器に閉じ込め、同条件で圧縮すると、ピストンが止まるときのヘリウムの体積はいくらか。有効数字２桁で求めよ。

〔4〕軽い打撲や捻挫などの応急処置に用いられる冷却スプレーには、直鎖状アルカンの液化混合ガスが入っている。この液化ガス90 g は、27℃、大気圧（1.0×10^5 Pa）の下で、39 L の気体になった。この混合ガスの物質量の９割以上を占める主成分であるアルカンの名称と分子式を記せ。

〔5〕質量％濃度が0.9％の塩化ナトリウム水溶液を大気圧（1.0×10^5 Pa）の下で加熱したところ、100.16℃で沸騰を始めた。同濃度のスクロース水溶液を同条件で加熱したとき、沸騰が始まる温度を小数第２位まで求めよ。ただし、水溶液はいずれも希薄溶液としてふるまうものとし、水溶液中の塩化ナトリウムの電離度は1.0とする。
図２にスクロースの構造式を示す。

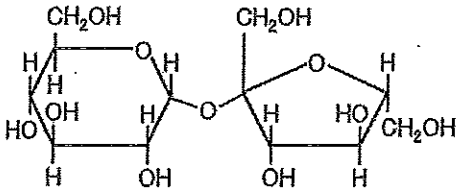

図２

以　上

27.1.27