# 福岡大学

2021 年度　一般選抜　化学

（2 科目　120 分）

**1** 次の問 1〜問 3 に答えよ。解答はそれぞれの解答群より適するものを 1 つずつ選び，番号で答えよ。

問 1　青銅は銅とスズの合金である。7.24 kg の青銅 A（質量パーセント：Cu 90.0 %，Sn 10.0 %）と 0.76 kg の青銅 B（Cu 70.0 %，Sn 30.0 %）を混合して融解し，均一な青銅 C をつくった。1.00 kg の青銅 C に含まれるスズの物質量 (mol) はいくらか。最も近い値を次の (1)〜(6) から選び，番号で答えよ。ただし，原子量は Cu = 63.5，Sn = 119.0 とする。

(1) 0.7　　(2) 1.0　　(3) 1.3

(4) 1.6　　(5) 1.9　　(6) 2.2

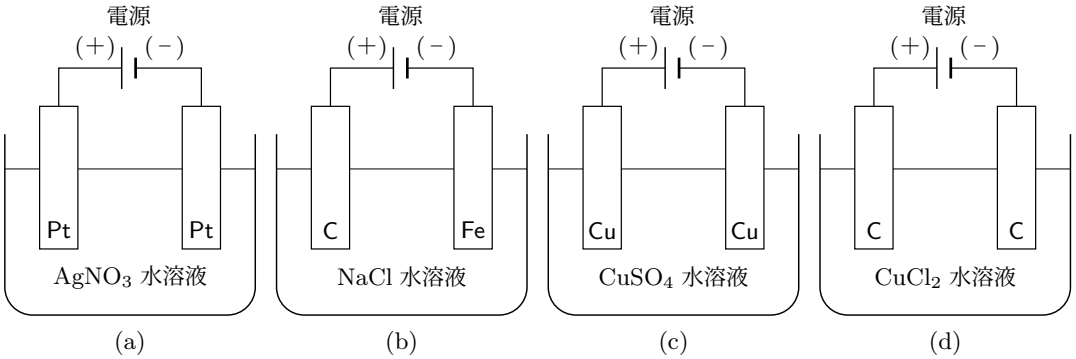
問 2　ナフタレンの水素原子 2 個をメチル基 2 個に置き換えた化合物には，何種類の構造異性体が考えられるか。次の (1)〜(9) から選び，番号で答えよ。

(1)　7 種類　　(2)　8 種類　　(3)　9 種類

(4) 10 種類　　(5) 11 種類　　(6) 12 種類

(7) 13 種類　　(8) 14 種類　　(9) 15 種類

問 3　次の装置 (a)〜(d) を用いて，それぞれ 386 C の電気量で電気分解を行った。陽極で $2.00 \times 10^{-3}$ mol の気体が発生する装置はどれか。正しい組み合わせを下の (1)〜(6) から選び，番号で答えよ。ただし，ファラデー定数を $F = 9.65 \times 10^{4}$ C/mol とし，発生した気体は電解液に溶けないものとする。




(1) a と b　　(2) a と c　　(3) a と d

(4) b と c　　(5) b と d　　(6) c と d

**2** 次の文を読み，下の問 1〜問 7 に答えよ。ただし，原子量は H = 1.0, N = 14.0, O = 16.0, Mg = 24.0, Al = 27.0, S = 32.0, Cl = 35.5, Ca = 40.0, Fe = 56.0, Cu = 63.5, Zn = 65.5, Ag = 108.0, Au = 197.0, Pb = 207.0 とする。

金属箔（はく）とは，金属を薄く打ち延ばしたもので，そのうち，金を主成分とする金箔は古来より美術工芸品の制作に利用されている。また，金箔と似た色調を持つものに洋箔が知られており，金箔の代用として装飾品に用いられることがある。アルミニウムを主成分とするアルミ箔は，錠剤のパッケージ，調理用の使い捨て容器などに活用されており，最も身近な金属箔である。現在ではさまざまな金属箔が開発されており，エレクトロニクス産業では不可欠の素材である。

これらの金属箔の組成を調査するために，以下の実験 1〜3 を行った。実験の結果，いずれの金属箔も，それぞれ 2 種類の金属のみを含むことが判明した。

**実験 1　金箔を構成する金属を調べる**

丸めた金箔を，濃硝酸の入った試験管に入れると (a) 気体が発生し，金色の不溶物が残った。この不溶物をろ過して取り除いたのち，ろ液に食塩水を加えると，白色の沈殿 A が生成した。ろ過して得られた (b) 沈殿 A はろ紙上に放置すると，沈殿の色が灰色を経て黒色に変化していった。

**実験 2　洋箔を構成する金属を調べる**

(c) 丸めた洋箔を加熱すると，灰色の粉末が得られた。この粉末を希塩酸に加えて加熱すると，すべて溶解し青色の溶液になった。この溶液に十分な量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると，水酸化銅 (II) の沈殿が生成した。ろ過して得られた水酸化銅 (II) を穏やかに加熱すると，［　ア　］色に変化した。続いて，ろ液に硫化水素を吹き込むと白色の沈殿 B が生成した。

**実験 3　アルミ箔を構成する金属を調べる**

丸めたアルミ箔を，希塩酸の入った試験管に入れると，気体が発生し，ほぼ透明な溶液になった。この溶液を 2 本の試験管に分けた。一方の試験管に水酸化ナトリウム水溶液を加えると，2 種類の沈殿 C，D が生成した。さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えると，沈殿 C は溶け残ったが，(d) 沈殿 D は完全に溶解した。もう一方の試験管にヘキサシアニド鉄 (III) 酸カリウム水溶液を加えると濃青色沈殿を生じた。

問 1　沈殿 A〜C に含まれる金属イオンのイオン式として最も適するものを次の (1)〜(9) から選び，番号で答えよ。

(1) $Mg^{2+}$　(2) $Al^{3+}$　(3) $Ca^{2+}$
(4) $Fe^{2+}$　(5) $Fe^{3+}$　(6) $Cu^{2+}$
(7) $Zn^{2+}$　(8) $Ag^{+}$　(9) $Pb^{2+}$

問 2　文中の空欄［　ア　］に当てはまる色として最も適するものを，次の (1)〜(6) から選び，番号で答えよ。

(1) 白　(2) 赤褐　(3) 黒
(4) 濃青　(5) 黄　(6) 紫

問 3　下線部 (a) の気体の化学式として最も適するものを，次の (1)〜(5) から選び，番号で答えよ。

(1) $H_2$　(2) $CO_2$　(3) NO
(4) $NO_2$　(5) $O_2$

問 4　下線部 (b) について，この反応の化学反応式を記せ。

問 5　下線部 (c) について，ある質量の洋箔を用いて実験を行ったところ，0.975 g の水酸化銅 (II) と 0.195 g の沈殿 B が得られた。この洋箔中の銅の質量パーセント (%) はいくらか。四捨五入の上，**整数**で答えよ。ただし，反応は完全に進行したものとする。

問 6　下線部 (d) について，沈殿 D に含まれる金属イオンは，この溶液中でどのような状態で存在しているか。イオン式で答えよ。

問 7　この実験を行っていたところ，金箔と洋箔の区別がつかなくなり，両者が数枚ずつ混じってしまった。そこで，金箔と洋箔の混合物に希硝酸を加えたのち，不溶物をろ過し，ろ液を 3 本の試験管 x〜z に分けた。そして，次のような操作を行ったところ，化学変化が生じた。それぞれの試験管の変化として最も適するものを下の (1)〜(4) から選び，番号で答えよ。ただし，同じ番号を何度用いてもよい。

**操作**

**試験管 x**　水酸化ナトリウム水溶液を十分に加える。

**試験管 y**　塩酸を十分に加える。

**試験管 z**　アンモニア水を十分に加える。

(1) 1 種類の塩からなる沈殿が生成した。

(2) 2 種類の塩からなる沈殿が生成した。

(3) 3 種類の塩からなる沈殿が生成した。

(4) いったん沈殿を生じたが，やがて沈殿はすべて溶解した。

**3** 次の文を読み，下の問 1〜問 5 に答えよ。

水素 $H_2$ とヨウ素 $I_2$ からヨウ化水素 HI が生成する化学反応は，HI が分解して $H_2$ と $I_2$ が生成する反応も起こりうるので，［あ］とよばれる。

$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2\,HI \qquad (1)$$

［あ］において右向き $\longrightarrow$ の反応を正反応，左向き $\longleftarrow$ の反応を逆反応という。等しい物質量の $H_2$ と $I_2$ を反応させたときの，各物質の濃度の時間変化を表すと図 1 のようになる。

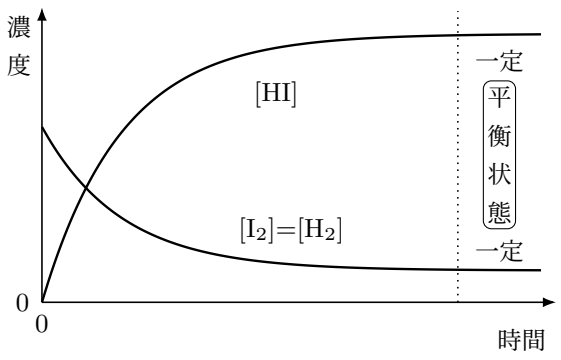
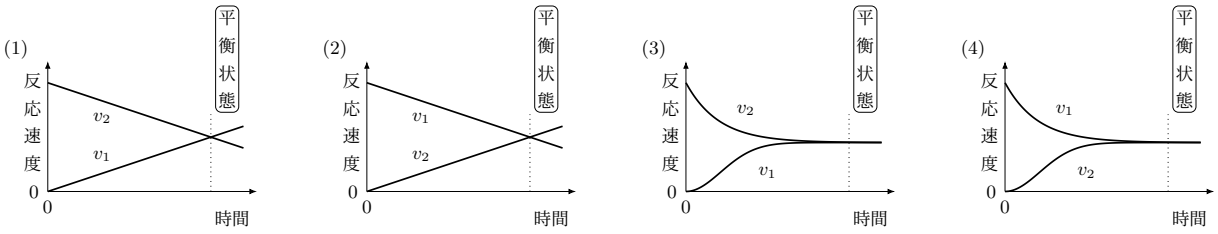



**図 1**

問 1　文中の空欄［　あ　］にあてはまる語句を記せ。

問 2　文中の (1) 式の反応における正反応の反応速度 $v_1$ および逆反応の反応速度 $v_2$ の時間変化を表した図はどれか。最も適切なものを次の (1)〜(4) から選び，番号で答えよ。




問 3　密閉容器に $H_2$ と $I_2$ をそれぞれ 1.0 mol/L ずつ入れ，ある一定温度に保ったところ反応が起こり，$[H_2]$ (mol/L) が次の表のように時間とともに変化した。下の問 (i) および (ii) に答えよ。

| 時間 (min) | $[H_2]$ (mol/L) |
|---|---|
| 2 | 0.72 |
| 4 | 0.56 |
| 8 | 0.40 |
| 9 | 0.38 |

(i)　$H_2$ の反応速度の単位は何か。最も適するものを次の (1)〜(4) から選び，番号で答えよ。

(1) L/mol　　(2) /min

(3) L/(mol·min)　　(4) mol/(L·min)

(ii)　反応開始後 2〜4 分間の $H_2$ の平均の反応速度は，反応開始後 8〜9 分間の $H_2$ の平均の反応速度の何倍か。最も適するものを次の (1)〜(4) から選び，番号で答えよ。

(1) $\frac{1}{2}$ 倍　　(2) 2 倍　　(3) 4 倍　　(4) 8 倍

問 4　4.0 L の密閉容器に $H_2$ と $I_2$ を 1.0 mol ずつ入れ，一定温度に保って平衡状態としたところ HI

が 1.6 mol 生じた。下の問 (i)〜(iv) に答えよ。

(i)　平衡定数の値はいくらか。最も近い値を次の (1)〜(4) から選び，番号で答えよ。

(1) 8　　(2) 40　　(3) 64　　(4) 200

(ii)　正反応の反応速度定数 $k_1$ が 0.20 L/(mol·min) のとき，逆反応の反応速度定数 $k_2$ の値 (L/(mol·min)) はいくらか。**有効数字 2 桁**で求めよ。

(iii)　$k_1$ と $k_2$ は時間によってどのように変化するか。正しいものを下の表の (1)〜(5) から選び，番号で答えよ。

| | $k_1$ | $k_2$ |
|---|---|---|
| (1) | 増　加 | 増　加 |
| (2) | 増　加 | 減　少 |
| (3) | 減　少 | 減　少 |
| (4) | 減　少 | 増　加 |
| (5) | 変わらない | 変わらない |

(iv)　同じ温度のまま，容器に $H_2$ と $I_2$ を 0.40 mol ずつ新たに加えた。ふたたび平衡状態になったときの [HI] (mol/L) はいくらか。最も近い値を次の (1)〜(4) から選び，番号で答えよ。

(1) 0.56　　(2) 0.60　　(3) 2.2　　(4) 2.4

問 5　$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2\,HI$ の反応において，活性化状態とエネルギー，正反応の反応進行度の関係を図 2 に示す。下の問 (i)〜(iv) に答えよ。

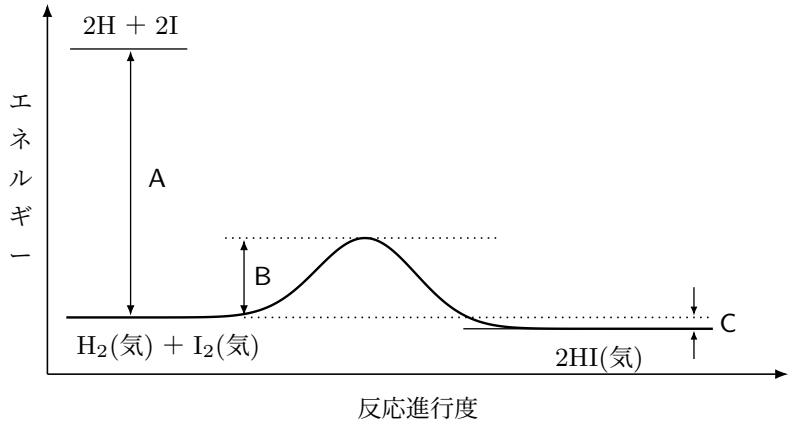



**図 2**

(i)　図 2 中の A，B，C は様々な状態のエネルギー差を示している。正反応の活性化エネルギーと反応熱に対応するものはどれか。正しい組み合わせを次の (1)〜(6) から選び，番号で答えよ。

| | 活性化エネルギー | 反応熱 |
|---|---|---|
| (1) | A | B |
| (2) | A | C |
| (3) | B | A |
| (4) | B | C |
| (5) | C | A |
| (6) | C | B |

(ii)　この反応が起こる温度を高くすると，平衡はどのように変化するか。正しいものを次の (1)〜(3) から選び，番号で答えよ。

(1) 左へ移動　　(2) 右へ移動　　(3) 変化しない

(iii) 平衡移動の原理を発見した人物は誰か。正しいものを次の (1)〜(4) から選び，番号で答えよ。

(1) ルシャトリエ　　(2) ボイル

(3) アボガドロ　　(4) ヘス

(iv) 触媒の役割に関する次の記述のうち，正しいものを次の (1)〜(5) から **2 つ**選び，番号で答えよ。

(1) 反応速度を変える　　(2) 平衡を移動させる

(3) 平衡定数の値を変える　　(4) 平衡時の生成物の量を増やす

(5) 活性化エネルギーを変える

**4** アミノ酸およびペプチドについて述べた次の文を読み，下の問 1〜問 5 に答えよ。ただし，原子量は H = 1.0，C = 12.0，N = 14.0，O = 16.0 とする。

アミノ酸は分子中に酸性を示す［ ア ］基と塩基性を示すアミノ基をもつ。これらの基が同一の炭素原子に結合したものを特に $\alpha$-アミノ酸といい，一般的に図 1 に示す構造式で表される。なお，側鎖 R の違いによってアミノ酸の種類が決まる。R が［ イ ］であるアミノ酸をグリシン，R が［ ウ ］であるアミノ酸をアラニンという。グリシン以外のアミノ酸には分子中に不斉炭素原子が存在するので，一対の［ エ ］異性体（D 型，L 型に区別される）が存在する。

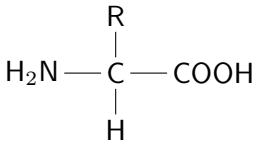



**図 1**　一般的なアミノ酸の構造式

$\alpha$-アミノ酸はタンパク質を構成する主要な成分であり，生体のタンパク質を加水分解すると，約［ オ ］種類のアミノ酸を生じる。このうち一部は，ほかのアミノ酸からヒトの生体内で合成される。一方，ヒトの生体内で合成されないか，または合成されにくいものを［ カ ］アミノ酸といい，食品から摂取する必要がある。

アミノ酸にアルコールを作用させて［ ア ］基をエステル化すると，酸としての性質を失う。一方，アミノ酸に無水酢酸を作用させると，アミノ基が［ キ ］化され，塩基としての性質を失う。

1 つのアミノ酸の［　ア　］基と，別のアミノ酸のアミノ基の間で脱水縮合が起こると，アミド結合ができる。このように，アミノ酸どうしから生じたアミド結合を，特にペプチド結合という。脱水縮合してアミノ酸 2 分子が結合したものは (あ) ジペプチド，3 分子が結合したものは (い) トリペプチド，多数のアミノ酸が鎖状に結合したものは (う) ポリペプチドという。

問 1　文中の空欄［　ア　］～［　キ　］に最も適するものを次の (11)～(30) から選び，番号で答えよ。

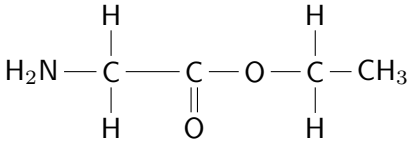
(11) アルキル　(12) カルボキシ　(13) ホルミル
(14) $-H$　(15) $-CH_3$　(16) $-CH_2OH$
(17) 構　造　(18) 幾　何　(19) 鏡　像
(20) 10　(21) 20　(22) 30
(23) 天　然　(24) 人　工　(25) 必　須
(26) アセタール　(27) アセチル　(28) スルホ
(29) イオン　(30) エーテル

問 2　アミノ酸の性質に関する次の記述 (1)～(4) のうち，**誤っているもの**を選び，番号で答えよ。

(1) アミノ酸は一般に水に溶けやすく，ジエチルエーテルなどの有機溶媒には溶けにくい。
(2) アミノ酸は水溶液中では，陽イオン，双性イオン，陰イオンが平衡状態にあり，水溶液の pH の変化により各イオンの存在比率が変わる。
(3) 酸性アミノ酸は酸性側に，塩基性アミノ酸は塩基性側に，等電点をもつ。
(4) アミノ酸の水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると，紫色に呈色する。

問 3　下線部 (あ) に関して，アスパルテームは，世界中で最も多量に使用されている人工甘味料である。アスパルテームは，アスパラギン酸とフェニルアラニンのジペプチドをメタノールでエステル化した構造をもつ。図 2 の破線で囲んだ空欄にあてはまる部分構造をそれぞれ補って，アスパルテームの構造式を完成せよ。

〔解答例〕



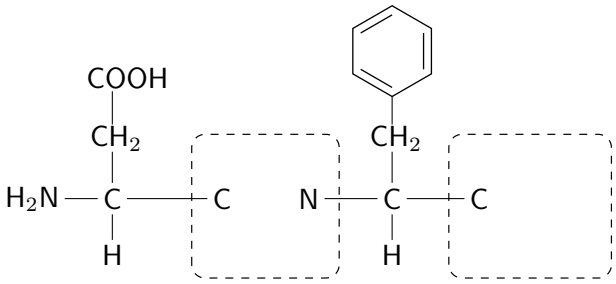


**図 2**　アスパルテームの構造式

問 4　下線部 (い) に関して，グリシン，L 型のアラニン，L 型のメチオニンのそれぞれ 1 分子からできる鎖状のトリペプチドの構造異性体は何種類あるか。

問 5　下線部 (う) に関して，100 個のアラニンが縮合重合したポリペプチド中の窒素の含有率（質量 %）でいくらか。**有効数字 2 桁**で答えよ。