山形大学

2026 年度　前期日程　化学

（2 科目　120 分）

注　意　事　項

医学部受験者は第 1 問，第 3 問，第 4 問，第 5 問の 4 問を解答してください。

次の 1〜5 の記載事項にしたがって解答しなさい。

1. 必要ならば，次の数値を使用しなさい。

原子量　H = 1.00　C = 12.0　N = 14.0　O = 16.0　S = 32.1　Cl = 35.5　Ca = 40.1

Cu = 63.5　Zn = 65.4

気体定数　8.31×10^3 Pa·L/(mol·K)

ファラデー定数　9.65×10^4 C/mol

絶対零度　−273 ℃

2. 解答に字数の制限がある場合は，次の例に示すように，句読点，数字，アルファベット，および記号も 1 字として記しなさい。

（例）

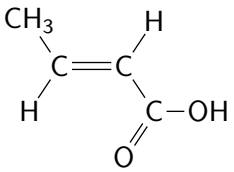
C	4	H	8	N	2	を	8	0	°	C	で	,	I	r	3	+	と	反	応	さ	せ

3. 計算過程を記す問題の計算結果は，破線で区切った枠内に記しなさい。

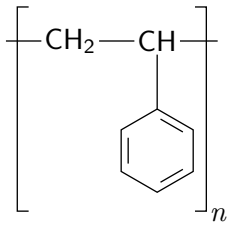
4. 解答欄に単位が記されている場合は，その単位を使用して解答しなさい。

5. 構造式は次の例にしたがって記しなさい。

（例 1）



（例 2）



第1問　次の問い（問 1〜問 4）に答えなさい。

問 1　次の文章を読み，下の（1）〜（3）の問いに答えなさい。

原子 1 個の質量は非常に小さく，てんびんで直接測定することはできない。そこで，(a) 質量数 **A** の **ア** 原子 1 個の質量を **B** とし，これを基準として種々の原子 1 個の質量を相対的な値（相対質量）で表す。元素には同位体が存在するものが多く，その存在比は自然界ではほぼ一定である。各元素の同位体の相対質量と存在比から求めた平均値をその元素の原子量という。

（1）　空欄 **A**，**B** にあてはまる適切な数字および空欄 **ア** にあてはまる適切な元素名をそれぞれ記しなさい。

（2）　下線部 (a) が 2.00×10^{-23} g であるとき，1 個の質量が 6.66×10^{-23} g である原子の相対質量を求め，小数第 1 位まで記しなさい。計算過程も記しなさい。

（3）　表 1 に示すマグネシウム Mg の同位体の相対質量および存在比をもとに，Mg の原子量を求め，小数第 1 位まで記しなさい。計算過程も記しなさい。

表 1　Mg の同位体

同位体	相対質量	存在比/%
^{24}Mg	24.00	79.0
^{25}Mg	25.00	10.0
^{26}Mg	26.00	11.0

問 2　ダニエル電池は，銅板を硫酸銅（II）の水溶液に浸したものと，亜鉛板を硫酸亜鉛の水溶液に浸したものとを，素焼き板で隔てて組み合わせた電池である。これについて次の（1）〜（3）の問いに答えなさい。

（1）　ダニエル電池の負極活物質と正極活物質の名称をそれぞれ記しなさい。

（2）　放電時に，負極と正極で起こる反応をそれぞれ電子 e^- を用いたイオン反応式で記しなさい。

（3）　ダニエル電池を電球につないで 0.20 A の電流を 32 分 10 秒間流した。このとき負極が増減する質量を，増える場合は＋，減る場合は－を付して有効数字 2 桁で記しなさい。計算過程も記しな

さい。

問 3　中和滴定に関する次の文章を読み，下の（1）～（4）の問いに答えなさい。

6.30 g のシュウ酸二水和物 $(COOH)_2 \cdot 2\,H_2O$ を含む水溶液を［ア］に入れ，純水で希釈して正確に 500 mL にした。得られた溶液から［イ］を用いて正確に 10 mL を取り出し，指示薬とともに［ウ］に入れた。(a) 濃度未知の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を［エ］に入れ，［ウ］に少しずつ滴下したところ，終点までに 25.00 mL の水酸化ナトリウム水溶液を要した。

（1）　空欄［ア］～［エ］それぞれにあてはまる最も適切なガラス器具の名称を記しなさい。

（2）　（1）で答えたガラス器具のうち，純水で洗浄した後，内部が純水でぬれたまま使用できるものをすべて選んで，**ア～エ**の記号で記しなさい。

（3）　（2）で選ばなかった器具については，使用前に「共洗い」という操作を行う必要がある。この操作の手順を 20 字以内で記しなさい。

（4）　下線部 (a) の濃度を求め，有効数字 2 桁で記しなさい。計算過程も記しなさい。

問 4　ブタン C_4H_{10} の燃焼について次の（1），（2）の問いに答えなさい。ただし，25 ℃，1.013×10^5 Pa でのブタンの燃焼エンタルピーを -2842 kJ/mol とする。

（1）　ブタンの完全燃焼を，エンタルピー変化を付した反応式で記しなさい。

（2）　ブタン 10 g が完全燃焼したときに放出される熱量を求め，単位とともに有効数字 2 桁で記しなさい。計算過程も記しなさい。

第3問　次の問い（問 1，問 2）に答えなさい。

問 1　次の文章を読み，下の（1）～（5）の問いに答えなさい。

周期表の 2 族元素を［ア］金属といい，いずれも［イ］個の価電子をもち，［イ］価の陽イオンになりやすい。カルシウムは第［ウ］周期の元素であり，同周期の 1 族元素である［エ］より融点は［オ］，密度は［カ］。単体のカルシウムは水と反応して気体の［キ］を発生する。(a) 水酸化カルシウムの飽和水溶液に二酸化炭素を通すと化合物 **A** の白色沈殿が生じる。(b) さらに二酸化炭素を通すと白色沈殿が溶ける。カルシウムの化合物は有機化合物の生成に利用できる。例えば，(c) 炭化カルシウムに水を加えると，水酸化カルシウムと化合物 **B**（気体）が生じる。(d) 酢酸カルシウムを空気を遮断して加熱分解（乾留）すると，化合物 **A** と化合物 **C** が生じる。

(1)　空欄［ア］～［キ］それぞれにあてはまる適切な語句または数字を記しなさい。ただし，［オ］については「高く」または「低く」，［カ］については「大きい」または「小さい」より選びなさい。

(2)　下線部 (a) および (b) の反応をそれぞれ反応式で記しなさい。

(3)　下線部 (c) の反応で，不純物を含む 0.580 g の炭化カルシウムを十分量の水と反応させると，標準状態で 112 mL の化合物 **B** が生じた。反応に用いた炭化カルシウムの純度（質量 %）を求め，有効数字 2 桁で記しなさい。計算過程も記しなさい。ただし，炭化カルシウムはすべて反応したものとし，不純物からは化合物 **B** が生じないものとする。ここで，0 ℃，1.013×10^5 Pa を標準状態とし，化合物 **B** は理想気体として扱う。

(4)　下線部 (c) で生じた化合物 **B** を高温の赤熱した鉄に触れさせると，沸点が 80 ℃である化合物 **D** が生じた。化合物 **D** の名称を記しなさい。

(5)　下線部 (d) の反応を反応式で記しなさい。ただし，有機化合物は示性式で記しなさい。

問 2　次の文章を読み，下の（1）～（4）の問いに答えなさい。

0.200 mol/L の $Cu(NO_3)_2$ の水溶液 1.00 mL を試験管にとり，それに 0.200 mol/L の塩酸 1.00 mL を加え，よく振り混ぜると体積が 2.00 mL の水溶液となった。(a) この溶液に H_2S を十分に通じると，［ア］色の CuS の沈殿を生じた。CuS（固）と電離した Cu^{2+} と S^{2-} との間には（式 1）のような電離平衡が成り立ち，（式 2）に示す $[Cu^{2+}]$ と $[S^{2-}]$ の積（K_{CuS}）は飽和水溶液中であれば一定になる。この定数 K_{CuS} を［イ］という。

$$CuS（固） \rightleftharpoons Cu^{2+} + S^{2-} \qquad （式 1）$$

$$K_{CuS} = [Cu^{2+}][S^{2-}] \qquad （式 2）$$

H_2S については水溶液中で（式 3）の電離平衡が成り立ち，その平衡定数は $1.00 \times 10^{-21}\,\mathrm{mol^2/L^2}$ であった。

$$H_2S \rightleftharpoons 2\,H^+ + S^{2-} \qquad \text{（式 3）}$$

$0.200\,\mathrm{mol/L}$ の $Zn(NO_3)_2$ の水溶液 $1.00\,\mathrm{mL}$ を別の試験管にとり，ここに少量のアンモニア水を加えると沈殿を生じた。さらに過剰のアンモニア水を加えると，［ ウ ］とよばれる錯イオンを生じ沈殿が溶解した。この溶液に H_2S を通じると，［ エ ］色の沈殿が生じた。

(1)　空欄［ ア ］～［ エ ］それぞれにあてはまる適切な語句を記しなさい。

(2)　下線部 (a) で得られた水溶液中の Cu^{2+} と S^{2-} のモル濃度を求め，有効数字 2 桁で記しなさい。計算過程も記しなさい。ただし，$K_{CuS} = 6.50 \times 10^{-30}\,\mathrm{mol^2/L^2}$，$H_2S$ の飽和濃度を $0.100\,\mathrm{mol/L}$ とする。また，H_2S を十分に通じても溶液の pH や体積に変化はないものとする。

(3)　$0.200\,\mathrm{mol/L}$ の $Zn(NO_3)_2$ 水溶液に H_2S を通じた。ZnS の沈殿が生じはじめたときの S^{2-} のモル濃度は $1.10 \times 10^{-17}\,\mathrm{mol/L}$ であった。この結果を用いて K_{ZnS}（$= [Zn^{2+}][S^{2-}]$）を求め，有効数字 2 桁で記しなさい。

(4)　$Cu(NO_3)_2$ と $Zn(NO_3)_2$ を同濃度で含む水溶液に，ある条件で H_2S を通じると，Cu^{2+} または Zn^{2+} のどちらか一方からなる化合物が沈殿した。この化合物を沈殿させる条件と，その化合物の化学式を記しなさい。また，その化合物のみが沈殿する理由を 30 字以内で記しなさい。

第 4 問　次の文章を読み，下の（1）～（12）に答えなさい。

化合物 **A**，**G**，**M** は，エステル結合をもつ化合物である。

A（分子式 $C_{12}H_{20}O_4$）を加水分解すると，マレイン酸の (a) シス-トランス異性体である **B**，アルコール **C** およびアルコール **D** が生成した。**C**，**D** の沸点はそれぞれ 99 ℃，118 ℃であった。**C** と **D** に濃硫酸を加えて加熱すると，**C** からは 1-ブテンと 2-ブテンが生じ，**D** からは 1-ブテンのみが生じた。**C** と **D** を，二クロム酸カリウムを用いて酸化すると，**C** は化合物 **E** に，**D** は化合物 **F** へと変化した。**E** と **F** をフェーリング液に加えて加熱すると，**E** は反応しなかったが **F** は (b) 赤色沈殿を生じた。

G（分子式 $C_7H_{12}O_2$）を加水分解すると，カルボン酸 **H** とアルコール **I** が生成した。**H** は (c) 酢酸エチルを加水分解することによっても得られる。**I** は不斉炭素原子と炭素-炭素二重結合をもつが，(d) **I** の二重結合に水素が付加して得られる **J** は不斉炭素原子をもたなかった。**J** を脱水すると，シス形の (e) アルケン **K** とトランス形のアルケン **L** を生成した。

M を加水分解したところ，グリセリン（$HOCH_2CH(OH)CH_2OH$）と，オレイン酸（$C_{17}H_{33}COOH$）とパルミチン酸（$C_{15}H_{31}COOH$）と飽和脂肪酸 **N** が得られた。この **M** 172.0 mg を完全燃焼させたとこ

ろ，二酸化炭素 484.0 mg と水 187.2 mg が生成した。

(1)　化合物 **A**〜**F** の構造式をそれぞれ記しなさい。

(2)　マレイン酸と化合物 **B** をそれぞれ加熱すると，一方は反応しないが，もう一方は脱水して化合物 **O** になる。化合物 **O** の構造式を記しなさい。

(3)　下線部 (a) について，このような異性体が存在する理由を「回転」という語句を用いて 24 字以内で記しなさい。

(4)　下線部 (b) を化学式で記しなさい。

(5)　化合物 **A**〜**F** のうち，ヨードホルム反応を示す化合物をすべて選び，記号で記しなさい。

(6)　化合物 **A**〜**F** のうち，炭酸水素ナトリウム水溶液に加えて気泡を発生する化合物をすべて選び，記号で記しなさい。

(7)　化合物 **G**，**K**，**L** の構造式をそれぞれ記しなさい。不斉炭素がある場合は不斉炭素に＊を記しなさい。

(8)　下線部 (c) を反応式で記しなさい。

(9)　下線部 (d) について，4.3 g の化合物 **I** をすべて化合物 **J** にするために必要な水素の物質量を求め，有効数字 2 桁で記しなさい。

(10)　構造異性体が下線部 (e) になるものを，次の①〜④から 1 つ選び，番号で記しなさい。
① アルカン　② アルキン　③ シクロアルカン　④ シクロアルケン

(11)　化合物 **M**，**N** の分子式をそれぞれ記しなさい。

(12)　化合物 **M** のように，グリセリンと高級脂肪酸からなるエステルの総称を記しなさい。

第5問　次の問い（問 1，問 2）に答えなさい。

問 1　次の文章を読み，下の（1）～（6）の問いに答えなさい。

芳香族化合物は，染料や合成樹脂の原料として様々な分野で利用されている。ニトロベンゼンにスズと濃塩酸を加えて加熱し，得られた塩に水酸化ナトリウム水溶液を加えると芳香族化合物である［ア］が遊離する。［ア］を塩酸に溶かし，(a) 氷冷しながら［イ］水溶液を加えると，塩化ベンゼンジアゾニウムが生成する。さらにナトリウムフェノキシド水溶液を加えると橙赤色の化合物 **A** が生成する。**A** などのアゾ化合物は染料として用いられる。

ベンゼンの水素原子 1 つをビニル基で置換した化合物を［ウ］という。［ウ］を付加重合すると，(b) 加熱すると軟化し，冷却すると再び硬化する性質をもつ合成樹脂が生成する。ベンゼンの水素原子 2 つをメチル基で置換した化合物の名称を［エ］といい，置換基の位置が異なる［オ］個の異性体がある。

ベンゼンの水素原子 2 つをカルボキシ基で置換した化合物にも［オ］個の異性体があり，(c) これらのうち 1 つの異性体とエチレングリコールとの縮合重合はペットボトルに用いられる合成樹脂を与える。

（1）　空欄［ア］～［オ］それぞれにあてはまる適切な物質名または数字を記しなさい。

（2）　下線部 (a) で得られた水溶液を室温で放置したときに起こる反応を，構造式を用いた反応式で記しなさい。

（3）　化合物 **A** の構造式を記しなさい。

（4）　下線部 (b) の性質を示す物質を次の①～⑤からすべて選び，番号で記しなさい。

① ナイロン 66　　② フェノール樹脂　　③ アミノ樹脂

④ ポリプロピレン　　⑤ ポリ塩化ビニル

（5）　下線部 (c) を化学反応式で記しなさい。

（6）　分子式が C_9H_{12} である 8 つの芳香族化合物の構造式を記しなさい。

問 2　次の文章を読み，下の（1）～（5）の問いに答えなさい。

多糖類のデンプンやグリコーゲンは，天然高分子化合物の代表例であり，単糖である［ア］が脱水縮合した構造をもつ。［ア］だけでなく［イ］や［ウ］などの単糖で構成される糖類も存在する。例えば，二糖類のスクロースは［ア］と［イ］から構成され，ラクトースは［ア］と［ウ］から構成される。

いくつかの α-アミノ酸が脱水縮合してアミド結合でつながってできる化合物をペプチドといい，3 つの α-アミノ酸が縮合したものをトリペプチドという。例えば，グリシン，アラニン，チロシン各 1 分子からなる直鎖状のトリペプチドには［A］種類の構造異性体が存在する。タンパク質はおもに多数のペプ

チドからなる高分子化合物である。自然界のタンパク質を構成する主要な α-アミノ酸は［ B ］種類ある。

その他の天然高分子化合物には，天然ゴムがある。天然ゴムの主成分はポリ［ エ ］である。

(1) 空欄［ ア ］～［ エ ］それぞれにあてはまる適切な化合物の名称を記しなさい。

(2) 空欄［ A ］にあてはまる適切な数字を記しなさい。また，空欄［ B ］にあてはまる数字を 10，20，30，40 から選び，記しなさい。

(3) グリコーゲンの性質や特徴にあてはまるものを次の①～⑤からすべて選び，番号で記しなさい。ただし，該当するものがない場合には，解答欄に「なし」と記しなさい。

① ヨウ素溶液によって呈色する。　② 酸を加えて加水分解すると還元性を示す。

③ 植物の細胞壁の主成分である。　④ 卵白や血清に多く含まれる。

⑤ 動物の肝臓や筋肉に多く含まれる。

(4) チロシンの性質や特徴にあてはまるものを次の①～⑥からすべて選び，番号で記しなさい。ただし，該当するものがない場合には，解答欄に「なし」と記しなさい。

① ビウレット反応を示す。　② ニンヒドリン反応を示す。

③ キサントプロテイン反応を示す。　④ メチル基を含む。

⑤ 鏡像異性体がない。　⑥ アミノ基を 2 つ含む。

(5) グリシン（$C_2H_5NO_2$）のみからなる直鎖状のペプチドがある。このペプチド 33.3 mg を溶解した水溶液 100 mL の 30 ℃における浸透圧は 2.77×10^3 Pa であった。このペプチドはグリシンが平均して何分子結合したものか，有効数字 2 桁で記しなさい。計算過程も記しなさい。ただし，分子間にはたらく力によるペプチド分子どうしの結びつきは無視できるものとする。