化　学

すべての設問にわたって，解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。
原子量　H：1.0　　C：12　　O：16　　Al：27　　Zn：65.4　　Br：80
水のイオン積　$K_w = 1.0 \times 10^{-14}(\mathrm{mol/L})^2$
気体定数　$R = 8.3 \times 10^3\ \mathrm{Pa \cdot L/(mol \cdot K)}$

1　次の問1～10に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 10 〕

問1　化学物質と社会との関わりに関する記述として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 1

① プラスチックのリサイクルについて，プラスチックを原料になる物質まで分解して再び材料として利用することをマテリアルリサイクルという。
② 洗剤は，濃度が高ければ高いほど，洗浄力が上がる。
③ アスコルビン酸は酸化剤なので，食品添加物として酸化防止剤に用いられる。
④ アルミニウムをリサイクルによって再生すると，ボーキサイトから製造するときの約半分のエネルギーで済む。
⑤ 糖類の発酵によってつくられるバイオエタノールは，消毒剤や自動車燃料などに用いられる。

問2　濃度未知の酢酸を，濃度既知の水酸化ナトリウム水溶液を用いて中和滴定する際，その操作法や使用する器具に関する次の①～⑤の記述のうち，誤りを含むものを一つ選びなさい。 2

① コニカルビーカーが純水でぬれていても，そのまま使用する。

② メスフラスコが純水でぬれていても，そのまま使用する。

③ ホールピペットが純水でぬれているとき，加熱乾燥させてから，用いる水溶液で共洗いして使用する。

④ ビュレットが純水でぬれているとき，用いる水溶液で共洗いして使用する。

⑤ 酸や塩基をホールピペットで吸うときは，口で直接吸わないようにする。

問3　濃度がともに 0.10 mol/L である酢酸（水溶液 A），酢酸ナトリウム水溶液（水溶液 B），水酸化ナトリウム水溶液（水溶液 C）に関する記述として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 3

① 水溶液 A を水溶液 C で滴定するとき，指示薬はメチルオレンジを使用する。

② 水溶液 A と水溶液 B を等体積ずつ混合した溶液に，水溶液 C をわずかに加えると pH は大きく変化する。

③ 水溶液 B にフェノールフタレイン溶液を加えると無色のままである。

④ 100 mL の水溶液 A に 50 mL の水溶液 C を加えた混合溶液に，水溶液 C をわずかに加えても pH はあまり変化しない。

⑤ 水溶液 A は弱酸なので，100 mL の水溶液 A を完全に中和するのに必要な水溶液 C の体積は 100 mL より小さい。

問4　ベンゼンの炭素原子間の結合はすべて等価であり，単結合と二重結合の中間的な状態にある。これにより，ベンゼン環の構造は安定化する。この状態がエネルギー的にどの程度安定であるかを考える。1 mol のシクロヘキセンに水素を付加してシクロヘキサンにしたとき，120 kJ/mol の熱が生じる。また，1 mol のベンゼンに 3 mol の水素を付加してシクロヘキサンにしたとき，209 kJ/mol の熱が生じる。ベンゼンの炭素間二重結合が固定された仮想的な分子（1,3,5-シクロヘキサトリエン）1 mol とベンゼン 1 mol のエネルギーの差として最も近い値を，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，1 mol の 1,3,5-シクロヘキサトリエンに 3 mol の水素を付加するときの発熱量は，シクロヘキセンに水素を付加してシクロヘキサンにしたときの 3 倍とする。［ 4 ］kJ/mol

① 89　② 120　③ 151
④ 267　⑤ 329　⑥ 569

問5　無機化合物の工業的製法と，得られた化合物に関する記述として誤りを含むものを，次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。［ 5 ］

① 硝酸の工業的製法（オストワルト法）において，アンモニアを一酸化窒素にするのに用いる触媒は Pt である。
② アンモニアの工業的製法（ハーバー・ボッシュ法）において，窒素と水素からアンモニアを合成するのに用いる触媒は Fe_3O_4 である。
③ 硫酸の工業的製法（接触法）において，反応が完全に進行したとき，理論上，1 mol の硫黄から 1 mol の硫酸が得られる。
④ オストワルト法において，反応が完全に進行したとき，理論上，1 mol のアンモニアから 1 mol の硝酸が得られる。
⑤ ハーバー・ボッシュ法において，単位時間あたりのアンモニアの生成量を増加させるために，低圧・高温条件下で反応を行う。

問6　水素結合に関する次の文章(a)～(c)の正誤の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 6

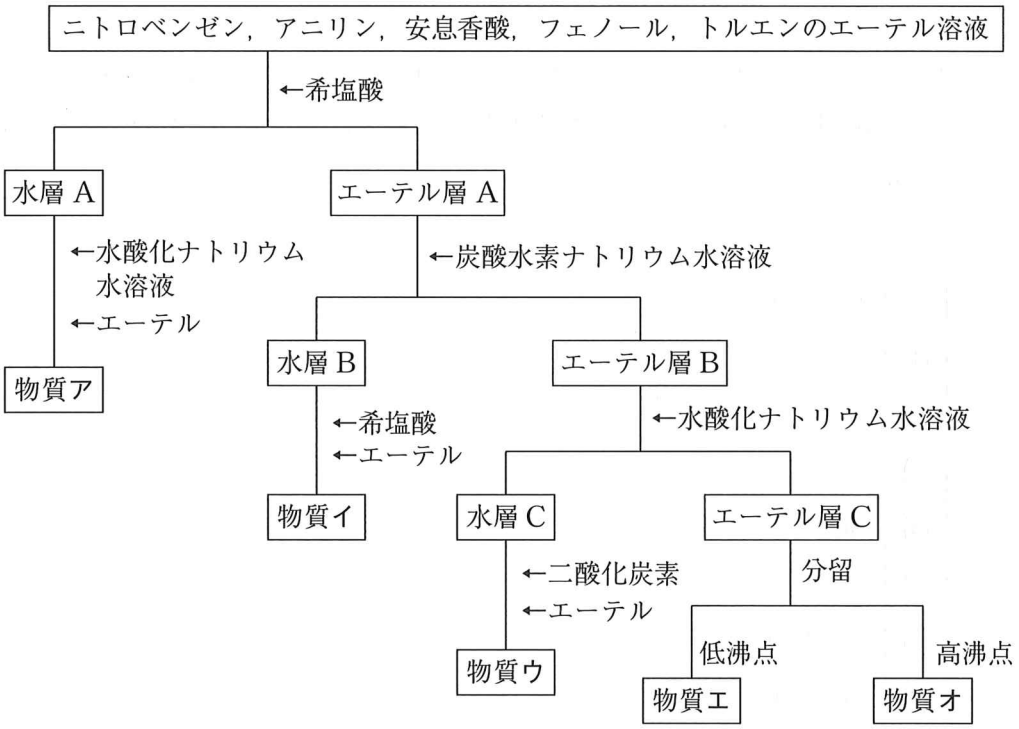
(a)　水素結合が水の分子間に形成されると，水分子は隙間なく集合するため，固体の密度は液体より大きくなる。

(b)　タンパク質のα-ヘリックスは，分子間水素結合によって形成されている。

(c)　電気陰性度はフッ素より酸素の方が小さいので，水の沸点はフッ化水素より低い。

	(a)	(b)	(c)
①	正	誤	誤
②	誤	正	誤
③	誤	誤	正
④	正	正	誤
⑤	正	誤	正
⑥	誤	正	正
⑦	正	正	正
⑧	誤	誤	誤

問7　ニトロベンゼン，アニリン，安息香酸，フェノール，トルエンが含まれるジエチルエーテル溶液を，次の操作で分離したとき，物質イに相当する芳香族化合物として最も適切なものを，下の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 7



① ニトロベンゼン　② アニリン　③ 安息香酸
④ フェノール　⑤ トルエン

問8　溶液の性質に関する次の①～⑤の記述のうち，**誤りを含むもの**を一つ選びなさい。 8

① 不揮発性物質を溶かした希薄溶液では，沸点が純溶媒よりも高くなる。

② U字管を半透膜で仕切り，片方に純水を，もう片方にスクロース水溶液を同じ高さまで入れる。これを長時間放置すると，スクロース水溶液側の液面が上がる。

③ 酸素のように溶解度の小さい気体では，一定温度で，一定量の溶媒に溶ける気体の物質量は，その気体の圧力に比例する。

④ ベンゼンや四塩化炭素は極性溶媒に分類される。

⑤ 疎水コロイドに少量の電解質を加えると，沈殿する。

問9　二糖類に関する次の①～⑤の記述のうち，**誤りを含むもの**を一つ選びなさい。 9

① マルトースは水あめの主成分である。

② セロビオースにセルラーゼを作用させると2分子のグルコースになる。

③ スクロースを加水分解して得られる単糖類の混合物を転化糖という。

④ スクロースの水溶液は還元性を示さないが，加水分解すると還元性を示す。

⑤ ラクトースはヒトや牛などの乳汁に含まれ，水溶液は還元性を示す。

問10　化学反応と光に関する次の①～⑤の記述のうち，**誤りを含むもの**を一つ選びなさい。 10

① 水素と塩素を混合して強い光を当てると爆発的に反応し，このような反応を光化学反応という。

② 塩基性の溶液中で，ルミノールに鉄を含む触媒と過酸化水素を加えて反応させると，赤色に発光する。

③ 酸化チタン(Ⅳ)は光触媒として作用し，建物の外壁の汚れを分解するのに用いられる。

④ 緑色蛍光タンパク質（GFP）は下村脩によって発見され，タンパク質を可視化することができる。

⑤ 臭化銀は感光性があり，光を当てると銀と臭素に分解する。

化　学

すべての設問にわたって，解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。
原子量　H：1.0　　C：12　　N：14　　O：16　　Al：27　　S：32
水のイオン積　$K_w = 1.0 \times 10^{-14}(\mathrm{mol/L})^2$
気体定数　$R = 8.3 \times 10^3\ \mathrm{Pa \cdot L/(mol \cdot K)}$
0 ℃，$1.013 \times 10^5\ \mathrm{Pa}$ を標準状態とする。

1　次の問 1 ～ 10 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 10 〕

問 1　分離と精製に関する記述として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 1

① 蒸留において，リービッヒ冷却器に冷却水を流すときは，上側から下側に向かって流す。
② 石油の分留で得られたナフサは純物質である。
③ 少量の硫酸銅(Ⅱ)が混ざった塩化ナトリウムを水に溶解し，冷却することで再結晶を行うと，効率よく塩化ナトリウムが取り出せる。
④ 油性マーカーのインクをペーパークロマトグラフィーで分離する際，展開液として水を用いる。
⑤ 分液ろうとにヨウ素ヨウ化カリウム水溶液とヘキサンを加えて振った後，静置すると，上層が赤紫色になる。

問2　酸化還元反応に関する記述として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 2

① 過酸化水素水をコニカルビーカーに入れ，硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液をビュレットから滴下して滴定するとき，滴定の終点は，コニカルビーカー中の水溶液の色が赤紫色から無色に変わったときである。

② マグネシウムは高温水蒸気と反応する。

③ 鉛はイオン化傾向が水素より大きいので，鉛は希硫酸に容易に溶ける。

④ 鉛蓄電池を放電すると，酸化鉛(Ⅳ)の電極で酸化が起こる。

⑤ 酸化還元反応において，還元剤には酸化数が減少する原子が必ずある。

問3　濃度が未知の過酸化水素水 10.0 mL にヨウ化カリウム水溶液を過剰に加え，硫酸酸性のもとで反応させた。その結果として生じたヨウ素を，2.00×10^{-2} mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定したところ，24.4 mL を要した。過酸化水素水のモル濃度〔mol/L〕として最も近い数値を，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，チオ硫酸イオンのはたらきを示す反応式は次のようになる。

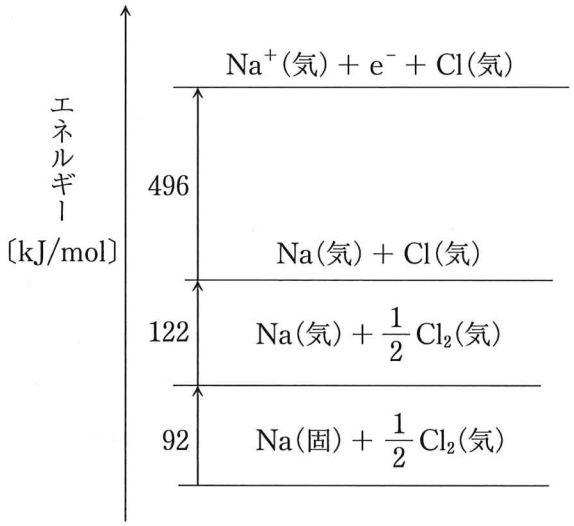
3 mol/L

$$2S_2O_3^{2-} \longrightarrow S_4O_6^{2-} + 2e^-$$

① 1.22×10^{-2}　② 2.44×10^{-2}　③ 4.88×10^{-2}

④ 1.22×10^{-1}　⑤ 2.44×10^{-1}　⑥ 4.88×10^{-1}

問4　次の図は，1 mol の Na(固)と$\frac{1}{2}$ mol の Cl_2(気)を，気体状態のイオンにするのに必要なエネルギー，および，その経路を示している。Cl の電子親和力が 349 kJ/mol，NaCl(固)の格子エネルギーが 772 kJ/mol であるとき，NaCl(固)の生成熱〔kJ/mol〕として最も近い数値を，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。なお，格子エネルギーとは，イオン結晶のイオン間の結合をすべて切って気体状態のイオンにするのに必要なエネルギーのことである。［ 4 ］kJ/mol



① −1133　② −287　③ 287
④ 411　⑤ 1133　⑥ 1831

問5　酸化物，オキソ酸に関する記述として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。［ 5 ］

① 塩素のオキソ酸の中で最も強い酸は次亜塩素酸である。
② 臭素のオキソ酸の次亜臭素酸には強い還元力がある。
③ カルシウムの酸化物は酸性酸化物である。
④ 水素の酸化物である過酸化水素は，還元剤としてはたらくことはない。
⑤ リン酸，硫酸，過塩素酸の中で最も強い酸は過塩素酸である。

問6　極性分子，無極性分子に関する次の文章(a)～(c)の正誤の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 6

(a)　ヨウ素は無極性分子で，無極性溶媒である四塩化炭素には溶けにくい。

(b)　ホスフィン PH_3 分子は三角錐形であるため，無極性分子となる。

(c)　二酸化炭素は結合に極性はあるが，分子全体としては極性が打ち消され，無極性分子となる。

	(a)	(b)	(c)
①	正	誤	誤
②	誤	正	誤
③	誤	誤	正
④	正	正	誤
⑤	正	誤	正
⑥	誤	正	正
⑦	正	正	正
⑧	誤	誤	誤

問7　脂肪族化合物に関する次の①～⑤の記述のうち，**誤りを含むもの**を一つ選びなさい。 7

①　分子式が $C_4H_{10}O$ であるアルコールの構造異性体は全部で4種類存在する。

②　プロペンと臭素が反応すると，無色の1,2-ジブロモプロパンが生じる。

③　酢酸ナトリウムを水酸化ナトリウムとともに加熱するとアセトンが得られる。

④　マレイン酸に比べ，フマル酸は融点が高い。

⑤　^{18}O を含むエタノールと ^{16}O のみを含む酢酸からエステルを合成すると，^{18}O はエステル結合中に含まれる。

問8　二酸化窒素 NO_2 と四酸化二窒素 N_2O_4 が栓をした注射器内で次のような平衡状態にあるとする。

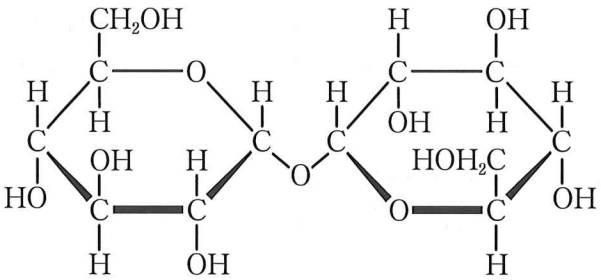
$$2NO_2(気) \rightleftharpoons N_2O_4(気)$$

このとき，平衡が左へ移動する操作として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。なお，二酸化窒素から四酸化二窒素が生じる反応は発熱反応である。 8

① 注射器内の体積を一定に保ったまま，アルゴンを加える。
② 注射器内の圧力を一定に保ったまま，アルゴンを加える。
③ 注射器を冷水につけて温度を下げる。
④ 温度を一定に保って，注射器内の圧力を増加させる。
⑤ 注射器内に二酸化窒素を加える。

問9　糖類に関する次の①～⑤の記述のうち，**誤りを含むもの**を一つ選びなさい。 9

① アミロースはらせん構造をとる。
② シュワイツァー試薬にセルロースを溶かし，希硫酸中で再生させるとキュプラが得られる。
③ デンプンにヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えて呈色させたものを加熱すると色が消えるが，冷却すると再び呈色する。
④ フルクトースは銀鏡反応が陽性である。
⑤ トレハロース（下図）の水溶液は還元性を示す。



問10　次の電解槽(a)～(d)を直列につなぎ電気分解を行った。このとき，電極の重さが電気分解の前後で変化する組合せとして最も適切なものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 10

	陽極	陰極	電解液の溶質
(a)	C	C	NaCl
(b)	C	C	$CuCl_2$
(c)	Pt	Pt	H_2SO_4
(d)	Pt	Pt	$CuSO_4$

① (a)，(b)　② (a)，(c)　③ (a)，(d)
④ (b)，(c)　⑤ (b)，(d)　⑥ (c)，(d)

化　学

すべての設問にわたって，解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。
原子量　C：12　　O：16
0℃，1.013×10^5 Pa を標準状態とする。

1　次の問1～10に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 10 〕

問1　化学と人間生活に関する次の文章(a)～(c)の正誤の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 1

(a)　作物の生育に不足しがちな成分は窒素，リン，カリウムであり，これらを肥料として補うことで農作物の収穫量を増やすことが可能となった。
(b)　ガラスは一般的に耐薬品性に優れており，実験器具などに用いられる。
(c)　セッケンは，カルシウムイオンなどを含む硬水中でも洗浄力が保たれる。

	(a)	(b)	(c)
①	正	誤	誤
②	誤	正	誤
③	誤	誤	正
④	正	正	誤
⑤	正	誤	正
⑥	誤	正	正
⑦	正	正	正
⑧	誤	誤	誤

問2　次の原子に関する記述として最も適切なものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2

C　N　Mg　K　Ca

① 価電子の数が最も多い原子はCaである。
② Cはあらゆる元素とイオン結合をつくりやすい。
③ K^+ と Ca^{2+} ではイオン半径が大きいのは K^+ である。
④ Mgの陽イオンは，アルゴンと同じ電子配置をもつ。
⑤ 最もイオン化エネルギーの大きな原子はKである。
⑥ Caの最外殻はM殻である。

問3　塩素原子には ^{35}Cl と ^{37}Cl の2種類の同位体があり，塩素分子 Cl_2 には質量の異なる3種類の分子が存在する。^{35}Cl と ^{37}Cl の存在比が3：1であるとき，3種類の塩素分子の存在比として最も適切なものを，次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。ただし，存在比は塩素分子の質量が小さいものから順に並べるものとする。 3

① 1：2：1　② 4：3：2　③ 4：1：1　④ 5：2：1
⑤ 5：3：1　⑥ 7：5：3　⑦ 9：3：1　⑧ 9：6：1

問4　実験操作に関する次の(a)～(c)の記述のうち，正しい記述をすべて選んだものを，下の①～⑦のうちから一つ選びなさい。 4

(a)　濃硫酸を薄める際には，濃硫酸に純水を加える。
(b)　ふたまた試験管を用いて気体を発生させる際には，突起のある方に固体試薬，突起の無い方に液体試薬を入れる。
(c)　銅や鉛のイオンを含む水溶液は，直接下水に流してもよい。

① (a)　② (b)　③ (c)　④ (a)，(b)
⑤ (a)，(c)　⑥ (b)，(c)　⑦ (a)，(b)，(c)

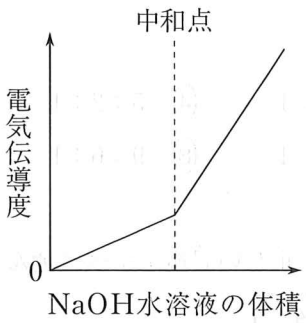
問5　次の物質のうち，共有結合の結晶である物質の数として最も適切なものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 5

ナフタレン　石英　亜鉛　ダイヤモンド　塩化ナトリウム

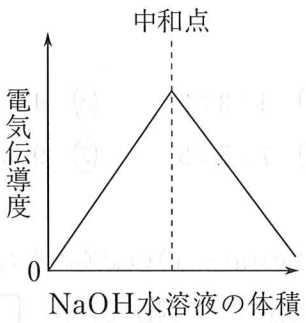
① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5　⑥ 6

問6　中和滴定を行う際，指示薬を用いる代わりに，水溶液の電気伝導度（水溶液の電気の通しやすさを表す指標）を測定することでも中和点を求めることができる。ここでは，水溶液中の H^+ と OH^- のイオンの量によって水溶液の電気伝導度が変化するものとする。塩酸を水酸化ナトリウム水溶液で滴定する場合，滴下した水酸化ナトリウム水溶液の体積と，電気伝導度の関係を表したグラフとして最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 6

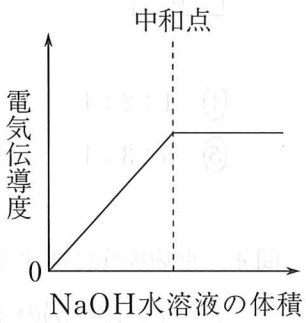
①



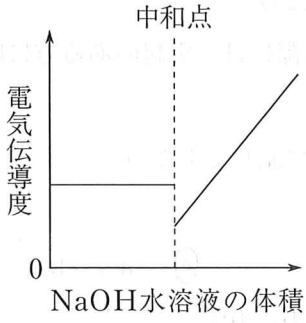
②



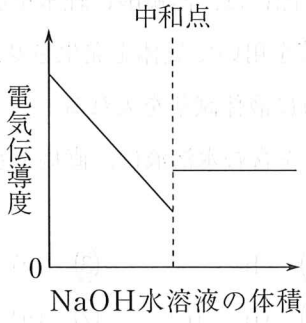
③



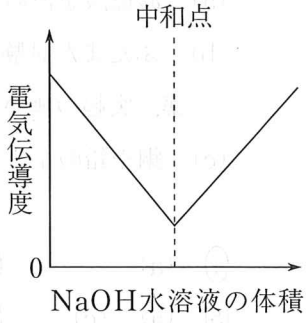
④



⑤



⑥



問7　次の①～⑤の反応のうち，酸化還元反応ではないものとして最も適切なものを一つ選びなさい。 7

① $2H_2S + SO_2 \rightarrow 3S + 2H_2O$

② $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$

③ $Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + HClO$

④ $CuO + 2HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2O$

⑤ $Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + 2H_2O + SO_2$

問8　有機化合物に関する次の①～⑤の記述のうち，誤りを含むものを一つ選びなさい。 8

① 酢酸ナトリウムと水酸化ナトリウムを反応させて得られる物質は，塩素と置換反応を起こす。

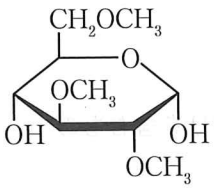
② 酢酸カルシウムを乾留して得られる物質は，ヨードホルム反応を示す。

③ 濃硫酸を130℃程度に加熱しながらエタノールを加えると得られる物質は，ナトリウムと反応しない。

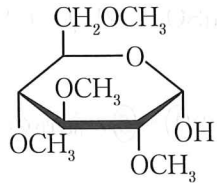
④ 塩化パラジウム(Ⅱ)と塩化銅(Ⅱ)を触媒とし，エチレンと酸素を反応させて得られる物質は，フェーリング液を還元しない。

⑤ 炭化カルシウムと水を反応させて得られる物質を，赤熱した鉄に触れさせると，環状構造をもつ物質が得られる。

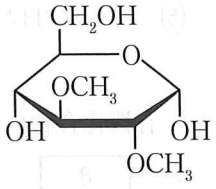
問9　2500個のグルコースからなるアミロペクチンがある。これに含まれるヒドロキシ基をメチル化した後，加水分解を行ったところ，次の3種類の糖類A，B，Cが物質量比でA：B：C＝23：1：1の割合で得られた。ただし，1位に結合したヒドロキシ基はメチル化された後，加水分解によりもとのヒドロキシ基に戻る。1分子のアミロペクチンに含まれる枝分かれの数として最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 9



A



B



C

① 100　② 200　③ 230　④ 240
⑤ 1000　⑥ 2000　⑦ 2300　⑧ 2400

問10　合成高分子化合物に関する次の①～⑥の記述のうち，**誤りを含むもの**を一つ選びなさい。 10

① 高密度ポリエチレンは，触媒を使用し，低圧でエチレンを重合して作られる。
② ポリアクリロニトリルを主成分とした繊維は，羊毛のような風合いがあり，セーターなどに用いられる。
③ ビニロンは，ポリビニルアルコールにホルムアルデヒドを反応させ，ヒドロキシ基の一部をアセタール化して作られる。
④ 繰り返し単位が1000のナイロン66の1分子に含まれるアミド結合の数は，約2000である。
⑤ アルキド樹脂は熱硬化性樹脂である。
⑥ フェノールとホルムアルデヒドを，塩基触媒を用いて付加縮合させると，ノボラックと呼ばれる物質が生成する。

化　学

すべての設問にわたって，解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。
原子量　H：1.0　　C：12　　O：16
気体定数　$R = 8.3 \times 10^3$ Pa・L/(mol・K)
0℃，1.013×10^5 Pa を標準状態とする。

1　次の問1～9に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 10 〕

問1　化学と環境に関する次の文章(a)～(c)の正誤の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 1

(a)　プラスチックは主に石油を原料としてつくられたものである。
(b)　セラミックスは硬くて耐熱性に優れるが，割れやすいという欠点をもつ。
(c)　水道水の消毒に塩素が利用されるが，これは塩素の還元力を利用している。

	(a)	(b)	(c)
①	正	誤	誤
②	誤	正	誤
③	誤	誤	正
④	正	正	誤
⑤	正	誤	正
⑥	誤	正	正
⑦	正	正	正
⑧	誤	誤	誤

問2　実験データの扱いに関する記述として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 2

① 実験結果が予想と異なる場合は，データの記録をしない。

② 機器を用いて測定する際，測定値は最小目盛りの位まで読むのが一般的である。

③ 有効数字の異なる測定値どうしの積は，有効数字の桁数の最も大きい測定値の桁数に合わせる。

④ 測定値 0.034 の有効数字は，2 桁である。

⑤ 長さを測定したとき，9.5 cm と 9.50 cm は測定値として同じ意味となる。

問3　原子番号が1～36の元素に関する下の文章(a)～(c)の正誤の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 3

(a)　最外殻電子が2個である原子は4個存在する。

(b)　第一イオン化エネルギーが最も大きい元素はKrである。

(c)　第4周期の元素の最外殻はすべてN殻である。

	(a)	(b)	(c)
①	正	誤	誤
②	誤	正	誤
③	誤	誤	正
④	正	正	誤
⑤	正	誤	正
⑥	誤	正	正
⑦	正	正	正
⑧	誤	誤	誤

問4　沸騰した水 100 mL に 2.0 mol/L 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を 1.0 mL 加えたところ，水酸化鉄(Ⅲ)のコロイドが生じたものとする。反応後の水溶液をセロハンでできた袋に入れて，純水に浸し，透析を行った。得られたコロイド溶液に直流の電圧をかけたところ，コロイド粒子は陰極側に移動した。

(1)　コロイドに関する次の①～⑤の記述のうち，**誤りを含むもの**を一つ選びなさい。 [4]

① 水酸化鉄(Ⅲ)のコロイドは赤褐色である。
② 同じモル濃度の塩化カルシウム水溶液とリン酸ナトリウム水溶液では，リン酸ナトリウム水溶液の方が少ない量で水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド粒子を凝析させる。
③ コロイド粒子の直径は，およそ 10^{-3} m 程度である。
④ コロイド溶液に，横からレーザー光線を当てると，チンダル現象が起こる。
⑤ コロイド粒子のブラウン運動は，溶媒分子の熱運動によって起こる。

(2)　27℃における水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液 0.10 L の浸透圧を測定したところ，3.0×10^2 Pa であった。コロイド粒子 1 個に含まれる鉄原子の数の平均値として最も近い数値を，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，コロイドの生成反応は完全に進行したものとし，塩化鉄(Ⅲ)水溶液を沸騰した水に加えたときの体積変化は無視出来るものとする。 [5] 個

① 17　② 34　③ 1.7×10^2
④ 3.4×10^2　⑤ 1.7×10^3　⑥ 3.4×10^3

問5　呼気中の二酸化炭素の量が体積百分率でx〔%〕であるものとする。この値を調べるために次の実験を行った。0.020 mol/L の水酸化バリウム水溶液 100 mL を瓶に入れ，これに標準状態で 1.0 L の呼気を加えてよく振ったところ，炭酸バリウムの沈殿が生じた。

$$Ba(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow BaCO_3 + H_2O$$

これをろ過して沈殿を除き，ろ液のすべてをコニカルビーカーに入れ，余った水酸化バリウムを 0.10 mol/L 塩酸で滴定したところ，8.0 mL 要した。

$$Ba(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + 2H_2O$$

このとき，xの値として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，呼気中に含まれる二酸化炭素以外の成分は反応に影響しないものとし，二酸化炭素は水酸化バリウムとすべて反応したものとする。［ 6 ］%

① 1.8×10^{-1}　② 3.6×10^{-1}　③ 9.0×10^{-1}
④ 1.8　⑤ 3.6　⑥ 9.0

問6　ハロゲンの単体とその化合物に関する記述として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［ 7 ］

① フッ化カルシウムと濃硫酸を反応させて得られた気体の水溶液は，ポリエチレン容器に保存する。
② 酸化マンガン(Ⅳ)に濃塩酸を加えて加熱すると，赤褐色の気体が生じる。
③ 塩化カリウムにヨウ素を反応させると，塩素が遊離する。
④ 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると，黄緑色の気体が生じる。
⑤ フッ化水素と塩化水素では，塩化水素の方が高い沸点を示す。
⑥ 次亜塩素酸と塩素酸では，次亜塩素酸の方が強い酸である。

問7　油脂，セッケンに関する次の文章(a)～(c)の正誤の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 8

(a)　セッケンは陰イオン界面活性剤である。

(b)　けん化価の大きい油脂ほど，その分子量が大きい。なお，けん化価は，油脂1gをけん化するのに必要な水酸化カリウムの質量（単位：mg）である。

(c)　1分子中にステアリン酸，オレイン酸，リノレン酸を1つずつ含む油脂では，立体異性体を除き，合計で3種類のトリグリセリドが存在する。

	(a)	(b)	(c)
①	正	誤	誤
②	誤	正	誤
③	誤	誤	正
④	正	正	誤
⑤	正	誤	正
⑥	誤	正	正
⑦	正	正	正
⑧	誤	誤	誤

問8　等電点が3.2，5.5，9.7の3種類のアミノ酸がある。これらのアミノ酸をすべてpHが［ア］の緩衝液に溶解し，陽イオン交換樹脂に流し込んだところ，1種類のアミノ酸が樹脂に結合した。［ア］にあてはまる整数値，または，整数値の組合せとして最も適切なものを，次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。ただし，［ア］には3～10までの整数値が入るものとし，複数ある場合はすべて挙げたものを答えなさい。 9

① 3　② 3，4　③ 3，4，5　④ 5　⑤ 5，6，7，8
⑥ 5，6，7，8，9　⑦ 6，7，8，9　⑧ 9，10　⑨ 10

問9　ゴムに関する次の①～⑤の記述のうち，誤りを含むものを一つ選びなさい。

10

① 生ゴムは，イソプレンの両端が付加重合し，1位と4位の炭素原子どうしが結合することで得られる。

② 生ゴムのイソプレン単位にある二重結合はシス形である。

③ 生ゴムに3～4%程度の硫黄を加えて加熱すると，エボナイトと呼ばれる硬い樹脂ができる。

④ スチレン - ブタジエンゴムは機械的な強度が大きく，タイヤや靴底などに用いられる。

⑤ アクリロニトリル - ブタジエンゴムは耐油性があり，石油ホースなどに用いられる。

化　学

すべての設問にわたって，解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量　H：1.0　C：12　O：16　Na：23.0　Cl：35.5

Ca：40　Cu：64

気体定数　$R = 8.3 \times 10^3$ Pa・L/(mol・K)

1　次の問1～10に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 10 〕

問1　医薬品に関する次の文章(a)～(c)の正誤の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 1

(a)　ペニシリンは，細菌の成長や機能を阻害する，抗生物質である。

(b)　アニリンから得られるアセトアニリドには解熱作用がある。

(c)　スルファニルアミドの部分構造をもつサルファ剤は化学療法薬として用いられてきた。

	(a)	(b)	(c)
①	正	誤	誤
②	誤	正	誤
③	誤	誤	正
④	正	正	誤
⑤	正	誤	正
⑥	誤	正	正
⑦	正	正	正
⑧	誤	誤	誤

問2　身近で利用されている物質に関する次の①～⑥の記述のうち，**誤りを含むもの**を一つ選びなさい。 2

① 洗剤は，適切な濃度になると十分な洗浄力を示すが，それ以上に濃度を大きくしていっても洗浄効果が上がり続けることはない。
② セッケンや合成洗剤は界面活性剤である。
③ 合成洗剤として用いられるアルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムの水溶液は塩基性である。
④ 食品の塩漬けや砂糖漬けは，食品の保存法として用いられる。
⑤ ペットボトルの緑茶では，ビタミンCを加えることで，緑茶の成分の酸化を防いでいる。
⑥ シリカゲルや生石灰は乾燥剤などとして用いられる。

問3　元素や元素の周期律に関する次の(a)～(d)のうち，正しい記述をすべて選んだものとして最も適切なものを，下の①～⓪のうちから一つ選びなさい。 3

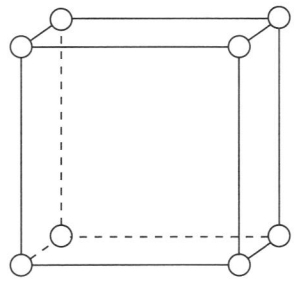
(a) 第3周期までの元素のうち，金属元素であるものは4種類である。
(b) 第4周期18族の元素の原子番号は26である。
(c) 原子の電子親和力は，原子が電子1個を受け取り，一価の陰イオンになるときに放出されるエネルギーである。
(d) 第3周期において，イオン化エネルギーが最も大きい原子は塩素原子である。

① aのみ　② bのみ　③ cのみ　④ dのみ　⑤ aとb
⑥ aとc　⑦ aとd　⑧ bとc　⑨ bとd　⓪ cとd

問4　500 g の水に，ある質量の塩化ナトリウムを溶かした水溶液の凝固点を測定したところ，−2.40℃であった。この水溶液をさらに冷却し続け，水溶液の温度が−4.00℃となったとき，析出した氷の質量〔g〕の値として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，水の凝固点は 0℃とし，水溶液中で塩化ナトリウムは完全に電離するものとする。また，この水溶液は過冷却の状態にはならず，氷の析出量に関わらず希薄溶液の性質を示すものとする。［ 4 ］g

① 50.0　② 100　③ 150
④ 200　⑤ 250　⑥ 300

問5　ポロニウム Po は周期表 16 族の金属元素で，放射性同位体しか存在しない。ポロニウムの常温・常圧で安定な結晶構造は，次の図に示したような単純立方格子である。この構造の充填率〔%〕の値として最も適切なものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。なお，隣り合う原子は互いに接しているものとする。また，円周率は π = 3.14 とする。［ 5 ］%



① 25　② 33　③ 45　④ 52　⑤ 66　⑥ 74

問6　緩衝液に関する次の文章(a)～(c)の正誤の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 6

(a)　酢酸と酢酸ナトリウムの緩衝液中で，酢酸の多くは電離している。

(b)　0.10 mol/L のアンモニア水 100 mL と 0.10 mol/L の塩酸 50 mL を混合した水溶液は，緩衝液である。

(c)　緩衝液を少量の水で薄めても，水溶液の pH はほとんど変化しない。

	(a)	(b)	(c)
①	正	誤	誤
②	誤	正	誤
③	誤	誤	正
④	正	正	誤
⑤	正	誤	正
⑥	誤	正	正
⑦	正	正	正
⑧	誤	誤	誤

問7　塩化コバルト(Ⅱ)，塩化アンモニウム，アンモニア水の混合水溶液に過酸化水素水を加えたところ，ペンタアンミンクロリドコバルト(Ⅲ)塩化物$[CoCl(NH_3)_5]Cl_2$の赤紫色沈殿が生じた。この錯塩を構成する錯イオンの立体構造を調べたところ，［ア］構造をしており，立体異性体は存在しなかった。また，この錯イオン中のアンモニア分子のうち，1つを塩化物イオンに置換すると，［イ］種類の立体異性体が存在した。

文中の空欄［ア］，［イ］に入る語句や数値の組合せとして最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，錯イオン中の中心となる金属イオンと配位子との結合距離は等しいものとする。［7］

	［ア］	［イ］
①	四面体	2
②	四面体	3
③	四面体	4
④	八面体	2
⑤	八面体	3
⑥	八面体	4

問8　油脂に関する次の①～⑥の記述のうち，**誤りを含むもの**を一つ選びなさい。

8

① 油脂以外にコレステロールやレシチンなども脂質に分類される。

② 常温で固体の油脂を脂肪，液体の油脂を脂肪油という。

③ 不飽和脂肪酸をもつ油脂へは，ハロゲンや水素を付加することができる。

④ 天然の油脂を構成する脂肪酸はすべて炭素数18以上の脂肪酸である。

⑤ 一定質量の油脂のけん化に必要な塩基の物質量が多いほど，油脂の平均分子量が小さい。

⑥ 油脂を構成する脂肪酸には多くの種類があり，一般に油脂は多くの種類の油脂の混合物である。

問9　機能性高分子に関する次の①～⑤の記述のうち，**誤りを含むもの**を一つ選びなさい。 9

① 陽イオン交換樹脂の陽イオンと水素イオンの交換は不可逆反応である。

② ポリメタクリル酸メチルは光の透過性に優れるため，医療用の光ファイバーなどに用いられる。

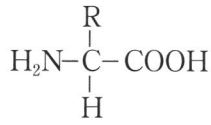
③ ポリグリコール酸は生分解性高分子として利用されている。

④ ポリアセチレンは少量のヨウ素を添加することで金属に近い電気伝導性を示す。

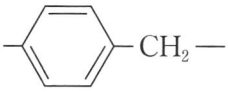
⑤ 架橋したポリアクリル酸ナトリウムは水を大量に保持できるため，紙おむつなどに用いられる。

問10　次の文章(a)～(e)を読み，ペプチドP_1の構造として最も適切なものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，ペプチドの末端にあり，ペプチド結合していないアミノ基とカルボキシ基をそれぞれN末端およびC末端とよび，ここでは向かって左側をN末端としている。 10

(a)　P_1は，グリシンG，チロシンY，システインC，リシンK，グルタミン酸Eのうちの4つからなるテトラペプチド(アミノ酸4個からなるペプチド)である。なお，アミノ酸名の後ろのアルファベットは，1文字略号である。また，アミノ酸の構造は下図のように表され，各アミノ酸の側鎖Rに該当する構造は以下の通りである。



G：H－



C：$HS-CH_2-$

K：$H_2N-(CH_2)_4-$　　E：$HOOC-(CH_2)_2-$

(b)　P_1にトリプシンを作用させると，トリペプチドP_2と1種類のアミノ酸が得られた。なお，トリプシンは塩基性アミノ酸のカルボキシ基側のペプチド結合を切断する酵素である。

(c)　P_1にキモトリプシンを作用させるとトリペプチドP_3と1種類のアミノ酸が得られた。なお，キモトリプシンは芳香族アミノ酸のカルボキシ基側のペプチド結合を切断する酵素である。

(d)　P_1，P_2，P_3にそれぞれ濃い水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後，酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると，いずれからも黒色沈殿が生じた。

(e)　P_2，P_3の水溶液の電気泳動をpH＝6で行うと，P_2は陽極側へ，P_3は陰極側へ移動した。

① E－K－C－Y　② C－K－Y－E　③ G－Y－E－K
④ K－C－Y－E　⑤ E－Y－C－K　⑥ K－C－Y－G

化　学

すべての設問にわたって，解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量　H：1.0　Li：7.0　C：12　N：14　O：16

Cl：35.5　K：39　Fe：56　Co：59　Cu：64

Sn：119　I：127

標準状態（0℃，1.013×10^5 Pa）における気体 1 mol の体積　22.4 L

ファラデー定数　9.65×10^4 C/mol

1　次の問 1 ～ 10 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 10 〕

問 1　原子の構造に関する次の①～⑥の記述のうち，**誤りを含むもの**を一つ選びなさい。 1

① 原子の直径は約 10^{-10} m である。

② 原子の直径は原子核の直径の約 10^4～10^5 倍である。

③ 陽子の質量は電子の質量の約 1800 倍である。

④ 天然に安定同位体が存在しない元素もある。

⑤ 典型元素では，同族元素の最外殻電子数は等しい。

⑥ ケイ素原子の M 殻には 4 個の電子が存在する。

問2　医学における化学の役割に関する次の文章(a)～(c)の正誤の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 2

(a)　薬効のある天然物をそのまま，あるいは乾燥させて用いるとき，これを生薬というが，現在ではその有効成分や類似物質を合成した医薬品も用いるようになった。

(b)　抗生物質によって多くの感染症の化学療法が可能となったが，抗生物質を多用しすぎると，その抗生物質に強い抵抗性をもつ耐性菌が出現するという問題がある。

(c)　アルキド樹脂などの生分解性高分子は生体吸収性を示し，手術用の縫合糸にも用いられている。

	(a)	(b)	(c)
①	正	誤	誤
②	誤	正	誤
③	誤	誤	正
④	正	正	誤
⑤	正	誤	正
⑥	誤	正	正
⑦	正	正	正
⑧	誤	誤	誤

問3　トリチウム ^3H（三重水素）はβ崩壊してヘリウムに変化する。トリチウムの半減期は12.3年である。ここで，密閉容器内にトリチウムのみからなる水素が封入されているとき，容器内のトリチウムが現在の1.0%に減少するまでに要する時間〔年〕の値として最も近いものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，$\log_{10}2 = 0.30$ とする。 [3] 年

① 40　② 80　③ 120
④ 200　⑤ 400　⑥ 600

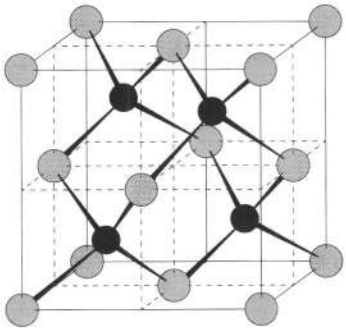
問4　次の表は，原子番号1～20のうちの6種類の元素について，第1～第4イオン化エネルギー（単位は省略）を示したものである。元素cの原子番号として最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。ただし，第2～第4イオン化エネルギーはそれぞれ，一価～三価の陽イオンから一つずつ電子を取り去る際に必要なエネルギーとする。 [4]

表　イオン化エネルギー（単位省略）

元素	第1	第2	第3	第4
a	9.3	18.2	153.9	217.7
b	5.1	47.3	71.6	98.9
c	7.7	15.0	80.1	109.2
d	6.0	18.8	28.4	120.0
e	4.3	31.6	45.7	60.9
f	6.1	11.9	50.9	67.1

① 3　② 4　③ 5　④ 11
⑤ 12　⑥ 13　⑦ 19　⑧ 20

問5　次の図は閃亜鉛鉱型の結晶構造の単位格子を表したものである。イオンを球と考えて，隣り合う異符号のイオンどうしが接し，かつ隣り合う同符号のイオンどうしが接するとき，陽イオン（半径 r）と陰イオン（半径 R）の半径の比 $\frac{r}{R}$ として最も適切なものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，$r < R$ とする。 5



●：陽イオン

●：陰イオン

① $\frac{\sqrt{3}-\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$　② $\frac{\sqrt{3}-\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$　③ $\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{3}}$

④ $\frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{2}}$　⑤ $\sqrt{2}-1$　⑥ $\sqrt{3}-1$

問6　ピストン付きの密閉容器に黒鉛と二酸化炭素を入れたところ，次式で表される可逆反応が起こった。この可逆反応において，正反応は吸熱反応である。この反応に関する下の文章(a)～(c)の正誤の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 6

$$C\text{（黒鉛）} + CO_2\text{（気）} \rightleftarrows 2CO\text{（気）}$$

(a)　温度一定で加圧しても平衡は移動しない。

(b)　容積一定で温度を上げて，再び平衡状態になったとき，正反応の速度は逆反応の速度よりも大きくなる。

(c)　温度一定で容積を十分に大きくすれば，気体はすべて一酸化炭素になる。ただし，黒鉛は過剰に存在するものとする。

	(a)	(b)	(c)
①	正	誤	誤
②	誤	正	誤
③	誤	誤	正
④	正	正	誤
⑤	正	誤	正
⑥	誤	正	正
⑦	正	正	正
⑧	誤	誤	誤

問7　Zn^{2+}，Fe^{3+}，Cu^{2+}，Ag^{+}を含む混合水溶液がある。この混合水溶液に対して，次の実験1～3を行った。沈殿Cとして最も適切なものを，下の①～⑦のうちから一つ選びなさい。 7

実験1：混合水溶液に希塩酸を加えると沈殿を生じた。これをろ過して得られたろ液をAとする。

実験2：Aに硫化水素を十分に通じると沈殿を生じた。これをろ過して得られたろ液を煮沸した溶液をBとする。

実験3：Bにアンモニア水を過剰に加えると沈殿Cが生じた。

① $AgCl$　② Ag_2O　③ $Cu(OH)_2$　④ $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$
⑤ CuS　⑥ $Fe(OH)_2$　⑦ $Zn(OH)_2$

問8　分子式C_6H_{12}の鎖式化合物には，［ア］種類の構造異性体が存在する。これらのうち，すべての炭素原子がつねに同一平面上に存在するものは，［イ］種類ある。文中の空欄［ア］，［イ］に入る数値の組合せとして最も適切なものを，次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。ただし，シス-トランス異性体については区別しないものとする。 8

	ア	イ
①	9	1
②	9	2
③	9	3
④	11	1
⑤	11	2
⑥	11	3
⑦	13	1
⑧	13	2
⑨	13	3

問9　タンパク質に関する次の①～⑥の記述のうち，**誤りを含むもの**を一つ選びなさい。 9

① すべてのタンパク質はビウレット反応に陽性である。

② タンパク質の三次構造の形成にはおもにイオン結合やジスルフィド結合などが関わっている。

③ 卵白に含まれるグロブリンは水に溶けにくいが，塩化ナトリウム水溶液には溶ける。

④ カゼインは複合タンパク質で，牛乳に多く含まれる。

⑤ グルテリンは小麦粉や米などの穀類に含まれるタンパク質である。

⑥ タンパク質は一般にニンヒドリン反応を示さない。

問10　繊維に関する次の①～⑥の記述のうち，**誤りを含むもの**を一つ選びなさい。 10

① 芳香族ジカルボン酸や芳香族ジアミンを単量体に用いたポリアミド繊維を特にアラミド繊維という。

② ポリエチレンテレフタラートは1, 2-エタンジオール（エチレングリコール）とテレフタル酸の縮合重合によって得られる。

③ ポリビニルアルコールのヒドロキシ基の30～40%をアセタール化させた繊維がビニロンであり，ロープやネットなどに用いられる。

④ セロハンはビスコースレーヨンを膜状に加工したものである。

⑤ セルロースのヒドロキシ基を完全にアセチル化させたトリアセチルセルロースをアセトンに溶かし，それを原料としてアセテート繊維がつくられる。

⑥ 木綿をシュワイツァー試薬に溶かして，その溶液を細孔から希硫酸中に押し出して製造されるのが銅アンモニアレーヨンである。

化　学

すべての設問にわたって，解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量　H：1.0　　C：12　　N：14　　O：16　　S：32

Ca：40

標準状態　(0℃，1.013×10^5 Pa) における気体 1 mol の体積　22.4 L

気体定数　$R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(mol·K)

1　次の問 1 ～10 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 10 〕

問 1　混合物から目的の物質を取り出す操作に関する記述と，その操作法の組合せとして最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

	操作	操作法
①	茶葉からカフェインを取り出す。	再結晶
②	少量の塩化ナトリウムを含む硝酸カリウムから硝酸カリウムを取り出す。	昇華法
③	ヨウ素とヨウ化カリウムの混合物からヨウ素を取り出す。	クロマトグラフィー
④	砂の混じった海水から砂を取り除く。	抽出
⑤	水と塩化ナトリウムの混合物から水を取り出す。	蒸留
⑥	黒のサインペンの色素を分離する。	ろ過

問2　原子Aの原子量はMである。Aには，A_1とA_2の同位体のみが存在し，A_1の相対質量をaとする。A_2の相対質量がA_1の相対質量より2だけ大きいとき，A_1の存在率x〔%〕をMおよびaを用いて表した式として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2 %

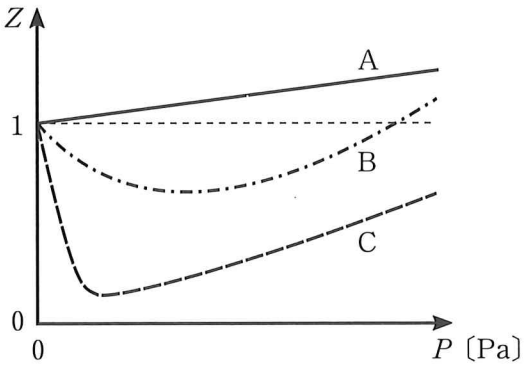
① $50M - 50a + 100$　② $50a - 50M + 100$　③ $50M + 50a - 100$
④ $100M - 100a + 100$　⑤ $100a - 100M + 100$　⑥ $100M + 100a - 100$

問3　次の(a)～(e)のうち，結晶構造をもち，それが分子結晶に分類されるものの組合せとして最も適切なものを，下の①～⓪のうちから一つ選びなさい。 3

(a)　塩化アンモニウム　(b)　氷　(c)　すす
(d)　ドライアイス　(e)　二酸化ケイ素

① aとb　② aとc　③ aとd　④ aとe　⑤ bとc
⑥ bとd　⑦ bとe　⑧ cとd　⑨ cとe　⓪ dとe

問4　実在気体が理想気体からどれだけずれているかを示す値として，圧縮率因子 Z がある。Z は気体の体積を V〔L〕，圧力を P〔Pa〕，絶対温度を T〔K〕，物質量を n〔mol〕，気体定数を R〔Pa·L/(mol·K)〕とすると，$Z = \dfrac{PV}{nRT}$ と表される。次の図の各曲線は，ある温度における気体 A～C の Z と P〔Pa〕の関係を示している。なお，A～C はいずれも無極性分子である。A～C の分子量の大小関係として最も適切なものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 4



① A > B > C　② A > C > B　③ B > A > C
④ B > C > A　⑤ C > A > B　⑥ C > B > A

問5　次の中和滴定に関する文中の下線部(a)～(c)のうち，**誤りを含むもの**をすべて選んだものとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

5

(a)純水で洗って，内部に少量の水滴がついた状態のホールピペットを用いて濃度未知の硫酸を 10.0 mL はかり取り，コニカルビーカーに入れ，これに(b)指示薬としてメチルオレンジを数滴加えた。この水溶液を 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を用いて滴定したところ，10.0 mL を滴下したところで水溶液の色が変化したので滴定の終点とした。この結果から(c)硫酸の濃度は 0.10 mol/L であると結論づけた。

① aのみ　② bのみ　③ cのみ　④ aとb
⑤ aとc　⑥ bとc　⑦ aとbとc　⑧ 誤りを含むものはない

問6　次の水溶液と電極を用いた電気分解装置に一定量の電流を一定時間流して，電気分解によって発生した気体をすべて捕集した。このとき，捕集された気体の物質量が最も多い水溶液と各電極の物質の組合せとして最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，発生した気体は水溶液に溶けないものとする。また，各水溶液は，電気分解を行うのに十分な濃度であるものとする。

6

	水溶液	陽極	陰極
①	水酸化ナトリウム水溶液	炭素	鉄
②	塩化ナトリウム水溶液	白金	白金
③	硫酸カリウム水溶液	炭素	炭素
④	塩化銅(Ⅱ)水溶液	白金	銅
⑤	硫酸銅(Ⅱ)水溶液	銅	銅
⑥	硝酸銀水溶液	炭素	炭素

問7　周期表の第2周期から第5周期の17族元素に関する記述として誤りを含むものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 7

① 単体はいずれも二原子分子として存在する。
② 単体の酸化力は原子番号が小さいものほど強い。
③ 水素化物の沸点は分子量が大きいものほど高い。
④ 水素化物はいずれも水によく溶ける。
⑤ 銀イオンとの塩は水に溶けるものがある。
⑥ カルシウムイオンとの塩は吸湿性をもつものがある。

問8　次の文中の空欄 ア ， イ に入る語句の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑨のうちから一つ選びなさい。 8

塩化鉄(Ⅲ)の水溶液を2本の試験管に取り，片方の試験管に ア の水溶液を加えると濃青色の沈殿が生じた。また，もう片方の水溶液にアンモニア水を加えると イ 色の沈殿が生じた。

	ア	イ
①	チオシアン酸カリウム	濃青
②	チオシアン酸カリウム	緑白
③	チオシアン酸カリウム	赤褐
④	ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム	濃青
⑤	ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム	緑白
⑥	ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム	赤褐
⑦	ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム	濃青
⑧	ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム	緑白
⑨	ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム	赤褐

問9　分子式が C_8H_9Cl で表される芳香族化合物のうち，ベンゼン環の水素原子が2つ置換された化合物は何種類あるか。その数として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 9 種類

① 3　② 4　③ 5　④ 6　⑤ 7　⑥ 8

問10　セッケンと合成洗剤に関する記述として，**誤りを含むもの**を次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 10

① セッケンは油脂を水酸化ナトリウムで加水分解すると得られる。

② セッケン水にフェノールフタレインを加えると水溶液は赤色に呈色する。

③ セッケン水に塩酸を加えると白色の塩が生じる。

④ セッケン水中のセッケンは炭化水素基を内側に向けて会合している。

⑤ 1-ドデカノールの硫酸エステルである硫酸水素ドデシルのナトリウム塩は合成洗剤として利用されている。

⑥ 合成洗剤は硬水中でも使用することができる。

化　学

すべての設問にわたって，解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量　H：1.0　He：4.0　C：12　N：14　O：16

Ne：20　Na：23　S：32　Cl：35.5　Ar：40

Zn：65　Kr：84　Rb：85.5　Xe：131

標準状態（0℃，1.013×10^5 Pa）における気体1 molの体積　22.4 L

気体定数　$R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(mol·K)

アボガドロ定数　$N_A = 6.02 \times 10^{23}$/mol

1　次の問1～10に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 10 〕

問1　原子の構造に関する記述として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 1

① すべての原子は，陽子と中性子と電子で構成される。

② 同じ元素の原子は，すべて中性子の数が等しい。

③ 原子の質量は，原子核の質量とほぼ等しい。

④ 原子の大きさは，原子核の大きさとほぼ等しい。

⑤ 原子番号が同じで，質量数が異なる原子どうしは，互いに同素体である。

問2　次の文中の空欄［ア］～［ウ］に入る語句の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。［2］

一般に，第一イオン化エネルギーの［ア］原子ほど一価の陽イオンになりやすく，電子親和力の［イ］原子ほど一価の陰イオンになりやすい。アルカリ金属元素では，原子番号が大きくなるほど，第一イオン化エネルギーは［ウ］なる。

	ア	イ	ウ
①	小さい	小さい	小さく
②	小さい	小さい	大きく
③	小さい	大きい	小さく
④	小さい	大きい	大きく
⑤	大きい	小さい	小さく
⑥	大きい	小さい	大きく
⑦	大きい	大きい	小さく
⑧	大きい	大きい	大きく

問3　質量パーセント濃度が a〔%〕である水酸化ナトリウム NaOH 水溶液の密度が d〔g/cm^3〕であるとき，この水溶液のモル濃度〔mol/L〕を表す式として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，水酸化ナトリウムの式量は 40 であるとする。［3］〔mol/L〕

① $\dfrac{a}{4d}$　② $\dfrac{a}{400d}$　③ $\dfrac{d}{4a}$

④ $\dfrac{d}{400a}$　⑤ $\dfrac{ad}{4}$　⑥ $\dfrac{ad}{400}$

問4　次に示す窒素化合物(a)～(c)について，含まれる窒素原子の酸化数が小さい順に並べたとき，その順番として最も適切なものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 4

(a)　亜硝酸ナトリウム

(b)　アンモニア

(c)　一酸化窒素

① a < b < c　② a < c < b　③ b < a < c
④ b < c < a　⑤ c < a < b　⑥ c < b < a

問5　黒鉛に高温の水蒸気を作用させると，次の熱化学方程式で表される反応により水素と一酸化炭素が生成する。このときの Q〔kJ〕を，下の熱化学方程式(i)～(iv)中の Q_1〔kJ〕～Q_4〔kJ〕を用いて表した式として最も適切なものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 5 〔kJ〕

$$C(\text{黒鉛}) + H_2O(\text{気}) = H_2(\text{気}) + CO(\text{気}) + Q\,[\text{kJ}]$$

$$C(\text{黒鉛}) + O_2(\text{気}) = CO_2(\text{気}) + Q_1\,[\text{kJ}] \quad \cdots\cdots \text{(i)}$$

$$H_2(\text{気}) + \frac{1}{2}O_2(\text{気}) = H_2O(\text{液}) + Q_2\,[\text{kJ}] \quad \cdots\cdots \text{(ii)}$$

$$CO(\text{気}) + \frac{1}{2}O_2(\text{気}) = CO_2(\text{気}) + Q_3\,[\text{kJ}] \quad \cdots\cdots \text{(iii)}$$

$$H_2O(\text{液}) = H_2O(\text{気}) + Q_4\,[\text{kJ}] \quad \cdots\cdots \text{(iv)}$$

① $Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$　② $Q_1 + Q_2 + Q_3 - Q_4$
③ $Q_1 + Q_2 - Q_3 + Q_4$　④ $-Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$
⑤ $-Q_1 - Q_2 + Q_3 - Q_4$　⑥ $Q_1 - Q_2 - Q_3 - Q_4$

問6　次の反応式で表される反応は，すべて可逆反応である。これらの可逆反応が平衡に達したのち，温度を一定に保ったまま圧力を下げていった。このとき，平衡が右に移動するものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 6

① $2NO_2$(気) $\rightleftarrows$ N_2O_4(気)

② CO_2(気) + H_2(気) $\rightleftarrows$ H_2O(気) + CO(気)

③ $2SO_2$(気) + O_2(気) $\rightleftarrows$ $2SO_3$(気)

④ C(黒鉛) + CO_2(気) $\rightleftarrows$ 2CO(気)

⑤ 2HI(気) $\rightleftarrows$ H_2(気) + I_2(気)

⑥ N_2(気) + $3H_2$(気) $\rightleftarrows$ $2NH_3$(気)

問7　次の文中の空欄 ア に入る語句として最も適切なものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 7

鉄にクロムやニッケルなどを加えた合金である ア は，表面がクロムの酸化物の被膜で保護されており腐食しにくいため，調理器具や医療器具などに利用されている。

① ジュラルミン　② トタン　③ アモルファス合金
④ ステンレス鋼　⑤ ブリキ　⑥ 形状記憶合金

問8　次の文中の空欄［ア］～［ウ］に入る語句の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。［8］

金箔を王水に溶かし，塩化金(Ⅲ)酸 $HAuCl_4$ の水溶液にしたあと，水酸化カリウム KOH 水溶液を加えて溶液を弱塩基性にした。この溶液を薄めてガスバーナーの炎に含まれる一酸化炭素 CO で［ア］すると，薄赤色の金のコロイド溶液が得られた。この溶液に横からレーザー光を当てると光の進路が見えた。これを［イ］という。金のコロイド粒子は電荷を帯びており，互いに反発し合うことで，溶液中に分散し，安定に存在している。また，この溶液に少量の電解質を加えたところ，金のコロイド粒子が沈殿した。これを［ウ］という。

	ア	イ	ウ
①	酸化	ブラウン運動	凝析
②	酸化	ブラウン運動	塩析
③	酸化	チンダル現象	凝析
④	酸化	チンダル現象	塩析
⑤	還元	ブラウン運動	凝析
⑥	還元	ブラウン運動	塩析
⑦	還元	チンダル現象	凝析
⑧	還元	チンダル現象	塩析

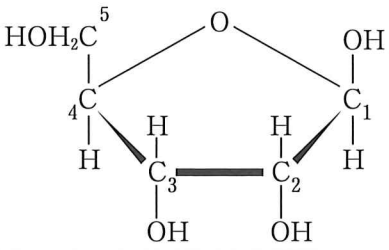
問9　次の文中の空欄［ア］，［イ］に入る数値の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［9］

分子式 $C_5H_{12}O$ で表される脂肪族化合物の構造異性体のうち，炭素鎖に枝分かれのあるアルコールは［ア］種類ある。また，炭素鎖に枝分かれのあるアルコールのうち，不斉炭素原子をもつものは［イ］種類ある。

	ア	イ
①	3	1
②	3	2
③	5	2
④	5	3
⑤	8	3
⑥	8	4

問 10　次の文中の空欄［ア］～［ウ］に入る数値の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［10］

生物の細胞中に存在する核酸は，ヌクレオチドが多数結合した高分子化合物であり，ヌクレオチドは，糖，塩基およびリン酸からなる化合物である。RNA を構成する糖であるリボースの構造式を次の図に示す（なお，C に付した 1～5 の数字は炭素の位置を表している）。ヌクレオチドは糖の［ア］位の炭素原子で塩基と，［イ］位の炭素原子でリン酸と結合している。また，DNA を構成する糖であるデオキシリボースは，リボースの［ウ］位の炭素に結合した －OH が －H に置換された構造をとっている。



リボース

	［ア］	［イ］	［ウ］
①	1	2	5
②	1	5	2
③	2	1	5
④	2	5	1
⑤	5	1	2
⑥	5	2	1