

I. 注意事項

1. 問題は I から IV までである (全体で 12 ページ)。問題 I はマークシート式解答用紙に、問題 II から問題 IV は記述用解答用紙に解答を書き込むこと。解答の方法は以下の説明に従うこと。
2. マークシート式解答用紙
 - ① 解答用紙には「生物」(だいたい色)と「化学」(ピンク色)の解答欄がある。
 - ② 各問題の解答はマークシート「化学」(ピンク色)の該当するマーク欄をマークすること。
3. 記述用解答用紙
解答用紙に氏名、4 けたの受験番号を記入し、各問題の解答はすべて解答欄の指定の位置に記入すること。

II. 解答に際しての注意事項

① 必要があれば次の原子量および数値を用いよ。

H=1.0 C=12 N=14 O=16 Na=23 Al=27 S=32 Cl=35.5 K=39 Br=80

大気圧： 1.01×10^5 [Pa]、気体定数： $R = 8.31 \times 10^3$ [Pa · L / (K · mol)]

ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4$ [C/mol]

② 気体を扱う計算では、すべて理想気体として考えよ。

問題 I 次の各問いに答えよ。ただし、問 1～問 14 の答はすべてマークシート式解答用紙の 1～14 のマーク欄にマークせよ。

問 1 1811 年にアボガドロは、ある法則とドルトンの原子説との間に生じていた矛盾を解決するために、分子説を提唱した。ある法則とは何か。次の記述ア～オのうちから一つ選べ。

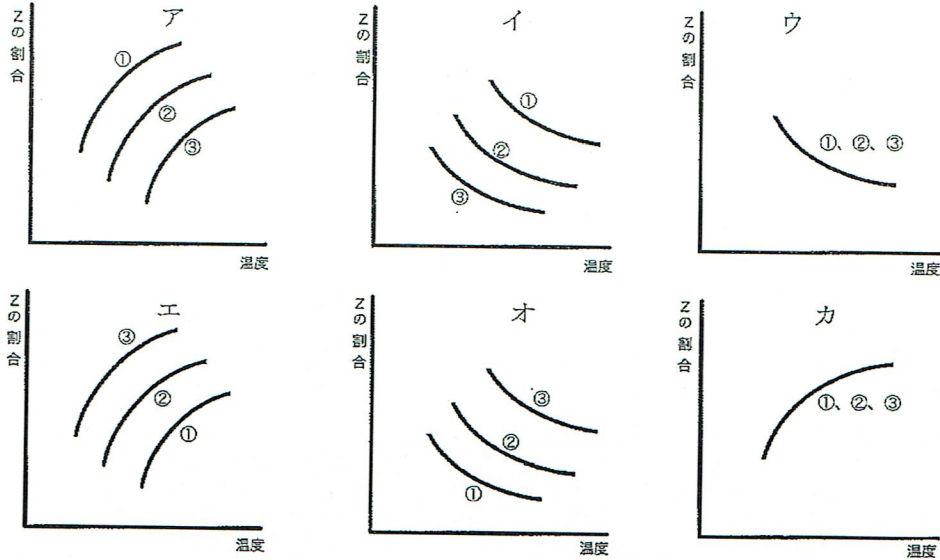
- | | | |
|-----------|------------|-----------|
| ア 定比例の法則 | イ 倍数比例の法則 | ウ 気体反応の法則 |
| エ 質量保存の法則 | オ ファラデーの法則 | |

問 2 質量パーセント濃度 35.0 % の塩酸のモル濃度 [mol/L] に最も近い数値をア～キから選べ。ただし、この溶液の密度は 1.18 g/cm^3 であるとして計算せよ。

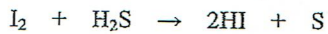
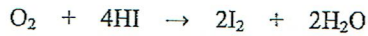
- | | | | |
|---------|---------|--------|--------|
| ア 0.350 | イ 0.960 | ウ 1.20 | エ 3.50 |
| オ 9.60 | カ 10.0 | キ 11.3 | |

問3 熱化学方程式が $aX + bY = cZ + Q$ [kJ] で表される可逆反応がある。

ここで、X、Y、Zは、いずれも気体物質で理想気体として扱えるものとする。また、a、b、cは係数を示し、 $a + b < c$ 、 $Q < 0$ であるとする。この熱化学方程式で表される可逆反応が平衡状態にあるとき、① 1×10^5 Pa、② 10×10^5 Pa、③ 100×10^5 Pa における、温度（横軸）と混合気体中のZの割合〔体積%〕（縦軸）の関係に最も近いパターンは図ア～カのうちのどれか。



問4 次の3つの反応式から、酸素、硫黄、ヨウ素およびフッ素の酸化力の強さの順を推定し、ア～キから正しいものを選び。



ア フッ素 > ヨウ素 > 酸素 > 硫黄

イ 酸素 > 硫黄 > フッ素 > ヨウ素

ウ フッ素 > 酸素 > ヨウ素 > 硫黄

エ フッ素 > 酸素 > 硫黄 > ヨウ素

オ 酸素 > フッ素 > ヨウ素 > 硫黄

カ 酸素 > フッ素 > 硫黄 > ヨウ素

キ 硫黄 > ヨウ素 > 酸素 > フッ素

問5 100 mL の水素、メタンおよび酸素の混合気体がある。この混合気体を完全に燃焼させた後、そのすべてを十分量の十酸化四リンに通じたところ、気体の体積は 70 mL に減少した。さらにこの気体をソーダ石灰に通じたところ、最終的に酸素 64 mL のみが残った。

はじめの混合気体中の水素とメタンの物質量の比は、次のうちのどれに最も近いか。ただし、気体の体積はすべて 25℃、大気圧下におけるものとする。解答はア～キから選べ。

- ア 1 : 1 イ 2 : 1 ウ 1 : 2 エ 3 : 1
 オ 1 : 3 カ 4 : 1 キ 1 : 4

問6 次の記述①～⑤のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選べ。解答はア～サから選べ。

- ① 反応速度定数の値は、反応の種類によって異なるが、同温度の同じ反応では反応物の濃度の大小には無関係である。
 ② ファンデルワールス力は無極性分子間にはたらく引力である。
 ③ Ca は骨や歯などの主成分を構成する元素の一つである。
 ④ Mn と Cr がとり得る最高酸化数を比べると Cr の方が大きい。
 ⑤ 空気中で $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ の結晶が $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ に変化する現象を風解という。

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、②
 キ ①、④ ク ②、④ ケ ②、⑤ コ ③、④ サ ④、⑤

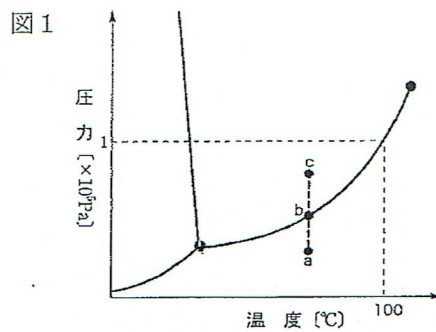
問7 次の記述①～⑤のうちから、不適切な処置または操作をすべて選べ。解答はア～シから選べ。

- ① 酸素を発生させる目的で、塩素酸カリウムと酸化マンガン(IV)を混ぜ合わせ、あらかじめ乳鉢でよくすりつぶして均一にした。
 ② 金属ナトリウムは水と激しく反応するので、石油中に保存した。
 ③ 濃い水酸化ナトリウムの水溶液を調製して、ガラス栓付き試薬ビンに保存した。
 ④ 実験中にこぼした少量の有機溶媒に引火した際、近くに消火器がなかったので、とっさに実験台にあった炭酸水素ナトリウムの粉末をかけた。
 ⑤ 黄リンは空気中に放置すると自然発火しやすいので、水の中に保存した。

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、③
 キ ①、④ ク ②、④ ケ ②、⑤ コ ③、④ サ ③、⑤ シ ④、⑤

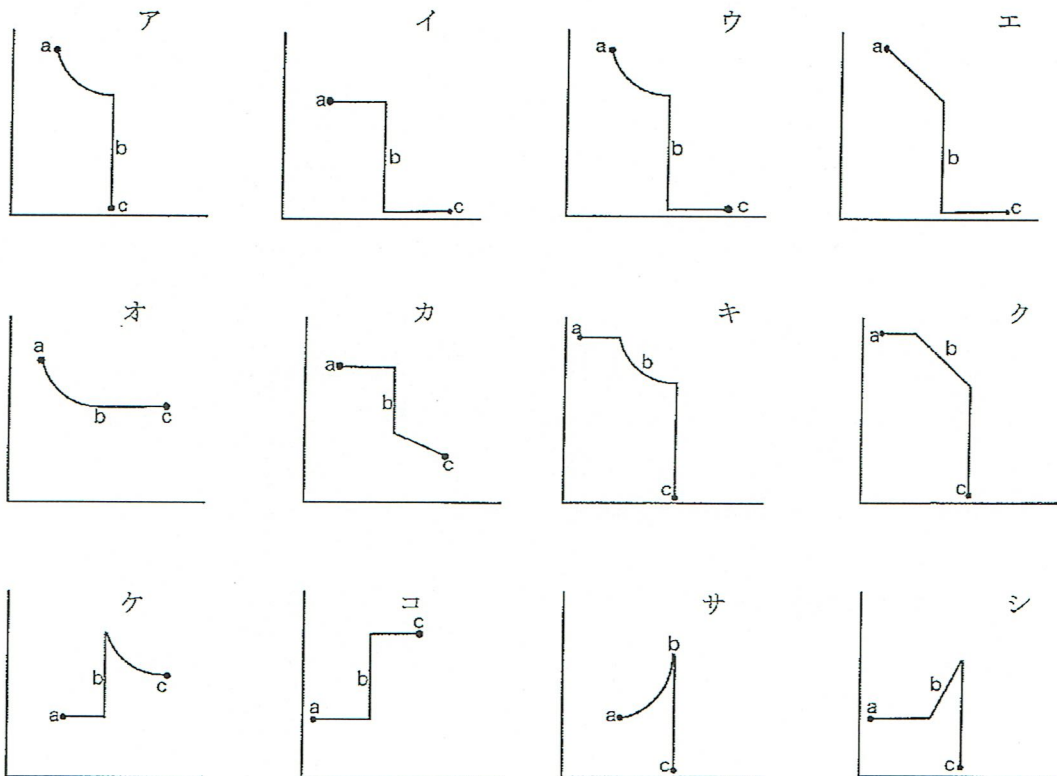
問 8 純物質には、固体、液体および気体の状態があり、温度と圧力によってその状態が決まる。それぞれの温度と圧力で物質がどのような状態にあるかを表したものを状態図とよび、図 1 は水の状態図である。図中のそれぞれの曲線上では、その曲線によって分けられる二つの状態が共存する平衡状態にある。また、図 2 は一定温度における気体の圧力（横軸）と体積（縦軸）の関係を示している。

一定温度のもとで圧力を上げるとき、図 1 の a 点から b 点を経て c 点へ至るまでの間の、圧力（横軸）と体積（縦軸）の変化のパターンを示す図として最も適当なものを図 2 のア～シから選べ。



図は状態図の特徴を強調して示しており、目盛は正確ではない。

図 2



問9 次の記述①～⑤のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選べ。解答はア～サから選べ。

- ① フッ素原子と塩素原子の対電子の数は同じである。
- ② 一般に、電子親和力の大きな原子は陰イオンになりやすい。
- ③ 酸化還元反応では、強い酸化剤と強い還元剤とが反応して弱い酸化剤と弱い還元剤が生成する方向に、反応が進みやすい。
- ④ 同じ電子配置を持つ陽イオンと陰イオンでは、陰イオンの方がイオン半径は小さい。
- ⑤ 非金属元素はすべて典型元素である。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、②
 キ ①、③ ク ②、③ ケ ②、⑤ コ ③、④ サ ④、⑤

問10 物質量の比が1：2のエタンとプロパンの混合気体を完全燃焼させたところ、発生した熱量は3000 kJだった。このとき生成する水の質量 [g] に最も近い数値はどれか。解答はア～キから選べ。ただし、エタンとプロパンの燃焼熱はそれぞれ1560 kJ/mol、2220 kJ/molとし、生成した水は蒸発しないものとする。

ア 27 イ 48 ウ 99 エ 126
 オ 165 カ 198 キ 256

問11 芳香族化合物に関する次の記述①～⑤のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選べ。解答はア～シから選べ。

- ① クメン法によるフェノールの製造では、副産物としてアセトンが生じる。
- ② トルエンをニトロ化する場合、オルト位とパラ位は置換されにくい、メタ位は置換されやすい。
- ③ ベンゼンの炭素原子間の距離はすべて等しい。
- ④ サリチル酸をアセチル化して得た化合物は、解熱鎮痛剤に用いられる。
- ⑤ ベンゼンをスルホン化して得た化合物は、ベンゼンより分子量が大きくなるので水に対する溶解性はベンゼンよりも小さくなる。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、②
 キ ①、③ ク ②、④ ケ ②、⑤ コ ③、④ サ ③、⑤ シ ④、⑤

問 12 高分子化合物に関する次の記述①～⑤のうちから、正しい記述をすべて選べ。解答はア～シから選べ。

- ① 合成高分子化合物の分子量は、平均分子量で表されている。
- ② フェノール樹脂は熱可塑性樹脂である。
- ③ 合成高分子化合物は、分子が規則的に配列した結晶である。
- ④ 高分子化合物は、構成単位となる小さな分子が分子間力で集まったものである。
- ⑤ 生ゴムに数パーセントの硫黄を加えて加熱すると弾性が増す。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、②
 キ ①、④ ク ①、⑤ ケ ②、④ コ ②、⑤ サ ③、④ シ ④、⑤

問 13 炭素電極を用いて 1.0 mol/L の NaOH 水溶液 3 L を 10.0 A で 32 分 10 秒間電気分解したとき両方の電極で生成する気体の、標準状態における体積の総和 [L] に最も近い数値はどれか。解答はア～キから選べ。

ア 0.200 イ 0.340 ウ 0.960 エ 2.24
 オ 3.36 カ 4.48 キ 8.96

問 14 ①～⑤の化学式で示した脂肪酸を融点の高い順に並べたものを次のア～キの中から選び、記号で答えよ。

- ① $C_{17}H_{35}COOH$ ② $C_{17}H_{33}COOH$ ③ $C_{17}H_{31}COOH$
- ④ $C_{17}H_{29}COOH$ ⑤ $C_{19}H_{39}COOH$

ア ③>②>①>④>⑤ イ ③>②>①>⑤>④ ウ ①>②>③>④>⑤
 エ ⑤>④>①>②>③ オ ⑤>④>③>②>① カ ⑤>①>②>③>④
 キ ④>③>②>①>⑤

I. 注意事項

1. 問題はⅠからⅤまでである（全体で13ページ）。問題Ⅰと問題Ⅱはマークシート式解答用紙に、問題Ⅲから問題Ⅴは記述用解答用紙に解答を書き込むこと。解答の方法は以下の説明に従うこと。
2. マークシート式解答用紙
 - ①解答用紙には「生物」（だいたい色）と「化学」（ピンク色）の解答欄がある。
 - ②各問題の解答はマークシート「化学」（ピンク色）の該当するマーク欄をマークすること。
3. 記述用解答用紙
解答用紙に氏名、4けたの受験番号を記入し、各問題の解答はすべて解答欄の指定の位置に記入すること。

II. 解答に際しての注意事項

①必要があれば次の原子量および数値を用いよ。

H=1.0 C=12 N=14 O=16 Na=23 Al=27 S=32 Cl=35.5 K=39 Br=80

大気圧は 1.01×10^5 Pa、気体定数 $R = 8.31 \times 10^3$ [Pa · L / (K · mol)]

②気体を扱う計算では、すべて理想気体として考えよ。

問題Ⅰ 次の各問いに答えよ。ただし、問1～問12の答はすべてマークシート式解答用紙の1～12のマーク欄にマークせよ。

問1 次の記述①～⑤のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選べ。解答はア～サから選べ。

- ① 原子が、電子を取り入れて1価の陰イオンになるときに必要なエネルギーを電子親和力という。
- ② 原子を1価の陽イオンにするために必要な最小のエネルギーを第1イオン化エネルギーという。
- ③ 同一周期に属する原子間では、原子番号が大きい原子の方が、第1イオン化エネルギーは必ず大きくなる。
- ④ 単原子の陰イオンの半径はもとの原子の半径より大きい。
- ⑤ 同じ希ガス型電子配置を持つイオンどうしを比較すると、原子番号が大きいほどイオン半径は小さい。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、③

キ ①、④ ク ②、③ ケ ②、⑤ コ ③、④ サ ③、⑤

問2 次の記述①～⑤のうちから、正しい内容の記述をすべて選べ。解答はア～サから選べ。

- ① 2価の金属の酸化物を還元して、そのすべてを単体の金属にした。生成した単体の金属の質量が酸化物の60%であったとすれば、この金属の原子量は65である。
- ② 塩化水素分子の結合はイオン結合なので、水に溶けてイオンに解離する。
- ③ 金属結晶が変形可能なのは、外力で原子をずらしても、自由電子により原子どうしの結合が保たれるからである。
- ④ 典型元素、遷移元素のいずれにも金属元素と非金属元素が存在する。
- ⑤ 原子番号が4, 12, 20の元素は同族元素である。

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、②
キ ①、④ ク ②、⑤ ケ ③、④ コ ③、⑤ サ ④、⑤

問3 次の記述①～⑤のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選べ。解答はア～シから選べ。

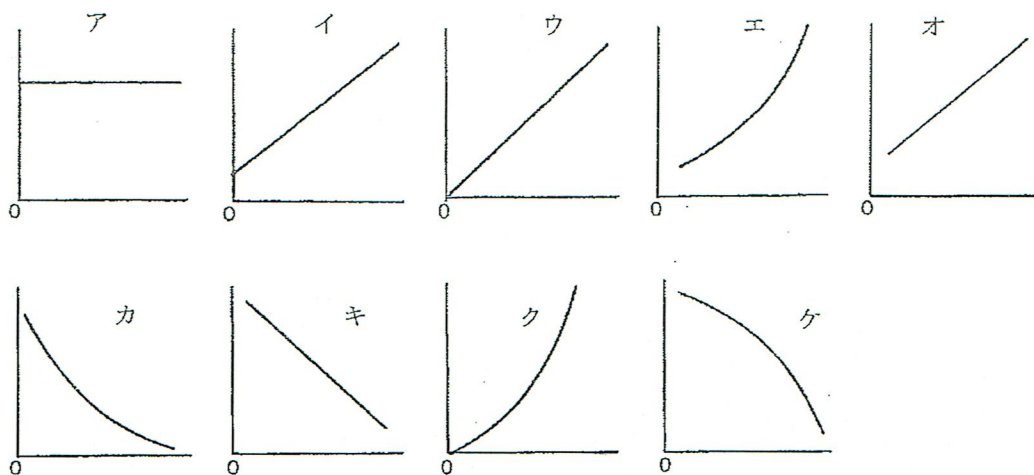
- ① 1価の酸よりも3価の酸の方が強い酸である。
- ② 酸無水物はすべて酸素原子を含んでいる。
- ③ 塩酸は、フッ化水素酸より強い酸である。
- ④ 塩基性塩には化学式中にOHを含まないものがある。
- ⑤ $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ で表される反応において、水分子は塩基として作用している。

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、③
キ ①、④ ク ②、④ ケ ②、⑤ コ ③、④ サ ③、⑤ シ ④、⑤

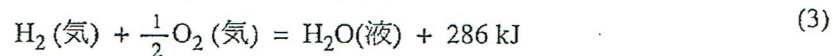
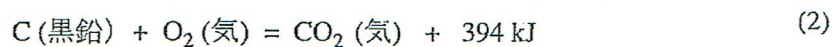
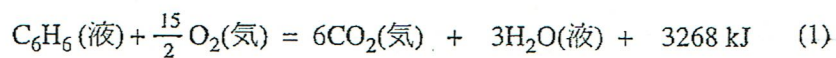
問4 アルミニウム粉末を酸素中で完全燃焼させたところ、酸化物6.12 gが得られた。別に、同じ質量のアルミニウム粉末に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加温したところ、アルミニウムは完全に溶けて気体が発生した。この気体の体積は、標準状態で何Lか。最も近い数値をア～キから選べ。ただし、発生した気体は、水に溶けないものとする。

- ア 0.67 イ 1.34 ウ 2.02 エ 2.69 オ 4.03 カ 5.38 キ 8.06

問5 一定温度の条件のもとで、ある低分子化合物の希薄溶液の濃度を変えて、その浸透圧を測定したときの、溶液のモル濃度（横軸）に対する、溶液の浸透圧（縦軸）の関係を示した図を下図のア～ケから選べ。



問6 ベンゼン、黒鉛、水素の燃焼熱はそれぞれ下記の(1)～(3)の熱化学方程式で表される。



ベンゼン(液)の生成熱 [kJ/mol] として最も近い数値を、ア～コから選べ。

ア -2874 イ -1506 ウ -680 エ -108 オ -46

カ +46 キ +108 ク +680 ケ +1506 コ +2874

問 7 酸化還元反応に関する次の記述①～⑤のうちから、正しい内容の記述をすべて選べ。解答はア～シから選べ。

- ① 電池の放電にともなって、負極では還元反応、正極では酸化反応が進行する。
- ② 1分子あたりで受け取る電子数が多い物質ほど、強い酸化剤である。
- ③ ハロゲンの単体は、どれも酸化作用を持つ。
- ④ ヨウ化カリウム KI 水溶液にオゾン O_3 を通じると、ヨウ素 I_2 が析出する。したがって、酸化剤としての強さは $I_2 > O_3$ である。
- ⑤ 酸化還元反応では、反応後に酸化数が増加する原子の物質と酸化数が減少する原子の物質量は常に等しくなる。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、②
キ ①、⑤ ク ②、③ ケ ②、⑤ コ ③、④ サ ③、⑤ シ ④、⑤

問 8 炭化水素に関する次の記述①～⑤のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選べ。解答はア～シから選べ。

- ① アセチレンに触媒の存在下で酢酸を付加させると、酢酸ビニルが生成する。
- ② 炭化カルシウムに水素を反応させると、アセチレンが生成する。
- ③ プロペンが付加重合してできた高分子化合物をポリプロピレンという。
- ④ アセチレン 1 分子に臭素 1 分子が付加して生成する化合物には、幾何異性体が存在する。
- ⑤ 鎖式炭化水素 A の 1 mol には、水素が最大で 1 mol 付加する。この炭化水素 A の 1.40 g に臭素を付加させたところ、臭素 4.0 g が付加した。炭化水素 A の分子量は 42 である。

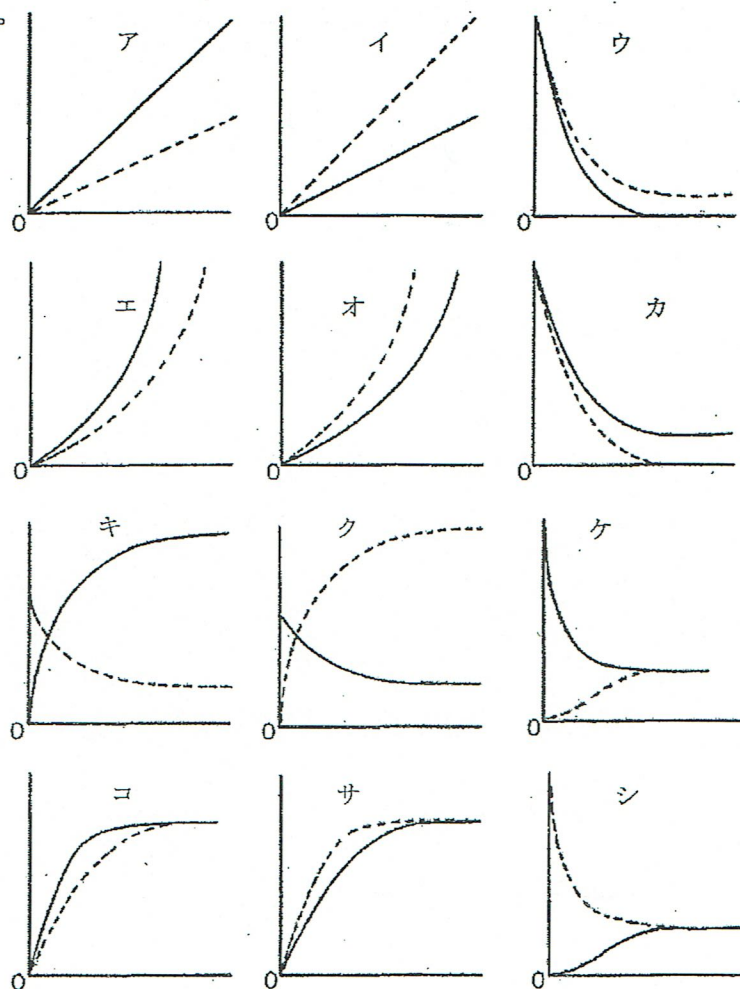
ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、②
キ ①、④ ク ②、④ ケ ②、⑤ コ ③、④ サ ③、⑤ シ ④、⑤

問9 次の記述①～⑤のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選べ。解答はア～サから選べ。

- ① ジペプチドには2種類の、トリペプチドには3種類の構造異性体が存在する。
- ② タンパク質の二次構造は側鎖間の水素結合によって安定に保たれる。
- ③ ヘモグロビンは四次構造を形成したタンパク質である。
- ④ Pb^{2+} や Hg^{2+} のような重金属イオンには、タンパク質の立体構造を変える作用があり、生体にとって有害である。
- ⑤ アミラーゼは、デンプンには作用するがタンパク質には作用しない。これは、アミラーゼの基質特異性によるものである。

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、②
 キ ①、③ ク ②、③ ケ ③、④ コ ③、⑤ サ ④、⑤

問10 ヨウ素と水素を混合して反応させると一定時間後に平衡状態となる。この反応について時間（横軸）と反応速度（縦軸）の関係を表した図のパターンとして最も適切なものはどれか。解答は図ア～シから選べ。ただし、2本の曲線のうち実線は正反応を、点線は逆反応を示したものである。



問11 金属A～Eに関する次の記述①～⑤を読み、AとEのそれぞれに該当する金属を下記の金属群から選べ。解答はア～クから選べ。

- ① A、B、C、Dのイオン化傾向は水素より大きくEのイオン化傾向は水素より小さい。
- ② A、B、Dは希硫酸に浸すと溶けるが、Cはほとんど溶けない。
- ③ 同じ物質量のA、B、Dをそれぞれ希硫酸に溶かすと、発生する水素の物質量はDの場合が最も多い。
- ④ B、C、Eは濃硝酸に浸すと溶けるが、A、Dはほとんど溶けない。
- ⑤ C、Eそれぞれの硝酸塩水溶液に希塩酸を加えると、いずれからも白色沈殿を生じる。

金属群： Pb Au Ag Pt Fe Cu Zn Al

	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク
A	Al	Zn	Fe	Pb	Al	Zn	Fe	Pb
E	Ag	Cu	Ag	Ag	Cu	Ag	Au	Pt

問12 次の記述①～⑤のうちから、正しい内容の記述をすべて選べ。解答はア～サから選べ。

- ① 油脂を構成する脂肪酸は、自然界では炭素数20のものが炭素数18のものより多い。
- ② オレイン酸のみで構成される油脂1 molに付加できる水素は最大で3 molである。
- ③ マーガリンの原料には、主に植物性油脂から作った硬化油が用いられる。
- ④ 大豆油を構成する脂肪酸は、不飽和脂肪酸より飽和脂肪酸の方が多い。
- ⑤ 脂肪酸の融点は、炭素原子数が同じならば、C=C結合が多いほど高くなる。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、②
 キ ②、③ ク ②、⑤ ケ ③、④ コ ③、⑤ サ ④、⑤

問題Ⅱ 次の文を読んで以下の問いに答えよ。ただし、問 13～問 17 の答はすべてマークシート式
解答用紙の 13～17 のマーク欄にマークせよ。

濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液の濃度を、次のようにシュウ酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) を用いる滴
定により求めた。シュウ酸二水和物 6.30 g を水に溶かして 500 mL 用の^(あ)メスフラスコに入れ、
水を加えて 500 mL とし、^(い)シュウ酸水溶液を調製した。この溶液 25.0 mL をコニカルビーカー
にとり、^(う)3 mol/L の硫酸を 25 mL 加えて酸性にした後、70°C に加温した。この溶液が温かいう
ちに、^(え)ビュレットを用いて過マンガン酸カリウム水溶液を滴下したところ、20.2 mL で過マン
ガン酸カリウム水溶液の赤紫色が消えなくなったので、これを滴定終点とした。

問 13 下線部 (あ)、(え) の器具を実験の直前に純水で洗浄した。その後の実験操作における
各器具の適切な扱い方を①～③から選べ。解答はア～ケから選べ。

- ① そのまま使用する。
- ② 加熱・乾燥してから使用する。
- ③ 使用する水溶液で数回すすいで使用する。

	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ
(あ)	①	①	①	②	②	②	③	③	③
(え)	①	②	③	①	②	③	①	②	③

問 14 下線部 (い) のシュウ酸水溶液 25.0 mL 中には、何 g のシュウ酸が含まれているか。

ア～コの中から最も近い数値を選べ。

- | | | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ア 3.15×10^{-1} | イ 2.25×10^{-1} | ウ 3.10×10^{-2} | エ 2.25×10^{-2} | オ 2.20×10^{-2} |
| カ 2.00×10^{-2} | キ 4.20×10^{-3} | ク 3.10×10^{-3} | ケ 3.00×10^{-3} | コ 2.00×10^{-3} |

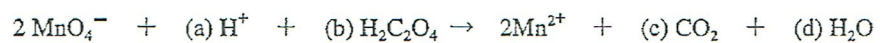
問 15 下線部 (う) に関連した次の記述①～⑤のうちから内容に誤りのある記述をすべて選べ。

解答はア～サから選べ。

- ① 酸性条件下では過マンガン酸カリウムの酸化力が強くなる。
- ② 硫酸を加えないで過マンガン酸カリウム水溶液を滴下すると、黒褐色(黒色)沈殿が生じる。
- ③ 加温するのは、常温ではシュウ酸と過マンガン酸カリウムとの反応の速度が小さいからである。
- ④ 硫酸の代わりに 6 mol/L の塩酸を 25 mL 加えても、滴定値 20.2 mL は変わらない。
- ⑤ 加温する温度を 90°C にしても、滴定値はかわらない。

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、②
キ ①、⑤ ク ②、④ ケ ③、④ コ ③、⑤ サ ④、⑤

問 16 次の反応式は硫酸酸性下の過マンガン酸イオンとシュウ酸との反応をイオン反応式で示したものである。空欄(b)と(d)の係数の組み合わせとして適切なものをア～クから選べ。ただし、()内の数字は(b)、(d)の順に並んでいる。



ア (3, 4) イ (3, 5) ウ (4, 6) エ (4, 8) オ (5, 6)

カ (5, 8) キ (6, 8) ク (6, 10)

問 17 この過マンガン酸カリウム水溶液の濃度は、何 mol/L か。ア～キの中から最も近い数値を選べ。

ア 0.500 イ 0.310 ウ 0.250 エ 0.155 オ 0.050 カ 0.031 キ 0.025

I. 注意事項

1. 問題はⅠからⅤまでである（全体で 10 ページ）。問題Ⅰと問題Ⅱはマークシート式解答用紙に、問題Ⅲから問題Ⅴは記述用解答用紙に解答を書き込むこと。解答の方法は以下の説明に従うこと。
2. マークシート式解答用紙
 - ①解答用紙には「生物」（だいたい色）と「化学」（ピンク色）の解答欄がある。
 - ②各問題の解答はマークシート「化学」（ピンク色）の該当するマーク欄をマークすること。
3. 記述用解答用紙
解答用紙に氏名、4けたの受験番号を記入し、各問題の解答はすべて解答欄の指定の位置に記入すること。

II. 解答に際しての注意事項

- ①必要があれば次の原子量および数値を用いよ。

H=1.0 C=12 N=14 O=16 Na=23 S=32 Cl=35.5 K=39

大気圧は 1.01×10^5 Pa、気体定数 $R = 8.3 \times 10^3$ [Pa · L / (K · mol)]

- ②気体を扱う計算では、すべて理想気体として考えよ。

問題Ⅰ 次の各問いに答えよ。ただし、問 1～問 12 の答はすべてマークシート式解答用紙の 1～12 のマーク欄にマークせよ。

問 1 次の①～⑤から、分子またはイオン内の非共有電子対の数が互いに等しい組み合わせをすべて選べ。解答はア～サから選べ。

- ① NH_3 と H_2O ② H_3O^+ と NH_4^+ ③ NH_3 と H_2S ④ H_3O^+ と NH_3 ⑤ H_2O と H_2S

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、②
キ ②、③ ク ②、④ ケ ②、⑤ コ ③、⑤ サ ④、⑤

問 2 次の①～⑤から内容に誤りのある記述をすべて選べ。解答はア～サから選べ。

- ① フッ化水素には他のハロゲン化水素と異なる性質がある。
- ② 元素の原子量は、原子番号の順に増加しないこともある。
- ③ イオン化傾向の大きい金属ほど還元力が大きい。
- ④ 金属のイオン化傾向が大きいということは、イオン化エネルギーが小さいということである。
- ⑤ 黒鉛とダイヤモンドは同素体であるから、両者の燃焼熱は同じである。

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、②
キ ①、④ ク ②、③ ケ ②、⑤ コ ③、⑤ サ ④、⑤

問3 次の実験操作①～⑤から正しい操作をすべて選べ。解答はア～サから選べ。

- ① 銅片に熱濃硫酸を作用させて発生する気体を水上置換で捕集した。
- ② 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱して得られる気体を、水の入った洗気びんを通した後、濃硫酸の入った洗気びんに通した。
- ③ 濃硫酸に水を加えて希硫酸を調製した。
- ④ 指示薬を用いずに硫酸酸性の過酸化水素水を過マンガン酸カリウム水溶液で滴定した。
- ⑤ メチルオレンジを指示薬として水酸化ナトリウム水溶液を酢酸水溶液で滴定した。

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、③
 キ ①、④ ク ②、④ ケ ②、⑤ コ ③、④ サ ④、⑤

問4 難溶性の塩の飽和水溶液中のイオン濃度の積 K_s は溶解度積と呼ばれ、その塩の溶解度 (mol/L 単位) の目安となる。ある温度で 0.01 mol/L の Zn^{2+} を含む 0.1 mol/L 塩酸に、硫化水素を吹き込んだところ、溶液中の H_2S の濃度が 0.01 mol/L になった。このとき、溶液中に溶けている Zn^{2+} の濃度 [mol/L] に最も近い値をア～クから選べ。ただし、 H_2S の添加による溶液の体積変化はないものとし、この温度における H_2S の2段階の電離平衡の電離定数は、 $K_1 = 1 \times 10^{-7}$ mol/L、 $K_2 = 1 \times 10^{-14}$ mol/L で、 ZnS の溶解度積は、 $K_s = 2.1 \times 10^{-18}$ (mol/L)² であるとして考えよ。

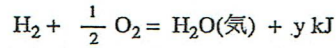
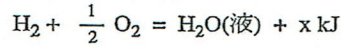
- | | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| ア 1×10^{-1} | イ 1×10^{-2} | ウ 1×10^{-3} | エ 1×10^{-7} |
| オ 2×10^{-1} | カ 2×10^{-2} | キ 2×10^{-3} | ク 2×10^{-7} |

問 5 次の現象①～⑤から酸化還元反応によるものではないものをすべて選べ。解答はア～サから選べ。

- ① 硫化水素と塩素の気体を混合したら硫黄が生じた。
- ② 硫化鉄(II)に希硫酸を加えたら気体が発生した。
- ③ 次亜塩素酸ナトリウムを主成分とする漂白剤に酸を加えたら気体が発生した。
- ④ 十酸化四リンに水を加えたら多量の熱が発生した。
- ⑤ 加熱した銅線をメタノールの蒸気に触れさせたところ、銅線の表面の色が変化した。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、②
 キ ①、⑤ ク ②、④ ケ ②、⑤ コ ③、④ サ ③、⑤

問 6 水素と酸素から、液体の水、あるいは水蒸気が生成するときの熱化学方程式をそれぞれ



としたとき、水の蒸発熱はどのような式で表されるか。ア～ケから選べ。

ア $x - y$ イ $y - x$ ウ $x + y$ エ $18(x - y)$ オ $18(y - x)$
 カ $18(x + y)$ キ $\frac{x - y}{18}$ ク $\frac{y - x}{18}$ ケ $\frac{x + y}{18}$

問 7 ある二価の酸 x グラムを水に溶かして 1L にした水溶液がある。この水溶液 A mL を中和するのに、1L 中に y グラムの水酸化ナトリウムが溶解している水溶液 B mL を要した。この酸の分子量を表す式はどれか。ア～ケから選べ。

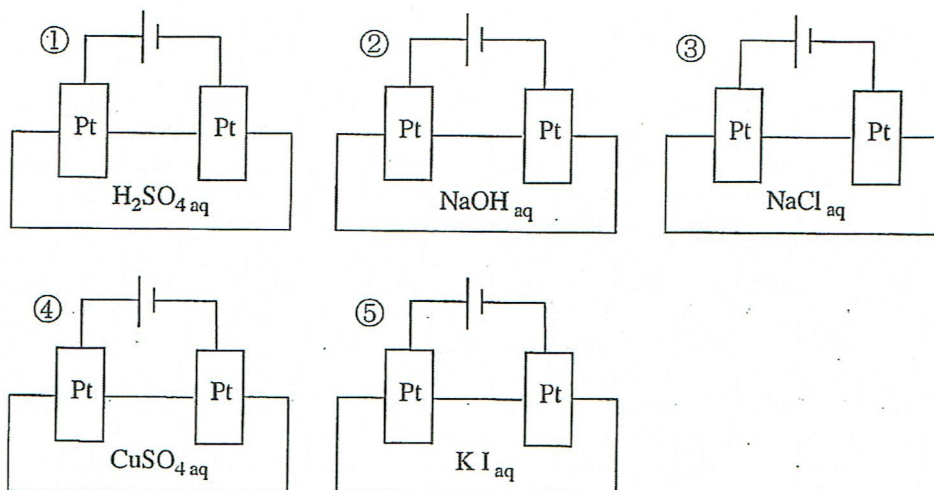
ア $\frac{By}{40Ax}$ イ $\frac{By}{20Ax}$ ウ $\frac{20Ax}{By}$ エ $\frac{80By}{Ax}$ オ $\frac{80Ax}{By}$
 カ $\frac{8000Ax}{By}$ キ $\frac{80000By}{Ax}$ ク $\frac{2Ax}{By}$ ケ $\frac{2By}{Ax}$

問 8 次の元素の組み合わせ①～⑤から同族の元素どうしの組み合わせをすべて選べ。解答はア～サから選べ。

- ① リンとヒ素 ② 鉄と銅 ③ 銀と白金
 ④ 硫黄とケイ素 ⑤ カルシウムとストロンチウム

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、③
 キ ①、⑤ ク ②、④ ケ ②、⑤ コ ③、⑤ サ ④、⑤

問 9 次の①～⑤の装置を用いて電気分解を行ったとき、電極で発生する気体の物質量が両極で等しいものをすべて選べ。解答はア～サから選べ。



- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、③
 キ ①、④ ク ②、⑤ ケ ③、④ コ ③、⑤ サ ④、⑤

問 10 ポリエチレンテレフタレートは、繊維やペットボトルとして大量に利用されている代表的な合成高分子化合物である。この化合物は、エチレングリコールとテレフタル酸とが重合することによってできた巨大分子である。分子量が 2×10^5 のポリエチレンテレフタレート分子には、約何個のエステル結合が含まれているか。最も近い数値をア～コから選べ。

- ア 5×10^2 イ 1×10^3 ウ 2×10^3 エ 3×10^3 オ 4×10^3
 カ 5×10^3 キ 1×10^4 ク 2×10^4 ケ 3×10^4 コ 4×10^4

問 11 次の記述①～⑤から正しい記述をすべて選べ。解答はア～サから選べ。

- ① ヘキサンとシクロヘキサンは互いに異性体である。
- ② 酢酸の沸点が、同程度の分子量の炭化水素より高いのは、分子間で水素結合して存在しているためである。
- ③ メタノールは、工業的には、触媒を用いて一酸化炭素と水素を高温高压で反応させて合成する。
- ④ サリチル酸を無水酢酸でアセチル化するとき、副生成物として水が生じる。
- ⑤ ベンゼンに紫外線を照射しながら塩素を作用させるとクロロベンゼンが得られる。

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、③
 キ ①、⑤ ク ②、③ ケ ②、④ コ ③、⑤ サ ④、⑤

問 12 5種類の糖A～Eは、下記の①～⑦のいずれかである。

- ① スクロース ② ガラクトース ③ アミロペクチン ④ ラクトース
- ⑤ アミロース ⑥ フルクトース ⑦ セルロース

これらを判別するため、実験を行い下記の(1)～(5)の結果を得た。これらの実験結果をもとに、A～Eに該当する糖の組み合わせをア～クから選べ。

- (1) 糖Aは冷水にも熱水にも溶けなかったが、糖Eは冷水には溶けないが熱水には溶けた。
- (2) 糖Aはヨウ素溶液で呈色しなかった。
- (3) 糖Bおよび糖Cの水溶液のそれぞれに、フェーリング液を加えて加熱したところ、いずれも赤色沈殿を生じた。
- (4) 糖Dを希塩酸中で加熱したら転化糖になった。
- (5) 糖Cの水溶液にある加水分解酵素を作用させて得られた混合物には、糖Bが含まれていた。

	A	B	C	D	E
ア	③	②	④	①	⑤
イ	③	④	②	⑥	⑦
ウ	⑤	②	⑦	④	③
エ	⑤	⑥	④	①	⑦
オ	⑦	②	④	①	⑤
カ	⑦	②	⑥	①	③
キ	⑦	④	①	⑥	③
ク	⑦	⑥	④	①	③

問題Ⅱ 次の問い (A)～(B) に答えよ。ただし、問 13～問 18 の答はすべてマークシート式解答用紙の 13～18 のマーク欄にマークせよ。

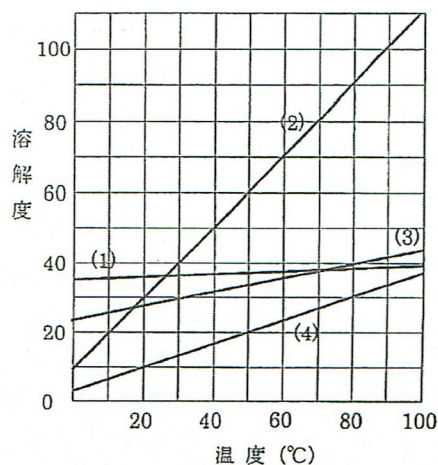
A 固体の溶解度とは溶媒 100 g に溶ける溶質の最大質量 (g) を示す数値である。図は化合物(1)、(2)、(3)、(4)それぞれの水に対する溶解度曲線を示したものである。以下の間に記号で答えよ。

問13 再結晶による精製に最も適した化合物は(1)～(4)のうちどれか。ア～エから選べ。

ア (1) イ (2) ウ (3) エ (4)

問14 80℃で化合物(3)が 36 g 溶けている飽和溶液を、10℃まで冷却すると何 g の結晶が析出するか。最も近い数値をア～ケから選べ。

ア 7 イ 10 ウ 13 エ 16 オ 19
カ 22 キ 25 ク 28 ケ 31



問15 化合物(2)の 60℃における飽和溶液 250 g を加熱して水を蒸発させ、200 g まで濃縮した後、再び 60℃に冷却すると何 g の結晶が析出するか。最も近い数値をア～コから選べ。

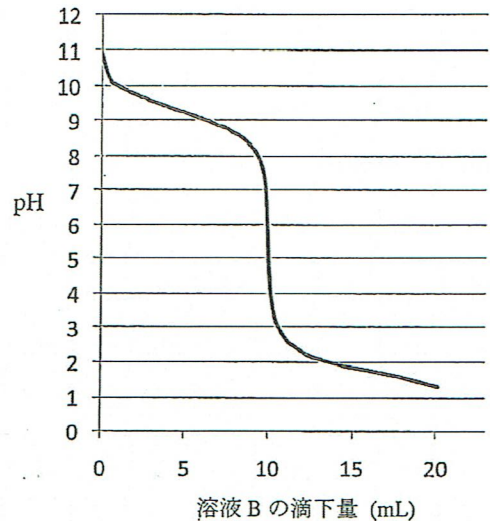
ア 10 イ 15 ウ 20 エ 25 オ 30 カ 35
キ 40 ク 45 ケ 50 コ 55

□ 溶液Aの 20 mL をコニカルビーカーにとり、数滴の指示薬Cを加えた後、これに溶液Bをビュレットから少しずつ滴下した。この間、25°Cで溶液のpHを測定し滴定曲線を作成した(下図)。以下の問いに記号で答えよ。

問16 溶液A、溶液Bおよび指示薬Cは①～⑦のいずれかである。該当するものを選んで組み合わせはどれか。ア～クから選べ。

- ① 水酸化ナトリウム水溶液 ② アンモニア水溶液
- ③ 酢酸水溶液 ④ 希塩酸
- ⑤ フェノールフタレイン ⑥ メチルレッド
- ⑦ メチルオレンジ

	溶液A	溶液B	指示薬C
ア	①	③	⑤
イ	①	③	⑦
ウ	①	④	⑥
エ	①	④	⑦
オ	②	③	⑤
カ	②	③	⑥
キ	②	④	⑤
ク	②	④	⑥



問17 溶液Aの25°Cにおける電離度は0.01であるとして、溶液Aのモル濃度[mol/L]に最も近い数値をア～キから選べ。

- ア 0.01 イ 0.02 ウ 0.05 エ 0.1 オ 0.2 カ 0.5 キ 1.0

問18 溶液Bのモル濃度[mol/L]に最も近い数値をア～クから選べ。

- ア 0.01 イ 0.02 ウ 0.05 エ 0.1 オ 0.2 カ 0.5 キ 1.0 ク 2.0

東京女子医科大学 一般 化 学

I. 注意事項

1. 問題はⅠからⅤまでである（全体で 12 ページ）。問題Ⅰから問題Ⅱはマークシート式解答用紙に、問題Ⅲから問題Ⅴは記述用解答用紙に解答を書き込むこと。解答の方法は以下の説明に従うこと。
2. マークシート式解答用紙
 - ①解答用紙は「生物」（だいだい色）と「化学」（ピンク色）の解答部分に分かれているので、解答はピンクの解答欄に記入すること。
 - ②各問題の解答はマークシートの該当するマーク欄をマークすること。
3. 記述用解答用紙
解答用紙に氏名、4けたの受験番号を記入し、各問題の解答はすべて解答欄の指定の位置に記入すること。

II. 解答に際しての注意事項

- ①必要があれば次の原子量および数値を用いよ。

H=1.0 C=12 N=14 O=16 Na=23 S=32 Cl=35.5 K=39 I=127

大気圧は 1.01×10^5 Pa、気体定数 $R = 8.3 \times 10^3$ [Pa · L / (K · mol)]

- ②気体を扱う計算では、すべて理想気体として考えよ。

問題Ⅰ 次の各問いに答えよ。ただし、問 1～問 12 の答はすべてマークシート式解答用紙の 1～12 のマーク欄にマークせよ。

問 1 1828 年、実験室で初めて無機化合物から有機化合物が合成され、これを契機に有機化合物を人工的に作る研究が急速に進んだ。その初めて合成された有機化合物を下記のア～カから選べ。

ア: メタノール イ: アラニン ウ: アデニン エ: 尿酸 オ: グルコース
カ: 尿素

問 2 ある温度で一定体積の容器内に N_2O_4 を入れて、一定時間その温度に保ったところ、 $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ の平衡に達した。この温度での N_2O_4 の解離度を 0.25 とすると、このときの気体の全圧は、最初の圧力の何倍か。最も近い値をア～キから選べ。

ア 1.25 イ 1.5 ウ 1.75 エ 2.0 オ 2.25 カ 2.5 キ 2.75

問 3 電離に関する次の記述①～⑤のうち、正しい記述すべてを選んだものはどれか。ア～サから選べ。

- ① 電離度の小さい物質は、一般に水に溶けにくい。
- ② 弱酸では、温度が一定ならばその水溶液中の濃度が高くなるほど、電離定数は小さくなる。
- ③ 弱酸では、温度が一定ならばその水溶液中の濃度が高くなるほど、電離度は小さくなる。
- ④ イオン結合でできた物質は、すべて水によく溶けて電離する。
- ⑤ 純粋な水の電離度は、25℃で 1.0×10^{-7} である。

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と③
 キ ①と⑤ ク ②と③ ケ ②と④ コ ③と⑤ サ ④と⑤

問 4 硫酸カリウム水溶液 A を、カラムに詰めたイオン交換樹脂 $R-SO_3H$ に通して水溶液 B を作った。また同様にして A をイオン交換樹脂 $R'-N^+(CH_3)_3OH^-$ に通して水溶液 C を作った。この A, B, C を、それぞれ別々の電解槽に入れて白金電極を用いて電気分解した。ここで、各電解槽の陰極で生成する物質どうし、陽極で生成する物質どうしを比較したとき、正しいものは、ア～クのうちのどれか。

	陰極で生成する物質			陽極で生成する物質		
	A	B	C	A	B	C
ア	同じ			同じ		
イ	異なる	同じ		同じ		
ウ	異なる	同じ		異なる	同じ	
エ	同じ	異なる	同じ	同じ		
オ	同じ	異なる	同じ	異なる	同じ	
カ	同じ	異なる	同じ	同じ		異なる
キ	同じ		異なる	同じ		
ク	同じ		異なる	同じ		異なる

問 5 炭素棒を電極にして、 z 価の金属イオン M^{z+} を含む水溶液を電気分解した。Q クーロンの電気量を流したところ、陰極に w グラムの金属 M が析出した。この金属 M の原子量を示す式として正しいものは、ア～クのうちのどれか。ただし、ファラデー定数を F [C/mol] とする。

- ア wQ/zF イ wzQ/F ウ FQ/zw エ wF/zQ
 オ zF/wQ カ zQ/wF キ zw/FQ ク wzF/Q

問6 次の物質 a~d を、融点の高いものから順に並べたのはどれか。ア~コから選べ。

a 水銀 b 鉛 c 酸化アルミニウム d ナフタレン

ア b>a>c>d イ b>c>a>d ウ b>c>d>a エ b>d>c>a オ c>a>b>d
 カ c>b>a>d キ c>b>d>a ク c>d>b>a ケ d>b>c>a コ d>c>a>b

問7 次の記述①~⑤のうち、イオン化傾向の違いで説明できないものすべてを選んだのはどれか。ア~サから選べ。

- ① 鉄は天然では化合物として存在するが、白金は天然では単体として存在する。
 ② 鉄の水酸化物沈殿は過剰のアンモニア水を加えても溶けないが、亜鉛の水酸化物沈殿は過剰のアンモニア水を加えると溶ける。
 ③ 鉄は濃塩酸に溶けて水素を発生するが、銅は濃塩酸に溶けない。
 ④ 亜鉛は濃硝酸に溶解するが、鉄は溶解しない。
 ⑤ 鉄の製錬は酸化鉄の一酸化炭素による還元で行うが、アルミニウムの製錬は酸化アルミニウムの融解塩電解によって行う。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と③
 キ ①と⑤ ク ②と④ ケ ②と⑤ コ ③と⑤ サ ④と⑤

問8 水で湿らせた2枚のヨウ化カリウムでんぷん紙の一方に紫外線を一定時間照射した。その間、他方は暗室に同じ時間静置した。一定時間後の2枚のヨウ化カリウムデンプン紙に関する記述として最も適当なものはどれか。ア~キから選べ。

- ア 紫外線を照射した方は脱色したが、他方には変化が認められなかった。
 イ 紫外線を照射した方は褐色になったが、他方には変化が認められなかった。
 ウ 紫外線を照射した方は青紫色になったが、他方には変化が認められなかった。
 エ 2枚とも褐色になった。
 オ 紫外線を照射した方は褐色になり、他方は青紫色になった。
 カ 紫外線を照射した方は青紫色になり、他方は褐色になった。
 キ 2枚とも変化が認められなかった。

問 9 金属のアンミン錯イオンにおける、金属原子と窒素原子間の結合に関する記述として最も適当なものはどれか。ア～オから選べ。

- ア 静電気力による結合で、金属原子が正、窒素原子が負の電荷を有する。
- イ 静電気力による結合で、金属原子が負、窒素原子が正の電荷を有する。
- ウ 金属原子と窒素原子の双方の不対電子が共有された共有結合である。
- エ 金属原子の非共有電子対が窒素原子に供与された共有結合である。
- オ 窒素原子の非共有電子対が金属原子に供与された共有結合である。

問 10 次の記述①～⑤のうち、内容に誤りのある記述すべてを選んだものはどれか。ア～サから選べ。

- ① スクロース(ショ糖)は六炭糖と五炭糖で構成されている。
- ② α -アラニンには光学異性体が存在するが、幾何異性体は存在しない。
- ③ ヘモグロビンは複合タンパク質である。
- ④ リン脂質は油脂より親水性が大きい。
- ⑤ アミノ酸は双性イオン構造をもっているが、ジペプチドはもっていない。

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と②
キ ①と⑤ ク ②と③ ケ ②と④ コ ③と④ サ ④と⑤

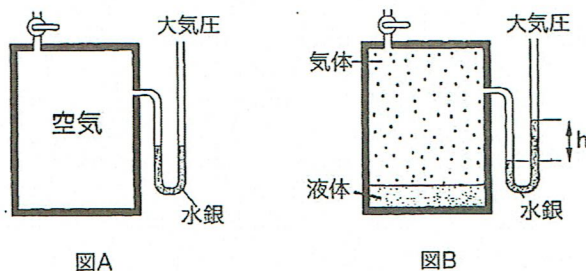
問 11 合成高分子化合物についての次の記述①～⑤のうち、内容の正しい記述すべてを選んだものはどれか。ア～サから選べ。

- ① ポリエチレンテレフタレートは、テレフタル酸とエチレングリコールとの縮合重合によってできる熱可塑性樹脂である。
- ② 重合度が等しいナイロン6とナイロン66には、同数の窒素原子が含まれる。
- ③ 重合度が等しい、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、ポリアクリロニトリル、ポリ酢酸ビニルのうち、分子量はポリスチレンが最も大きい。
- ④ ポリビニルアルコールはビニルアルコールの付加重合によって合成される。
- ⑤ フェノールとホルムアルデヒドを縮合重合させると、フェノールのヒドロキシ基とホルムアルデヒドの水素との間で脱水縮合が起こり、フェノール樹脂ができる。

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と③
キ ①と⑤ ク ②と④ ケ ②と⑤ コ ③と④ サ ④と⑤

問 12 次の記述①～⑤のうち、内容に誤りのある記述すべてを選んだものはどれか。ア～サから選べ。

- ① 液体の蒸気圧は、温度が高いほど大きくなる。
- ② 少量の液体が入っている容積可変の密閉容器内が、一定の温度で気液平衡の状態になっているとき、温度を保ったまま容器の容積を $1/2$ にすると一定時間後には蒸気圧は 2 倍になる。ただし、この物質はこの条件では化学変化しないものとする。
- ③ 氷の融点は、圧力が $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ の場合よりも、 $2.0 \times 10^7 \text{ Pa}$ の場合の方が低い。
- ④ 大気圧が $6.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ の地点でのエタノールの沸点は、海拔 0 m の地点における沸点と比べて低い。
- ⑤ 下図Aの容器内に少量の液体を注入して一定温度で一定時間経過したところ、下図Bのように気液平衡の状態になった。ここで容器内に入れる液体として、水を注入した場合とエタノールを注入した場合を比べると、図Bで水銀柱の高さ(h)がより高くなるのはエタノールの方である。



- | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ア ①のみ | イ ②のみ | ウ ③のみ | エ ④のみ | オ ⑤のみ | カ ①と② |
| キ ①と④ | ク ②と③ | ケ ②と⑤ | コ ③と④ | サ ④と⑤ | |

問題Ⅱ 次の文章を読み、問 13～問 17 に答えよ。ただし、問 13～問 17 の答はすべてマークシート式
解答用紙の 13～17 のマーク欄にマークせよ。

容積可変の透明な容器に、27°Cで水素と塩素を各 0.050 モル入れて密封したところ、容器内の
圧力が $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ になった。

この容器に外から ^1H 光を照射したところ、反応物はすべて反応し、塩化水素が生成した。次に
 ^2H 27°Cに保った容器内の塩化水素のすべてを、断熱容器に入っている 27°Cの 0.025 mol/L 水酸化
ナトリウム水溶液 1.00 Lに、攪はんしながらゆっくりと一定の速度で吹き込んだところ、塩化
水素はすべて水酸化ナトリウム水溶液に溶けた。この間、水溶液の温度と pH を調べた。

問 13 次の①～⑤の乾燥剤の中で、塩化水素の乾燥に使用できないものすべてを選んだのはどれ
か。ア～サの中から選べ。

- ① 濃硫酸 ② 十酸化四リン ③ 塩化カルシウム ④ ソーダ石灰 ⑤ シリカゲル
ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と②
キ ①と③ ク ①と④ ケ ②と③ コ ③と④ サ ④と⑤

問 14 下線部 1)において、生成した塩化水素の 27°C、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ での体積は何リットルか。
ア～オの中から最も近い値を選べ。

- ア 1.25 イ 2.26 ウ 2.46 エ 3.12 オ 4.37

問 15 下線部 1)の反応において、放出または吸収される熱量は何 kJ か。ア～クの中から最も近い
値を選べ。ただし、この条件での H-H、Cl-Cl、H-Cl の結合エネルギーは、それぞれ
436、243、432 kJ/mol である。また、プラス記号は熱量が放出される場合を、マイナス記
号は吸収される場合を表す。

- ア +9.25 イ -9.25 ウ +18.5 エ -18.5
オ +92.5 カ -92.5 キ +185 ク -185

東京女子医科大学 化 学

問題1 次の各問いに答えよ。ただし、問1～問9の答はすべてマークシート式解答用紙の1～9のマーク欄にマークせよ。

問1 K殻、L殻およびM殻の電子数がx、yおよびzである原子の電子配置を $K^xL^yM^z$ と表すとき、次のア～キの電子配置をもつ原子のうち、セシウムと族が同じ原子はどれか。

ア K^2L^3 イ K^2L^5 ウ K^2L^7 エ $K^2L^8M^1$ オ $K^2L^8M^2$ カ $K^2L^8M^4$ キ $K^2L^8M^6$

問2 浸透圧に関する次の記述のうち、誤っているものすべてを選んだものはどれか。

- ① 生理食塩水中で赤血球が収縮も膨張もしないのは、赤血球の内外で浸透圧が等しいからである。
- ② 希薄溶液の浸透圧の測定は、溶質の分子量測定に利用される。
- ③ 希薄溶液の浸透圧は、溶質のモル濃度に関係し、温度および溶質の種類には無関係である。
- ④ 25℃で質量パーセント0.5%の食塩水は2%グルコース溶液よりも高い浸透圧を示す(ただし、二つの水溶液の密度は 1.0 g/cm^3 として考えよ)。
- ⑤ 逆浸透法を利用すれば海水を淡水化できる。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と②
 キ ①と③ ク ②と④ ケ ③と④ コ ③と⑤ サ ④と⑤

問3 金属のイオン化傾向に関して以下の実験を行った。

- A 硫酸銅(II)水溶液にニッケル板を入れると、表面に銅が析出した。
- B 硝酸鉛(II)水溶液にニッケル板を入れると、表面に鉛が析出した。
- C 硝酸銀水溶液に銅板を入れると、表面に銀が析出した。

次の記述①～⑤のうち、上の実験結果だけでは結論できないものをすべて選んだのはどれか。

- ① 銅は銀よりも強い還元剤である。
- ② 銀イオンはニッケルイオンよりも強い酸化剤である。
- ③ ニッケル、銀、銅、鉛の中で、最も強い還元剤はニッケルである。
- ④ ニッケルイオン、銀イオン、銅(II)イオン、鉛(II)イオンの中で、最も強い酸化剤は銀イオンである。
- ⑤ 硝酸鉛(II)水溶液に銅板を入れても、反応しない。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と③
 キ ①と⑤ ク ②と④ ケ ③と④ コ ③と⑤ サ ④と⑤

問4 25℃で、0.1 mol/L 酢酸に、等量の0.1 mol/L 酢酸ナトリウム水溶液を混合して緩衝液を調製した。この緩衝液についての記述①～⑤のうち、内容に誤りのある記述を、すべて選んだものはどれか。ただし、この温度における0.1 mol/L 酢酸の電離度は0.016とする。

- ① 酢酸ナトリウムは、ほぼ完全に電離している。
- ② 酢酸は、大部分が分子のまま溶けている。
- ③ 緩衝液の水素イオン濃度は、0.1 mol/L 酢酸の水素イオン濃度と同じである。
- ④ 緩衝液 10 mL に 0.1 mol/L の塩酸を 0.1 mL 加えたときの pH の値と、0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を 0.1 mL 加えたときの pH の値は、理論的には全く同じである。
- ⑤ 水で 10 倍に希釈した緩衝液の緩衝能力は、希釈前に比べて小さい。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と②
 キ ①と④ ク ②と③ ケ ③と④ コ ③と⑤ サ ④と⑤

問5 気体の精製法として、少量の酸素を含む窒素を精製するのに最も適している方法をア～オの中から選べ。

- ア 濃硫酸の中を通す。
- イ 水酸化ナトリウム水溶液の中を通す。
- ウ 熱した銅の網の中を通す。
- エ ソーダ石灰の中を通す。
- オ シリカゲルの中を通す。

問6 A と B の 2 種類の分子が衝突して C ができる反応 $A + B \rightarrow C$ がある。この反応の 60℃での反応の速さは 40℃での反応の速さの約 4 倍であった。120℃でのこの反応の速さは 60℃での反応の速さの約何倍になるか。最も近い数値をア～キから選べ。

ア 10 イ 20 ウ 40 エ 60 オ 80 カ 100 キ 120

問7 水素結合に関する次の記述のうち、誤っているものすべてを選んだものはどれか。

- ① 水素結合は、一般にファンデルワールス力よりも強い分子間相互作用である。
- ② 酢酸は、水素結合により二量体を形成しやすい。
- ③ アルコールはケトンとの間にも水素結合を形成する。
- ④ 水素結合は、分子間における水素原子と水素原子の間の相互作用である。
- ⑤ 液体アンモニアでは、分子間で水素結合が形成されている。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と②
 キ ①と④ ク ②と③ ケ ③と④ コ ③と⑤ サ ④と⑤

問8 8.1 gのセルロースを完全にアセチル化したときに得られる化合物は、理論的には何gか。最も近い数値をア～カから選べ。

- ア 11.8 イ 13.7 ウ 14.4 エ 15.0 オ 15.8 カ 20.2

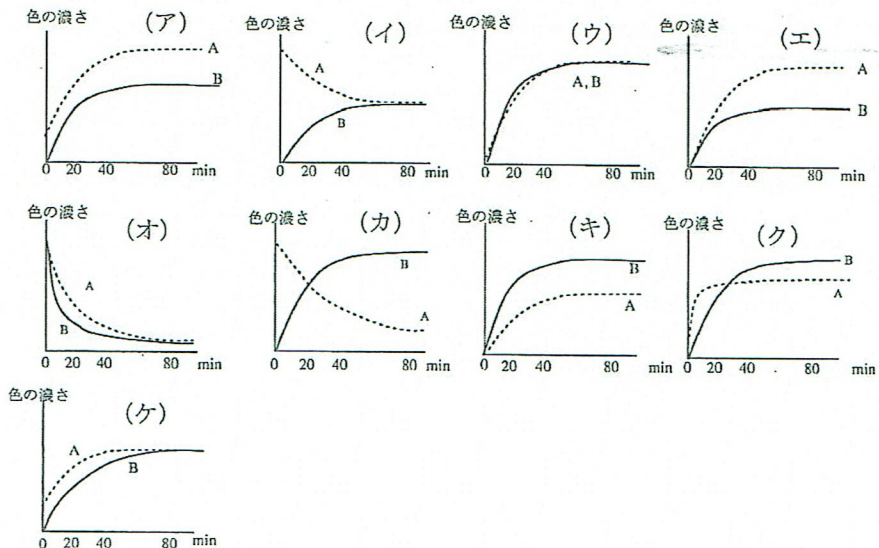
問9 酸性雨とは、空気中の窒素酸化物や硫黄酸化物が雨に溶けて硝酸や硫酸を生成するために、pHが4～5まで下がった雨のことをいう。いま、底面積100 m²の立方体の容器に1時間あたり100 mmの雨が2時間降り注いだ。この容器に集めた雨水のpHは4.0だったので消石灰120 gを散布して中和した。この酸性雨の酸の成分がすべて硝酸で、他の成分の影響は無視できるものとして、中和に使われた消石灰は散布した消石灰の約何パーセントにあたるか。最も近い値を選べ。

- ア 20 イ 30 ウ 40 エ 50 オ 60 カ 70 キ 80

問題II 次の問 [1]、[2]に答えよ。ただし、問10～問15の答はすべてマークシート式解答用紙の10～15のマーク欄にマークせよ。

[1] タンパク質のような大きな分子量の物質は透過しないが、分子量が小さい分子は透過する半透膜で中央部を仕切った均一な太さのU字管がある。この仕切りの片側(A側)にタンパク質溶液を入れ、反対側のB側に同量の水を入れしばらく放置したところ、両側の液面の高さが変化していき、一定時間後にはそれ以上変化しなくなった。このU字管のA側に微量のタンパク質分解酵素を加えてU字管を37℃に温め、十分な時間をかけて反応させた。反応開始後、5分ごとにA、B両側から同じ量の少量の溶液を試料として取り出して、ニンヒドリン試薬を加えて発色させ着色度を測定した。

問10 A側、B側の両溶液の着色度と時間の関係を表したグラフのパターンに最も近いものはどれか。(ア)～(ケ)から選べ。ただし、着色の濃さは発色した物質の濃度に比例するものとする。



問 11 ①反応を開始して 20 分後、A 側と B 側の液面の高さはどうなっているか。②80 分以上が経過した後ではどうか。①②の答えの組み合わせのうち、最も適当なものをア～キから選べ。

	①	②
ア	A 側が高い	A 側が高い
イ	A 側が高い	B 側が高い
ウ	A 側が高い	高さは同じ
エ	B 側が高い	A 側が高い
オ	B 側が高い	B 側が高い
カ	B 側が高い	高さは同じ
キ	高さは同じ	高さは同じ

[2] 容積一定の容器内に、化合物 X および Y を入れ、室温を保って反応させたところ(1)式のよ
うな平衡状態になった。X, Y および生成物 Z はすべて気体であるとして以下の各問いに答
えよ。



問 12 平衡時の X、Y、Z の濃度はすべて等しく a mol / L であった。(1)式の反応の平衡定数を
a を用いて表すと、どのように表されるか。

ア $\frac{1}{a}$ イ $\frac{1}{a(1+a)}$ ウ $\frac{1}{a(1-a)}$ エ $\frac{1}{a^2}$ オ $\frac{1}{(1+a)^2}$ カ $\frac{1}{(1-a)^2}$

問 13 平衡状態時に、さらに X を x mol 加え室温を保ったところ、しばらくして再び平衡に達し
た。このときの平衡定数は、問 12 の平衡定数を K_1 としたとき、どのように表されるか。次
の中から正しいものを選べ。

ア K_1 イ $K_1(1-x)$ ウ $K_1(x-1)$ エ K_1x オ $\frac{K_1}{x}$

問 14 問 13 において、X を添加して再び平衡に達した時、X の濃度は添加前の 4.0 倍であった。
このときの Z の濃度は添加前の何倍になるか。次の中から正しいものを選べ。

ア 0.6 倍 イ 1.6 倍 ウ 2.4 倍 エ 3.2 倍 オ 4.0 倍

問 15 (1)式の反応を次のように条件を変えて行ったとき、下記の①および②の正しい答えの組み合わせをア～カから選べ。

- ① 他の条件は変えずに、室温より高い温度で反応を行ったところ、(1)式の反応の平衡定数は大きくなった。この反応は発熱反応か、吸熱反応か。
- ② 他の条件は変えずに、反応をより小さな容器内で行ったとき、平衡時における Z の物質量は、もとの容器の場合と比べてどのようなになるか。X, Y および生成物 Z はすべて気体であるとして考えよ。

	①	②
ア	発熱反応	小さくなる
イ	発熱反応	変わらない
ウ	発熱反応	大きくなる
エ	吸熱反応	小さくなる
オ	吸熱反応	変わらない
カ	吸熱反応	大きくなる

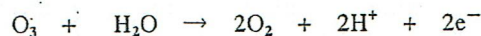
化 学

問題1 次の各問いに答えよ。ただし、問1～問13の答はすべてマークシート式解答用紙の1～13のマーク欄にマークせよ。

問1 酸素に関して述べた①～⑤のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選んだものはア～サのどれか。

① 同位体には、 ^{16}O 、 ^{17}O 、 ^{18}O がある。

② O_3 が酸化剤として働くときのイオン反応式は下記のように表される。



③ O^{2-} と Al^{3+} の電子配置は同じである。

④ ヨウ化カリウム水溶液で湿らせたろ紙を O_3 にさらすと、単体のヨウ素が遊離する。

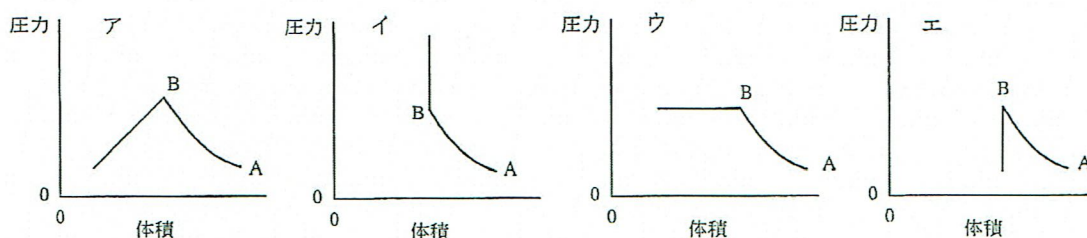
⑤ O_3 には紫外線を吸収する性質がある。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と④
キ ②と③ ク ②と④ ケ ③と④ コ ③と⑤ サ ④と⑤

問2 ある金属Mのaグラムを酸化して M_2O_3 で表される酸化物をbグラム得た。この金属の原子量を求める式はア～サのどれか。

ア $24a/(b-2a)$ イ $24a/(b+2a)$ ウ $24a/(b-a)$ エ $24a/(b+a)$ オ $24a/(2b-a)$
カ $24a/(2b+a)$ キ $48a/(b-2a)$ ク $48a/(b+2a)$ ケ $48a/(b-a)$ コ $48a/(b+a)$
サ $48a/(2b-a)$

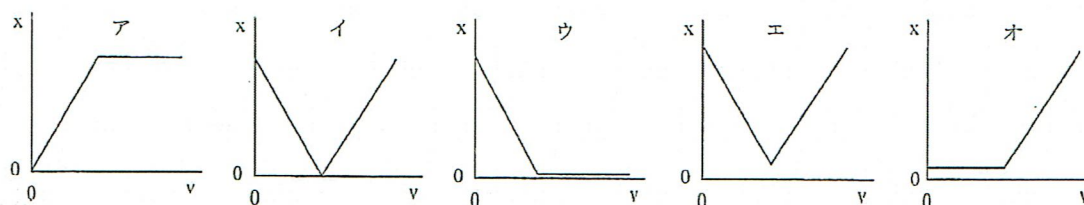
問3 気体の二酸化炭素が入った容器を、 20°C に保って外から一定の圧力で圧縮していくと、やがて容器内の気体の凝縮(液化)が始まる。この液化する過程における、容器内の体積と気体の圧力の関係を最もよく表しているものは、グラフのア～エのどれか。ただし、図中A点から圧縮を始め、B点で凝縮が始まるものとする。



問4 37°C において、ヒトの血液と同じ浸透圧を示す、ブドウ糖の水溶液100 mLをつくるのに必要なブドウ糖は何gか。ア～サのうちから、最も近い値を選べ。ただし、ヒトの血液の浸透圧を $7.7 \times 10^5 \text{ Pa}$ として計算せよ。

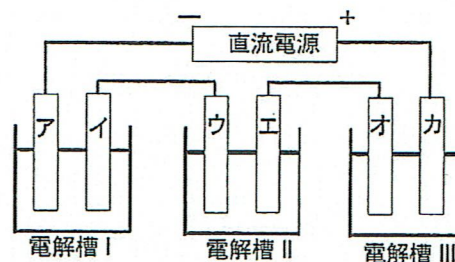
ア 0.11 イ 0.33 ウ 0.48 エ 0.54 オ 0.61
カ 0.90 キ 3.3 ク 4.8 ケ 5.4 コ 6.1 サ 9.0

問5 0.1 mol/L の塩酸 1 L に 0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下するとき、滴下量を v 、混合水溶液中の H^+ と OH^- の物質量の和を x とする。このとき、 v と x の関係を近似的に表したグラフとして最も適切なものは下記のア～オのどれか。



問6 下図のように3つの電解槽を直列につなぎ、一定時間直流電流を流したところ、電極オに 2.16 g の金属が析出した。次の記述のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選んだものはア～サのどれか。

- ① 流れた電子の物質量は 0.02 mol である。
- ② 電極(イ)の重量が 0.635 g 減少した。
- ③ 電極(エ)から発生した気体は標準状態に換算すると 0.112 L だった。
- ④ 電解槽 I の電解液の銅(II)イオンの濃度は変わらなかった。
- ⑤ 電解槽 III の電解液の pH は変わらなかった。



電解槽 I 電解液：硫酸銅(II)水溶液、電極：銅板
 電解槽 II 電解液：希硫酸、電極：白金板
 電解槽 III 電解液：硝酸銀水溶液、電極：白金板

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と③
 キ ①と⑤ ク ②と③ ケ ②と④ コ ③と④ サ ④と⑤

問7 次の記述のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選んだものは、ア～サのどれか。

- ① 銀イオンは、過剰のアンモニア水にはジアンミン銀イオンをつくって溶ける。
- ② 水分子が水素イオンと結合したオキシニウムイオン H_3O^+ は、イオン結合と共有結合からできている。
- ③ PbO は両性酸化物、 CaO は塩基性酸化物、 SO_2 は酸性酸化物に属する。
- ④ トタンは、鉄が亜鉛よりも腐食されやすいことを利用している。
- ⑤ Cu 、 Ag は塩酸には溶けないが、酸化力のある酸には溶ける。

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と②
 キ ①と③ ク ②と③ ケ ②と④ コ ③と⑤ サ ④と⑤

問 8 次の記述のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選んだものは、ア～サのどれか。

- ① 燃焼熱の大きさはエタノール>アセトアルデヒド>酢酸の順である。
- ② プロペンの炭素原子とすべての水素原子は同一平面上にある。
- ③ トルエンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を作用させると置換反応が起こる。
- ④ メチルオレンジは、ジアゾカップリング反応によって合成されるアゾ化合物である。
- ⑤ ベンゼンに硫酸酸性過マンガン酸カリウム水溶液を加えて、穏やかに加温すると、赤紫色が脱色される。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と③
キ ①と④ ク ②と④ ケ ②と⑤ コ ③と④ サ ④と⑤

問 9 試薬の取り扱いに関して述べた①～⑤のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選んだものは、ア～サのどれか。

- ① 水酸化ナトリウムを密閉した容器に保存するのは、水酸化ナトリウムの潮解と二酸化炭素の吸収を防ぐためである。
- ② 黄リンを水中に保存するのは、黄リンが空气中で赤リンに変化するのを防ぐためである。
- ③ 金属ナトリウムを石油中に保存するのは、金属ナトリウムと水や酸素との反応を防ぐためである。
- ④ 濃硝酸を冷暗所に保存するのは、硝酸が光や熱で分解するのを防ぐためである。
- ⑤ 塩素酸カリウムとイオウの混合を避けるのは、毒性の強い塩素が発生するのを防ぐためである。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と②
キ ①と④ ク ②と③ ケ ②と⑤ コ ③と④ サ ④と⑤

問 10 タンパク質に関して述べた①～⑤のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選んだものは、ア～サのどれか。

- ① 人体内で働く酵素の最適 pH は中性付近である。
- ② ヘモグロビンは複合タンパク質である。
- ③ タンパク質の水溶液中での電荷は、酸を加えるとプラス側に変化し、塩基を加えるとマイナス側に変化する。
- ④ ケラチンは水や希塩酸に不溶なタンパク質である。
- ⑤ 分子量が 1×10^4 および 2×10^4 の 2 種類のタンパク質がある。それぞれの水溶液のモル濃度が同じならばビウレット反応による着色の濃さは同じである。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と②
キ ①と⑤ ク ②と③ ケ ②と⑤ コ ③と④ サ ④と⑤

問 11 脂質に関して述べた次の記述①～⑤のうちから、内容に誤りのあるものをすべて選んだのは、ア～サのどれか。

- ① リン脂質の代表的なものにレシチンがある。
 ② 魚油は空気中で変質しやすいが、魚油に水素を付加させると、変質しにくい油脂に変わる。
 ③ 濃いセッケン水に多量の食塩を加えるとセッケンが析出する。
 ④ 油脂はジエチルエーテルに溶けるが、ヘキサンには溶けない。
 ⑤ 脂肪酸 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ の融点は、シス型の方がトランス型よりも高い。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と③
 キ ①と④ ク ②と③ ケ ②と④ コ ③と⑤ サ ④と⑤

問 12 セッケンを水に溶かすと、水の表面では、セッケン分子の疎水性の部分は空気中を向き、親水性の部分は水中を向いて配列することによって、水の表面張力を減少させる。このように水の表面張力を小さくする物質を界面活性剤という。次の化合物①～⑤のうちから、界面活性剤に該当しないものすべてを選んだのは、ア～サのどれか。

- ① $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3\text{Na}$ ② $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COONa}$ ③ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$
 ④
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}-\text{N}^+-\text{CH}_3 \text{Cl}^- \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$
 ⑤
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}-\text{N}^+-\text{CH}_2\text{COO}^- \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と③
 キ ①と④ ク ②と③ ケ ③と④ コ ③と⑤ サ ④と⑤

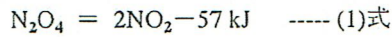
問 13 気体に関する次の記述のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選んだものは、ア～サのどれか。

- ① 分子運動の速度は、他の分子と衝突するたびに変わる。
 ② 溶解度の小さい気体では、ある温度で一定量の溶媒に溶ける気体の質量は、液体に接しているその気体の圧力に比例する。
 ③ 分子運動の平均速度は、温度によって変化する。
 ④ 二つの気体分子が衝突して反応を起こす割合は、衝突する分子の速度に影響されない。
 ⑤ 二酸化炭素は 0°C において、 $200 \times 10^5 \text{ Pa}$ のときより $400 \times 10^5 \text{ Pa}$ のときの方が理想気体からのずれが小さい。

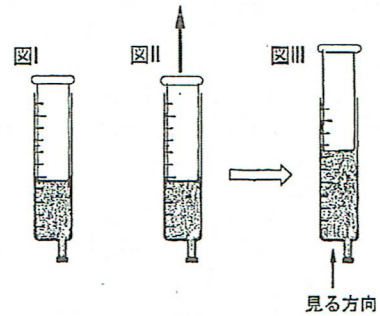
ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と②
 キ ①と③ ク ②と③ ケ ②と④ コ ③と⑤ サ ④と⑤

問題Ⅱ 次の問い (A・B) に答えよ。ただし、問 14～問 21 の答はすべてマークシート式解答用紙の 14～21 のマーク欄にマークせよ。

A 四酸化二窒素 N_2O_4 が分解して二酸化窒素 NO_2 になる気体反応は可逆反応であり、この反応の熱化学方程式は次のように表される。



N_2O_4 の n_1 mol (体積 V_1 リットル) を、自由にピストンが上下して体積が変わる図のような容器の中に封入して温度を一定に保ったところ、 N_2O_4 が n_2 mol 分解して平衡状態に到達し、その体積は V_2 リットルになった (図 I)。



問 14 (1)式でこれらの気体が平衡状態にあるとき、この平

衡定数 K を表わす式として最も適切なものを、次のア～キのうちから選べ。

- ア $2n_2 / (n_1 - n_2)$ イ $V_1 \{ (1 - n_2 / n_1) \} / 8n_2$ ウ $(n_1 - n_2) / n_2$ エ $(n_1 - n_2) / 2n_2$
 オ $4n_2^2 / V_1 (n_1 - n_2)$ カ $4n_2^2 / V_2 (n_1 - n_2)$ キ $V_2 \{ (1 - n_2 / n_1) \} / 8n_2$

問 15 (1)式で平衡状態にある混合気体の全圧力を P とするとき、その時の N_2O_4 の分圧を、解離度 α を用いて表わした式として最も適切なものを、ア～カのうちから選べ。ただし、 α は N_2O_4 が分解した割合 n_2 / n_1 とする。

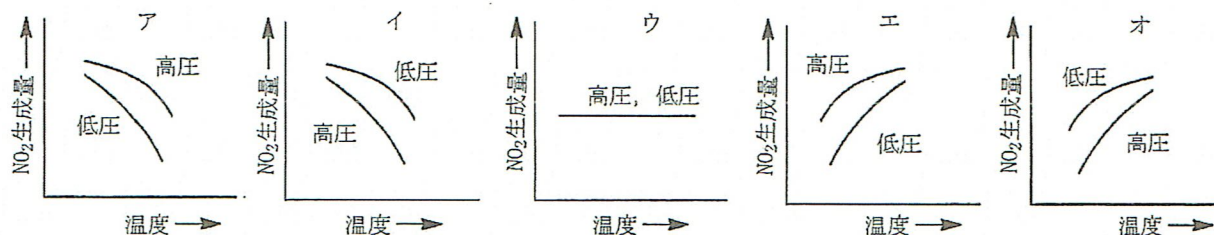
- ア $P(1 + \alpha) / (1 - \alpha)$ イ $2P\alpha / (1 + \alpha)$ ウ $P(1 + \alpha)$
 エ $P(1 - \alpha) / (1 + \alpha)$ オ $2P\alpha / (1 - \alpha)$ カ $P(1 - \alpha)$

問 16 次の文中の空欄【①】～【③】に入れる語句として最も適当な組み合わせを、次のア～クのうちから選べ。

(1)式でこれらの気体が平衡状態にあるとき、温度を一定に保ちながらピストンを図 II の矢印のように上へ引きあげ、図 III の状態にした。このとき、図 III の矢印のように容器の底から容器内の気体を見たとき、ピストンを引いた瞬間は混合気体の色は【①】が、間もなく色は【②】。これは(1)式の平衡が【③】に移動するためである。なお、図中の色の濃淡は問題とは無関係である。

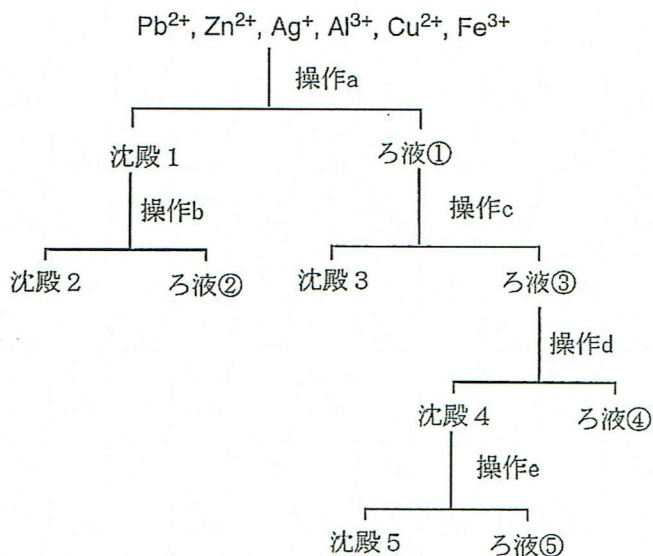
- | | ① | ② | ③ |
|---|-------|------|----|
| ア | 濃くなる | 薄くなる | 右側 |
| イ | 濃くなる | 薄くなる | 左側 |
| ウ | 薄くなる | 濃くなる | 右側 |
| エ | 薄くなる | 濃くなる | 左側 |
| オ | 変わらない | 濃くなる | 右側 |
| カ | 変わらない | 濃くなる | 左側 |
| キ | 変わらない | 薄くなる | 右側 |
| ク | 変わらない | 薄くなる | 左側 |

問 17 (1)式の反応において、温度と平衡時における NO_2 の生成量、および圧力と平衡時における NO_2 の生成量の関係を最も適切に示した図はどれか。ア～オのうちから選べ。



B 金属イオンの分離に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

Pb^{2+} , Zn^{2+} , Ag^+ , Al^{3+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} の6種の金属イオンを含む水溶液がある。これらを次のような操作で分離した。



- 操作 a 希塩酸を加えると沈殿が生じたので、ろ過して沈殿1、ろ液①に分離した。
- 操作 b ろ紙上の沈殿1に熱湯を加えると一部が溶解した。このとき、ろ紙上に残った沈殿を沈殿2、ろ液をろ液②とした。
- 操作 c ろ液①に硫化水素を通じると沈殿が生じたので、ろ過して沈殿3、ろ液③に分離した。
- 操作 d ろ液③を煮沸した後、硝酸を加え加熱した。次にアンモニア水を過剰に加えると沈殿が生じたので、ろ過して沈殿4、ろ液④に分離した。
- 操作 e 沈殿4を希塩酸に溶かし、これに水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると沈殿が生じたので、ろ過して沈殿5、ろ液⑤に分離した。

問 18 ろ液②に含まれる金属イオンとして最も適当なものを、ア～カの中から選べ。

- ア Pb^{2+} イ Zn^{2+} ウ Ag^+ エ Al^{3+} オ Cu^{2+} カ Fe^{3+}

問 19 この操作で沈殿5に分離される金属イオンとして最も適当なものをア～カの中から選べ。

- ア Pb^{2+} イ Zn^{2+} ウ Ag^+ エ Al^{3+} オ Cu^{2+} カ Fe^{3+}