

# 日本獣医生命科学大学化学2024

## 第1回

各問題とその解がなきゃレベル

絶対に死守しろ!!

できる所までがんばれ



ココで差がつく!!

こんな解くな!



I 次の文章を読んで、下の問い(1)~(8)に答えよ。

[解答番号 1]~[8]

自然界の物質には純物質と混合物があり、大気や海水など自然界に存在するもの多くは混合物である。海水は、水に塩化マグネシウムと塩化ナトリウムなどが溶け込んだ水溶液であり、(ア)は、窒素、酸素、二酸化炭素などからなる混合物であり、その組成は、乾燥空気において体積百分率でN<sub>2</sub>が(イ)%、O<sub>2</sub>が(ウ)%、CO<sub>2</sub>が(エ)%、Arが0.93%である。大気中の<sup>14</sup>Nは、宇宙空間から地球に降り注ぐ放射線(宇宙線)と反応して、放射性同位体(オ)を生成する。(オ)は大気中の(カ)と反応して、(キ)となり地球上に拡散する。大気中の(キ)は、生命活動を行っている植物や動物内へ取り込まれるが、生命活動が停止すると(キ)の取り込みも停止する。物質の中に取り込まれた(オ)の割合から、どれくらい前に動物や植物の活動が停止したか推定することができる。これが古い地層や遺跡から発掘された木炭や貝殻などの年代推定などに利用されている。

① 次の①~⑥の物質のうち純物質をすべて選べ。 [1]

- ① 空気 ② 二酸化炭素 ③ 塩酸 ④ 食塩水 ⑤ 石油 ⑥ 窒素

② 空欄(ア)に当てはまらないものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 [2]

- ① 純水よりも電気を導きやすい  
② 標準大気圧(1.013×10<sup>5</sup>Pa)下で、沸点が100℃より低い  
③ 炎色反応を示す成分元素を含んでいる  
④ 純水よりも密度が大きい  
⑤ 硝酸銀水溶液を加えると白濁する

③ 空欄(イ)~(エ)に当てはまる数値の組み合わせとして最も正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 [3]

選択肢	(イ)	(ウ)	(エ)
①	21	0.04	78
②	21	78	0.04
③	0.04	21	78
④	0.04	78	21
⑤	78	21	0.04
⑥	78	0.04	21

④ 空欄(オ)に当てはまるものとして最も正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 [4]

- ① <sup>3</sup>H ② <sup>12</sup>C ③ <sup>14</sup>C ④ <sup>16</sup>O ⑤ <sup>19</sup>F

⑤ 空欄(カ)・(キ)に当てはまる組み合わせとして正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 [5]

選択肢	(カ)	(キ)
①	水素	メタン
②	水素	水
③	窒素	アンモニア
④	窒素	硝酸
⑤	酸素	二酸化炭素
⑥	酸素	オゾン

⑥ ある地層から出土した木材中の(オ)の存在比を調べたところ、大気中のものと比較して、割合が12.5%であった。この地層の年代はおおよそ何年前と考えられるか。次の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、(オ)の半減期は5730年とする。 [6]

- ① 5730年前 ② 11460年前 ③ 17190年前  
④ 22920年前 ⑤ 45840年前

⑦ 同位体に関する記述として正しいものを、次の①~⑥のうちからすべて選べ。 [7]

- ① 原子の質量が等しい。  
② 化学的性質が大きく異なる。  
③ 中性子の数は異なるが、陽子の数は同じである。  
④ 原子量は、同位体の相対質量の平均値である。  
⑤ 陽子の数は同じであるが、電子の数が異なる。  
⑥ 元素の中には、同位体が存在しないものがある。

⑧ 塩素の原子量は35.45である。自然界の塩素には、<sup>35</sup>Clと<sup>37</sup>Clの二つの同位体が存在するものとして、このときの<sup>35</sup>Clの存在比(%)として最も近い値を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、<sup>35</sup>Cl、<sup>37</sup>Clの相対質量をそれぞれ34.97、36.97とする。 [8] %

- ① 24 ② 30 ③ 63 ④ 70 ⑤ 76 ⑥ 83

知識  
知識

常識

的中!!

2 化石の年代測定には、<sup>14</sup>Cが使われることがある。ある化石を調べたところ、<sup>14</sup>Cが10.0%に減少していた。<sup>14</sup>Cの半減期を5730年とすると、この生物が生存在していたのは何年前か。答えは四捨五入のうえ、有効数字3桁の数字で示さない。

的中!!

必修2標準：原子量の原理を理解しよう

塩素原子には質量数35の<sup>35</sup>Clと質量数37の<sup>37</sup>Clの二種類の同位体が存在し、それぞれの存在比は75.8%、24.2%であるので、原子量は(ア)と計算される。したがって、塩素分子Cl<sub>2</sub>の分子量は(イ)と計算され、相対質量の異なる(ウ)種の塩素分子が存在することになる。

(1) 次の表を参考にして計算し、(ア)と(イ)に適切な数字を入れよ。小数点第1位まで示せ。また、(ウ)については計算式も示せ。

同位体	相対質量	存在比(%)
<sup>35</sup> Cl	35.0	75.8
<sup>37</sup> Cl	37.0	24.2

(2) (ア)に適切な数字を入れよ。また、相対質量の異なる塩素分子の相対質量を示し、その存在比を整数で表せ。ただし、ここでは<sup>35</sup>Clと<sup>37</sup>Clの存在比を3:1とする。例えば、相対質量a、b、cの分子がw:x:y:zの比で存在するとき、a:b:c:d=w:x:y:zのように示せ。

II 次の問い(1)~(5)に答えよ。ただし、原子量は H=1.00, C=12.0, O=16.0, 気体定数は  $R=8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$  とする。 [解答番号 9 ~ 16]

① 質量パーセント濃度 98.0%、密度 1.84 g/mL の濃硫酸がある。この濃硫酸 250 mL と水とを 1:2 の体積比で混合した希硫酸の質量パーセント濃度は何%か。最も近い値を、次の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、水の密度は 1.0 g/mL とする。 [9] %

- ① 32.7    ② 37.0    ③ 42.7    ④ 47.0    ⑤ 52.7

② 27℃において、ある非電解質 1.80 g を溶解した水溶液 100 mL の浸透圧は  $2.49 \times 10^5 \text{ Pa}$  であった。この非電解質の分子量はいくつか。最も近い値を、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 [10]

- ① 46    ② 88    ③ 150    ④ 180    ⑤ 342

(3) 炭素、水素、酸素のみからなる有機化合物試料 5.00 mg を乾燥した酸素を吹き込みながら完全燃焼させ、生じた気体を塩化カルシウムを詰めた吸収管、ソーダ石灰を詰めた吸収管の順で通過させた。その結果、塩化カルシウムを詰めた吸収管の重量は 4.86 mg 増え、ソーダ石灰を詰めた吸収管の重量は 14.26 mg 増えた。次の問い (a), (b) に答えよ。

④ 本実験において、塩化カルシウムを詰めた吸収管で吸収される物質 (ア) およびソーダ石灰を詰めた吸収管で吸収される物質 (イ) を、次の①~⑤のうちからそれぞれ一つ選べ。

(ア) [11] ・ (イ) [12]

- ① CO    ② CO<sub>2</sub>    ③ H<sub>2</sub>O    ④ N<sub>2</sub>    ⑤ O<sub>2</sub>

⑤ この有機化合物の組成式を、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 [13]

- ① C<sub>8</sub>H<sub>16</sub>O    ② C<sub>9</sub>H<sub>15</sub>O    ③ C<sub>9</sub>H<sub>17</sub>O    ④ C<sub>10</sub>H<sub>15</sub>O    ⑤ C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>O

⑥ 反応および工業的製法と触媒の組み合わせとして正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 [14]

選択肢	反応	触媒
①	アンモニアの工業的製法 (ハーバー・ボッシュ法)	FeCl <sub>2</sub>
②	過酸化水素の分解	カタラーゼ
③	硝酸の工業的製法 (オストワルト法)	Ni
④	鉄の製錬	CaCO <sub>3</sub>
⑤	デンプンの加水分解	マルターゼ
⑥	硫酸の工業的製法 (接触法)	MnO <sub>2</sub>

⑦ 図1は化学反応における物質のエネルギーの状態と触媒反応を示したものである。触媒がある場合の活性化エネルギー (ア) および反応熱 (イ) として正しいものを、図1の①~⑥のうちから選べ。

(ア) [15] ・ (イ) [16]

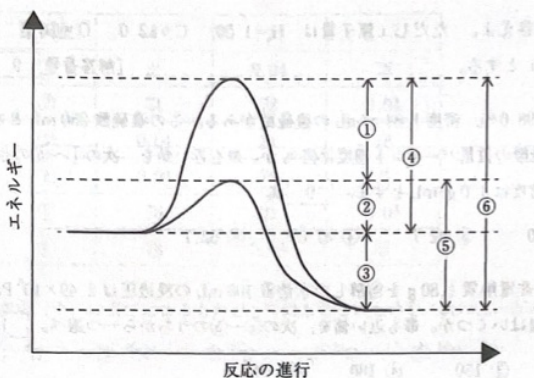


図 1

知識

知識

Ⅲ 次の問い(1)~(7)に答えよ。

(解答番号) 17 ~ 23

★ 次の文章の空欄(ア)~(ウ)に当てはまる語句の組み合わせとして正しいものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。

梅酒は20世紀に考案されたアルコール飲料である。梅の果実を飲料用アルコールと水砂糖に長時間漬け、抽出された梅の果汁や香りを嗜好するが、これは(ア)を利用した製法であり、梅の内部に(イ)が侵入した後に(ウ)が溶解し、内部の(イ)が果汁や香りと共に外部に放出されて完成される。[17]

選択肢	(ア)	(イ)	(ウ)
①	醸造	アルコール	水砂糖
②	醸造	水砂糖	アルコール
③	拡散	アルコール	水砂糖
④	拡散	水砂糖	アルコール
⑤	浸透	アルコール	水砂糖
⑥	浸透	水砂糖	アルコール

★ 質量パーセント濃度が30.0%の濃アンモニア水のモル濃度A [mol/L]と質量モル濃度B [mol/kg]を求め、数値A, Bに当てはまる数値の組み合わせとして正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、濃アンモニア水の密度は0.900 g/mL、原子量はH=1.00, N=14.0とし、計算結果は有効数字3桁で求めよ。[18]

選択肢	A	B
①	19.6	25.2
②	25.2	19.6
③	19.6	0.0252
④	0.0252	19.6
⑤	15.9	25.2
⑥	25.2	15.9
⑦	15.9	0.0252
⑧	0.025	15.85

★ 硝酸カルシウムの飽和水溶液100 gを50℃で調製した後、25℃に冷却すると何gの結晶が析出するか。最も近い値を、次の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、硝酸カルシウムの水100 gに対する溶解度はそれぞれ50℃で85 g、25℃で40 gとする。[19] g

- ① 24.3    ② 25.3    ③ 26.3    ④ 27.3    ⑤ 28.3

★  $1.01 \times 10^5$  Pa、25℃のもとで、一端を閉じたガラス管(ア)~(エ)に水銀を満たし、水銀を入れた容器の中で倒ささせたところ、ガラス管上部に空間とガラス管内の水銀面には僅かに液体が観察された。このうち(エ)を除くガラス管にそれぞれジエチルエーテル、エタノール、水を少しずつ注入したところ、水銀柱の高さに変化がみられた。水銀柱の高さは(エ)が最も高く、次いで(ア)、(ウ)、(イ)の順であった。ガラス管(ア)~(ウ)の上部空間に含まれる物質の組み合わせとして正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。[20]

選択肢	(ア)	(イ)	(ウ)
①	ジエチルエーテル	エタノール	水
②	ジエチルエーテル	水	エタノール
③	エタノール	ジエチルエーテル	水
④	エタノール	水	ジエチルエーテル
⑤	水	ジエチルエーテル	エタノール
⑥	水	エタノール	ジエチルエーテル

★ アルミニウムは面心立方格子の結晶構造をもつが、密度2.7 g/cm<sup>3</sup>、アボガド定数 $6.0 \times 10^{23}$ /mol、単位格子の1辺の長さが $4.05 \times 10^{-8}$  cmの場合、アルミニウムの原子量として最も近い値を、次の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、 $(4.05)^3 = 66$ とする。[21]

- ① 25.9    ② 26.7    ③ 27.5    ④ 27.9    ⑤ 28.4

的中!!

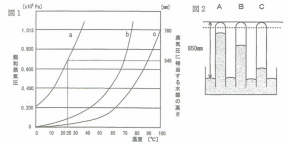
必修1標準

(2)は『沈殿の上澄み液は飽和溶液である。』次のページ

硝酸ナトリウムの溶解度(g/水100 g)は80℃で150、20℃で88である。次の問いに小数点以下第一位まで答えよ。  
 (1) 80℃の飽和溶液100 gを20℃に冷却すると、何gの結晶が析出するか  
 (2) (1)に引き続き20℃において20gの水を蒸発させたとき、さらに析出する硝酸ナトリウムは何gか。

的中!!

4 図1の曲線a, b, cは、3種類の液体の蒸気圧を示す曲線である。いま、一端を閉じたガラス管に水銀を満たし、これを水銀面が等圧なように、上部に気密容器が置かれた。先を曲ったガラス管(ア)~(エ)の3種類の液体の少量をガラス管A, B, Cの下側からそれぞれ注入すると、図2のように液体は管内の水銀の表面に浮かぶほど大部分は気化して水銀面は低下した。ただし、点線は注入する前の水銀面の高さを示す。なお、実験はすべて25℃、大気圧760 mmHgの下で行われた。これらの実験についての問い(問1~4)に答えよ。



- 問1 図1の曲線a, b, cの液体は図2のA, B, Cのどれに対応するか。A, B, Cの記号で答えよ。また、A, B, Cの中で分子間力のもっとも小さいものはどれか。  
 問2 問1において水銀面は真空のときよりも何mm下がるか。  
 問3 曲線a, bの液体はそれぞれ次の(ア)~(エ)のうちどれか。ア, イ, ウの記号で答えよ。  
 (ア) ホルムアルデヒド    (イ) ジエチルエーテル  
 (ウ) 水    (エ) エタノール  
 (オ) アニリン

的中!!

4 体心立方格子の構造をとる、ある金属の質量は、体積がV [cm<sup>3</sup>]のときW [g]である。この体心立方格子の1辺の長さをa [nm]とすると、この金属の原子量は、[51]で表され、その密度は、[52] g/cm<sup>3</sup>で表される。また各金属原子の配位数は、[53]である。この金属はある温度から数度温度が上昇すると体心立方格子から面心立方格子の結晶構造に転換する。この転化で、面心立方格子の結晶の体積は体心立方格子の結晶の体積の、[54]・[55]・[56]倍になる。

ただし、温度上昇による体積の膨張を無視するものとし、金属原子の半径はこの温度変化の範囲内で変化しないものとする。また、アボガド定数をN<sub>A</sub>とする。[51]は一位、[52]は小数第一位、[53]は小数第二位を示すものとする。同じ記号を何度選んでもよい。

$\sqrt{2} = 1.41, \sqrt{3} = 1.73, \sqrt{5} = 2.24, \sqrt{7} = 2.65$

< 51 >の解答>  
 ①  $\frac{a^3 N_A}{2W}$     ②  $\frac{a^3 N_A}{3W}$     ③  $\frac{a^3 W N_A}{2V}$     ④  $\frac{a^3 W N_A}{3V}$     ⑤  $\frac{W V_A}{2a^3 V}$

< 52 >の解答>  
 ①  $\frac{a^3 A}{2N_A}$     ②  $\frac{a^3 A}{3N_A}$     ③  $\frac{a^3 A}{4N_A}$     ④  $\frac{A}{2a^3 N_A}$     ⑤  $\frac{A}{3a^3 N_A}$

< 53 >の解答>  
 ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 6  
 ⑦ 7    ⑧ 8    ⑨ 9    ⑩ 0

6. アセチレンの反応についての次の文章を読んで、空欄 (ア)~(ウ) に当てはまる語句の組み合わせとして正しいものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 22

炭素原子間に三重結合を1個もつアセチレンは無色・無臭の気体であり、(ア)に水を反応させると発生する。アセチレンに硫酸水銀(II)を触媒として水を付加させると(イ)、また、赤熱した鉄に触れさせると3分子のアセチレンが結合し(ウ)が生成される。

選択肢	(ア)	(イ)	(ウ)
①	カーバイド	エチレン	ヘキサン
②	カーバイド	エチレン	ベンゼン
③	カーバイド	アセトアルデヒド	ヘキサン
④	カーバイド	アセトアルデヒド	ベンゼン
⑤	ナフサ	エチレン	ヘキサン
⑥	ナフサ	エチレン	ベンゼン
⑦	ナフサ	アセトアルデヒド	ヘキサン
⑧	ナフサ	アセトアルデヒド	ベンゼン

7. 塩化マグネシウムから熔融塩電解により121.5gのマグネシウムを製錬するためには、理論上、5.00Aの電流で何秒間熔融塩電解をする必要があるか。次の①~⑤のうちから一つ選べ。必要ならば、原子量はMg=24.3、Cl=35.4、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4$  C/molを用いよ。 23 秒間

①  $1.21 \times 10^5$     ②  $1.38 \times 10^5$     ③  $1.61 \times 10^5$     ④  $1.93 \times 10^5$     ⑤  $2.41 \times 10^5$

- IV 次の文章を読んで、下の問い(1)~(7)に答えよ。ただし、原子量はFe=56とし、鉄イオンに酸素がすべて結合した状態でのヘモグロビンの分子量を $6.4 \times 10^4$ とする。

ヒトは肺で酸素を取り込み、二酸化炭素を排出している。肺の奥にある肺胞では酸素が血液と接し平衡状態となる。このときの肺胞内の気体の酸素分圧は37℃において13.3kPaである。また、酸素を運搬する赤血球のヘモグロビンには1分子につき、鉄イオンが4つ含まれ、1つの鉄イオンに1つの酸素分子が可逆的に結合する。

寿命がきた赤血球はマクロファージの食作用によって取りこまれ、ヘモグロビンの中の鉄イオンは(ア)されて酸化数(イ)の鉄イオンとなる。鉄(ウ)化合物である $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ は酸化数(イ)の鉄イオンと反応し、プルシアンブルーと呼ばれる濃青色を呈す。この原理を利用して、赤血球を取りこんだマクロファージの中の鉄イオンを濃青色に染色することができる。染色に使われた $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ のように角括弧 [ ] で囲まれた(エ)イオンを構成要素に含む塩を、一般に(エ)塩という。

1. 空欄(ア)、(エ)に当てはまる語句を漢字で答えよ。

2. 空欄(イ)に当てはまる酸化数を答えよ。

3. 空欄(ウ)に当てはまるローマ数字を答えよ。

4. 下線部②の定義を45文字以内で述べよ。

5. ヘモグロビンに占める鉄イオンの質量の割合 [%] を有効数字2桁で求めよ。ただし、ヘモグロビン中のすべての鉄イオンに酸素が結合しているものとする。

6. すべての鉄イオンに酸素が結合しているヘモグロビン12.8gが血液100mL中に含まれていた。このヘモグロビンに結合している酸素の量を、標準状態(273K,  $1.013 \times 10^5$  Pa)での体積[mL]に換算し、有効数字2桁で求めよ。

7. 水1.0Lには37℃、酸素分圧 $1.013 \times 10^5$  Paのとき1.0mmolの酸素が溶解する。血液への酸素の溶解度を水と同等とみなし、下線部①の状態のとき、肺胞で血液100mLあたりに溶解した酸素の物質質量[mmol]を有効数字2桁で求めよ。ただし、ヘモグロビンに結合している酸素の物質質量は含めないものとする。

V

3種類の $\alpha$ -アミノ酸A、BおよびCからなるトリペプチドXに関して、次の実験(a)~(e)を行った。下の問い(1)~(7)に答えよ。ただし、アミノ酸どうしの結合は $\alpha$ 炭素に結合したアミノ基およびカルボキシ基におけるペプチド結合のみで、アミノ酸Bは中性アミノ酸である。また、アミノ酸A~Cの側鎖は下の問い(7)の選択肢①~⑤のうちのいずれか3つで、原子量はH=1.0、C=12、O=16、S=32とする。

- (a) Xの水溶液に濃硝酸を加えて加熱したところ黄色になり、さらにアンモニア水を加えて塩基性になると橙黄色になった。
- (b) Xの水溶液に水酸化ナトリウムを加えて加熱した後、酢酸で中和し酢酸鉛(II)水溶液を加えたが黒色沈殿は生じなかった。
- (c) Xの水溶液を芳香族アミノ酸のカルボキシ基側のペプチド結合を加水分解するタンパク質分解酵素を作用させたが、分解反応はおこらなかった。
- (d) Xの水溶液を酸性アミノ酸のカルボキシ基側のペプチド結合を加水分解するタンパク質分解酵素を作用させたところ、ジペプチドと等電点が5.7の $\alpha$ -アミノ酸Aが得られた。
- (e) Xの分子量を質量分析計で測定したところ、トリペプチド1分子に1個の $H^+$ が付加したイオンとして観察され、そのイオンの式量は382であった。

① 3種類の $\alpha$ -アミノ酸からなる鎖状のトリペプチドは何種類あるか。ただし、アミノ酸はいずれも一方だけの光学異性体からなるものとする。

② 実験(a)の反応の名称を答えよ。

③ 実験(b)の結果から何がわかるか。50字以内で説明せよ。

④ 実験(c)の溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にしたのち、少量の硫酸銅(II)  $CuSO_4$  水溶液を加えるとどのようなことが観察されるか。ただし、タンパク質分解酵素は微量のため、この反応には影響しないものとする。

⑤ 実験(d)で生じたジペプチドをpH6.0の緩衝液で湿らせた長方形のろ紙の中心にのせ、ろ紙の両端に直流電圧を加えた場合、ろ紙上でどのように移動するか答えよ。

⑥ トリペプチドXのアミノ酸配列をアミノ基側(N末端)からカルボキシ基側(C末端)の順にA~Cの記号を用いて表せ。

⑦  $\alpha$ -アミノ酸Cの側鎖として正しいものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ①  $-CH_3$                       ②  $-CH_2SH$                       ③  $-CH_2COOH$   
 ④  $-CH_2CH_2COOH$               ⑤  $-CH_2C_6H_4OH$

知識