

【I】 次の (1) ~ (8) の記述を読み, [ア] ~ [カ] に入る最も適当な語句をA~Dの記号より選び, [キ] ~ [コ] には最も適当な整数値を入れ文章を完成せよ。答は解答欄に記せ。(24点)

(1) 胃腸薬, ベーキングパウダーおよび発泡性の入浴剤に用いられる白色粉末は [ア] である。

- (A)  $\text{NaHCO}_3$       (B)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$       (C)  $\text{NaOH}$       (D)  $\text{NaClO}$

(2) 医療用ギプスは [イ] からできている。

- (A)  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$     (B)  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$     (C)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$     (D)  $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$

(3) 消化管のX線撮影の造影剤として用いられるのは [ウ] である。

- (A)  $\text{AlCl}_3$       (B)  $\text{CaCO}_3$       (C)  $\text{BaSO}_4$       (D)  $\text{AgNO}_3$

(4) 殺菌や消毒に用いられるオキシドールは [エ] の約3%水溶液である。

- (A)  $\text{KClO}_3$       (B)  $\text{H}_2\text{O}_2$       (C)  $\text{I}_2$       (D)  $\text{HClO}$

(5) かすかな甘いにおいがする無色の気体で, その重合体が合成樹脂(プラスチック)として広く使われているのは [オ] である。

- (A) エチレン      (B) エタン      (C) プロパン      (D) シクロヘキサン

(6) 自動車のエンジンの冷却用不凍液として用いられるのは [カ] である。

- (A) エタノール      (B) アセトン      (C) トルエン      (D) エチレングリコール

(7) 環状構造をとるグルコースは [キ] 個の不斉炭素原子を有し, 鎖状構造をとるグルコースは [ク] 個の不斉炭素原子を有する。

(8) 原子番号が同じで, 質量数の異なる原子を互いに同位体という。塩素の天然存在比(原子の数の割合)を $^{35}\text{Cl}$ (原子量は35) :  $^{37}\text{Cl}$ (原子量は37) = 3 : 1 とすると, 分子量 70, 72 および 74 の3種類の塩素ガス( $\text{Cl}_2$ )の存在比(分子の数の割合)は, [ケ] : [コ] : 1 である。

解答欄

[ア]	[イ]	[ウ]
[エ]	[オ]	[カ]
[キ]	[ク]	[ケ]
[コ]		

(記入しないこと)

【Ⅱ】 次の記述を読み、問1～5の答を解答欄に記せ。ただし、答は四捨五入して有効数字2桁で記せ。(33点)

アセチルサリチル酸(アスピリン)は、解熱鎮痛剤として広く用いられているが、その性質として、湿った空气中、つまり水が存在すると加水分解を受けることが知られている。一般に、薬の効果を最大限に引き出すためには、その安定性(どれくらい分解せずに残っているのか)を知っておくことも重要である。そこでアセチルサリチル酸の安定性を調べるために、一定温度のもと、pH 7において水に溶解したアセチルサリチル酸の濃度を測定したところ、時間の経過とともにアセチルサリチル酸の濃度が低下しており、加水分解が進んでいることが観察された。

問1 表①と表②は、pH 7における経過した時間とアセチルサリチル酸濃度の関係を記したものである。表①をもとにして表②の空欄〔ア〕～〔エ〕を埋め、また、解答欄のグラフ用紙を用いて、すべてのアセチルサリチル酸の平均濃度と分解速度に対応する座標に●を記入するとともに、両者の関係を示すグラフを描け。

表①

時間 [min]	アセチルサリチル酸濃度 [ $\times 10^{-3}$ mol/L]
0	10.0
20	8.6
40	7.4
60	6.4
80	5.5

表②

時間変化 [min]	平均濃度 [ $\times 10^{-3}$ mol/L]	濃度変化量 [ $\times 10^{-3}$ mol/L]	分解速度 [ $\times 10^{-5}$ mol/(L·min)]
0→20	9.3	1.4	〔ウ〕
20→40	〔ア〕	*	6.0
40→60	〔イ〕	*	〔エ〕
60→80	6.0	0.9	4.5

\*は数値を記載していないことを示す。

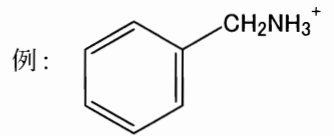
問2 問1において作成したグラフから求められるアセチルサリチル酸の加水分解の反応速度定数に最も近い値をA～Dの記号より選べ。

(A)  $5.0 \times 10^{-3}/\text{min}$  (B)  $8.0 \times 10^{-3}/\text{min}$  (C)  $1.0 \times 10^{-2}/\text{min}$  (D)  $1.5 \times 10^{-2}/\text{min}$

問3 塩基性条件において、加水分解されていないアセチルサリチル酸はイオン化している。このときの構造式を例にならって記せ。

問4 pH 10におけるアセチルサリチル酸 [ $1.2 \times 10^{-3}$  mol/L] の分解速度と同じ分解速度になる pH 5におけるアセチルサリチル酸の濃度は何 mol/Lか。ただし、pH 5と pH 10における反応速度定数はそれぞれ  $6.0 \times 10^{-4}/\text{min}$  と  $4.0 \times 10^{-2}/\text{min}$  とする。

問5 一般に、pHと濃度以外で化学反応の速さを大きくする条件を記せ。



解答欄

	[ア]	[イ]	[ウ]	[エ]
問 1				
問 2			問 3	
問 4	mol/L		問 5	

(記入しないこと)

【Ⅲ】 次の記述を読み、問 1～5 の答を解答欄に記せ。ただし、原子量は  $H=1.0$ 、 $N=14.0$ 、 $O=16.0$ 、 $Cu=64.0$  とする。 (35点)

窒素は周期表15族に属し、その単体は無色・無臭の気体で、常温での反応性は乏しく、空気中に体積比で78%含まれる。

窒素を含む代表的な化合物としては、アンモニアと硝酸がある。アンモニアは工業的に窒素と水素の混合物を高温・高圧で反応させることで製造される。一方、硝酸の工業的製法では、まず、(a) アンモニアと空気を混合し、高温で反応させて、一酸化窒素を得る。その後、生成した一酸化窒素を空気中の酸素と反応させることで、二酸化窒素を得る。さらに、この二酸化窒素を温水と反応させることにより、硝酸が製造される。硝酸は強い酸であるが、同時に強い酸化作用をもっており、イオン化傾向が小さい金属との反応では酸化剤として作用する。例えば、(b) 希硝酸と銅との反応では一酸化窒素が生成し、(c) 濃硝酸と銅との反応では二酸化窒素が生成する。

問 1 文中で示したアンモニアおよび硝酸の工業的製法の名称を記せ。また、それぞれの製法で触媒として用いられる金属の元素名、または触媒中に含まれる金属の元素名を記せ。

問 2 下線部(a)の熱化学方程式を記せ。ただし、気体のアンモニア、気体の水、気体の一酸化窒素の生成熱をそれぞれ、 $46 \text{ kJ/mol}$ 、 $242 \text{ kJ/mol}$ 、 $-90 \text{ kJ/mol}$  とする。

問 3 下線部(b)の化学反応式を記せ。

問 4 下線部(b)および(c)について、実験室で一酸化窒素および二酸化窒素を適切に捕集する方法の名称を記せ。

問 5 文中で示した2つの工業的製法を組み合わせることで硝酸を製造したい。

(i) 文中の各工業的製法の反応式を1つにまとめ、水素、窒素、酸素から硝酸を製造するときの化学反応式を記せ。ただし、反応は完全に進行し、硝酸と水のみが生成するものとする。

(ii) (i) の化学反応式にもとづいて硝酸を製造するとき、 $20 \text{ kg}$  の水素から製造される硝酸は何  $\text{kg}$  か。答は四捨五入して整数値で記せ。

解答欄

問 1	アンモニアの工業的製法 法	金属の元素名
	硝酸の工業的製法 法	金属の元素名
問 2	=	
問 3	→	
問 4	一酸化窒素の捕集方法	二酸化窒素の捕集方法
問 5	(i)	→
	(ii)	kg

(記入しないこと)

【IV】 次の (1), (2) の記述を読み, 問 1 ~ 5 の答を解答欄に記せ。ただし, 原子量は  $H=1.0$ ,  $C=12.0$ ,  $O=16.0$  とし, 気体の  $1.0 \text{ mol}$  の体積は標準状態で  $22.4 \text{ L}$  とする。 (35点)

(1) 分子式  $C_4H_{10}O$  で表される 4 種類のアアルコール **A** ~ **D** がある。**A** は直鎖状の第一級アルコールである。**B** は枝分かれ構造をもつ第一級アルコールである。**C** は第二級アルコールである。**D** は第三級アルコールである。

(2) 化合物 **E** は, 分子式  $C_mH_nO$  で表されるバラの香りの主成分である。その構造についての情報を得るために,  $0.15 \text{ mol}$  の **E** を完全に燃焼させたところ  $85.8 \text{ g}$  の二酸化炭素が生成した。また,  $0.50 \text{ mol}$  の **E** を水素と反応させたところ, 標準状態で  $33.6 \text{ L}$  の水素が消費され, 飽和のカルボニル化合物 **F** が生成した。**F** に含まれる水素原子の数は, 炭素原子の数が **F** と同じである鎖状の飽和炭化水素に含まれる水素原子の数と比べると 4 個少なかった。

問 1 次の (i) ~ (iv) の記述にあてはまるアルコールを **A** ~ **D** の記号で記せ。

- (i) 不斉炭素原子を有するアルコール
- (ii) 酸化反応によりケトンを生成するアルコール
- (iii) 最も酸化されにくいアルコール
- (iv) 脱水反応により幾何異性体を生成するアルコール

問 2 分子式  $C_4H_{10}O$  で表されるアルコール以外の異性体は何種類あるか。また, その一般名を何というか。

問 3 **E** に含まれる炭素原子の数はいくつか。また, **E** に含まれる水素原子の数は, **F** に含まれる水素原子の数と比べていくつ少ないか。

問 4 **F** に含まれる構造 (官能基) として最も適当なものを, 次の (イ) ~ (ヘ) から選び, 記号で答えよ。

- |                  |                |
|------------------|----------------|
| (イ) カルボキシル基と環状構造 | (ロ) ケトン基と環状構造  |
| (ハ) アルデヒド基とケトン基  | (ニ) 三重結合       |
| (ホ) ヒドロキシ基と環状構造  | (ヘ) アセチル基と三重結合 |

問 5 **E** の分子量はいくらか。答は四捨五入して整数値で記せ。

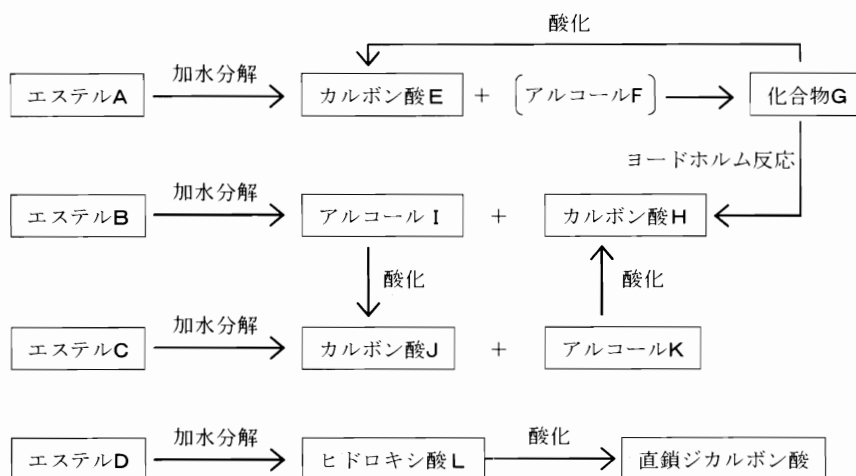
解答欄

問 1	( i )	( ii )	( iii )	( iv )
問 2	種類		一般名	
問 3	炭素原子の数 個		個	
問 4			問 5	

(記入しないこと)

【V】次の(1)～(6)の記述を読み、問1～5の答を解答欄に記せ。ただし、原子量はH=1.0, C=12.0, O=16.0, Na=23.0とする。(37点)

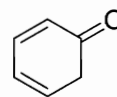
- (1) エステルA, B, C, Dは、炭素、水素および2個の酸素原子からなり同じ分子式をもつ。
- (2) 1 molのA, B, Cは触媒の存在下1 molの水素と反応したが、Dは反応しなかった。
- (3) Aを加水分解するとカルボン酸Eと、(a) 不安定なアルコールFを経て化合物Gが生成し、Gを酸化するとEとなった。Eの0.12 gを含む水溶液25 mLを、0.20 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ10 mLを要した。また、Gはヨードホルム反応に陽性であり、その結果、(b) 還元性を有するカルボン酸Hの塩を生じた。
- (4) Bを加水分解するとHとアルコールIが生成し、Iを酸化するとカルボン酸Jとなった。
- (5) Cを加水分解するとJとアルコールKが生成し、Kを酸化するとHとなった。
- (6) Dを加水分解すると1分子のヒドロキシ酸Lが生成し、Lを酸化すると直鎖ジカルボン酸が生成した。



問1 カルボン酸Eの分子量および示性式を記せ。ただし、分子量は四捨五入して整数値で記せ。

問2 エステルB, C, Dの構造式を例にならって記せ。

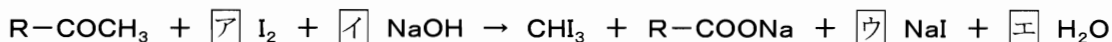
問3 下線部(a)について、FとGは互いに構造異性体の関係にあり、互変異性体という。右に示す化合物Mの互変異性体Nの構造式とNの化合物名を記せ。ただし、構造式は化合物Mにならって記せ。

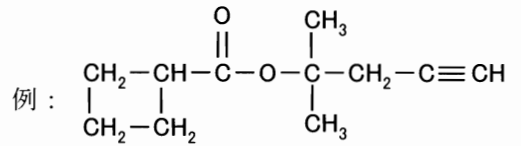


化合物M

問4 下線部(b)の還元性を調べる化学反応の名称を1つとそのときの視覚的变化を記せ。

問5 次の□～エに係数を入れ、ヨードホルム反応の反応式を完成せよ。また、R-COCH<sub>3</sub>の化合物以外で、ヨードホルム反応に陽性を示す化合物の構造式と陽性を示す理由を記せ。ただし、構造式は例にならって記せ。





解答欄

問 1	分子量		示性式	
問 2	B		C	
問 2			D	
問 3	構造式		化合物名	
問 4	名称		視覚的变化	
問 5	ア	イ	ウ	エ
	構造式		理由	

(記入しないこと)

【VIa】または【VIb】のどちらか1つを選んで解答すること。

【VIa】「生活と物質」に関する次の記述を読み、問1～6の答を解答欄に記せ。ただし、原子量はH=1.0, C=12.0, N=14.0, O=16.0, Na=23.0とする。(36点)

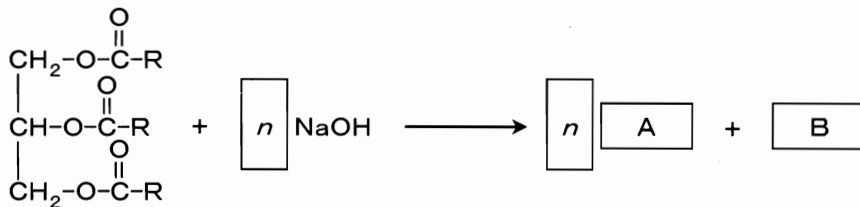
食品に含まれる糖類、脂質およびタンパク質は三大栄養素とよばれ、さらに必要量としては少ないが大切な成分であるビタミンおよび無機塩類を含めて五大栄養素とされる。

糖類(糖質)は、単糖類あるいは多数の単糖が〔ア〕結合とよばれる共有結合により重合した多糖類などであり、〔イ〕ともいう。そのうちの1つである(a) デンプンは、 $\alpha$ -グルコースからなり、植物の種子や根などに多く貯蔵されている。脂質のうち、油脂は高級脂肪酸と〔ウ〕がエステル結合した化合物である。タンパク質は、 $\alpha$ -アミノ酸のカルボキシル基とアミノ基がペプチド結合により〔エ〕重合した高分子化合物である。(b) 食品に含まれるタンパク質の量は、その食品中の窒素原子の含有量から推定される。

問1 〔ア〕～〔エ〕に入る最も適当な語句を記せ。

問2 下線部(a)に関連して、動物体内においてもグルコースは多糖として貯蔵されている。その多糖の名称を記せ。また、それが多く含まれている動物体内の組織の名称を1つ記せ。

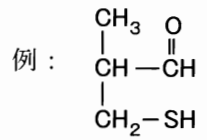
問3 次式中の $n$ に係数を、A, Bに構造式を入れて油脂の加水分解の化学反応式を完成せよ。また、塩基によるこのような加水分解を何というか。ただし、構造式は例にならって記せ。



問4 食品は、高温、空気、光などにさらされると酸化などにより変質するが、食品の変質を防ぐために酸化防止剤として添加されるビタミンを1つ記せ。また、食品に含まれる油脂の変質を何とよぶか。

問5 同分子数のグリシン( $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$ )とアラニン( $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$ )からなる直鎖状のポリペプチドがある。このポリペプチドの0.001 mol中の窒素原子の量は2.8 gであった。このポリペプチドの分子量はいくらか。答は四捨五入して整数値で記せ。

問6 下線部(b)について、ある食品1.0 gに含まれるタンパク質中の窒素原子をすべてアンモニアに変えたところ、0.051 gのアンモニアが得られた。このタンパク質は窒素原子を14% (質量比)含むとすると、この食品100 g中に含まれるタンパク質の量は何gか。答は四捨五入して整数値で記せ。ただし、他の食品成分は窒素原子を含有しないものとする。



解答欄

問 1	[ア]	[イ]
	[ウ]	[エ]
問 2	多糖	組織
問 3	n	A
	B	加水分解
問 4	ビタミン	油脂の変質
問 5		問 6
		g

(記入しないこと)

【VIa】または【VIb】のどちらか1つを選んで解答すること。

【VIb】「生命と物質」に関する次の記述を読み、問1～6の答を解答欄に記せ。ただし、原子量は  $H=1.0$ ,  $C=12.0$ ,  $N=14.0$ ,  $O=16.0$ ,  $Na=23.0$ ,  $P=31.0$  とする。(36点)

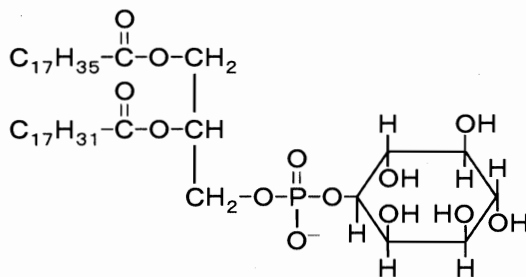
細胞や組織中には糖類、脂質、タンパク質、核酸などの物質があり、これらは生命を維持するうえで必須となる重要な役割を担っている。

糖類は生命体においてエネルギー源となる。(a) グルコースが細胞内で酸素の消費を伴って二酸化炭素と水に分解される過程では、エネルギーの貯蔵物質としての〔ア〕が産生される。脂質には、油脂やリン脂質などがある。前者は単純脂質で、後者は〔イ〕脂質であり、いずれも生命体においてさまざまな役割をもつ。タンパク質は多数の $\alpha$ -アミノ酸からなる高分子化合物であり、生命体での化学反応を触媒する〔ウ〕としてはたらくものがある。核酸の1つであるデオキシリボ核酸は、2本のポリヌクレオチドからなる〔エ〕構造をとる。

問1 〔ア〕～〔エ〕に入る最も適当な語句を記せ。

問2 デオキシリボ核酸を構成する有機塩基の名称を1つ記せ。また、生命体におけるデオキシリボ核酸の役割を1つ簡潔に記せ。

問3 細胞においてリン脂質を主な構成成分とするものの名称を1つ記せ。また、右に示すリン脂質中のエステル結合を水酸化ナトリウムの水溶液で加水分解したときに生成する化合物のうち、分子量が最も小さい化合物の名称を記し、さらに、分子量が最も大きい化合物の示性式を例にならって記せ。



問4 生命体は消化・吸収により取り入れた物質から生命活動に必要な物質を生成したり、さらに、それらの一部を分解したりしている。このような物質の変化の過程を何というか。また、特に下線部(a)の過程を何というか。

問5 同分子数のグリシン ( $C_2H_5NO_2$ ) とアラニン ( $C_3H_7NO_2$ ) からなる直鎖状のポリペプチドがある。このポリペプチドの  $0.001 \text{ mol}$  中の窒素原子の量は  $2.8 \text{ g}$  であった。このポリペプチドの分子量はいくらか。答は四捨五入して整数値で記せ。

問6 ある臓器  $1.0 \text{ g}$  に含まれるタンパク質中の窒素原子をすべてアンモニアに変えたところ、 $0.051 \text{ g}$  のアンモニアが得られた。このタンパク質は窒素原子を  $14\%$  (質量比) 含むとすると、この臓器  $100 \text{ g}$  中に含まれるタンパク質の量は何  $\text{g}$  か。答は四捨五入して整数値で記せ。ただし、この臓器中の他の成分は窒素原子を含有しないものとする。

解答欄

例：C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COOH

問 1	[ア]	[イ]
	[ウ]	[エ]
問 2	有機塩基	役割
問 3	名称	分子量が最も小さい化合物
	示性式	
問 4	変化の過程	下線部(a)
問 5		問 6
		g

(記入しないこと)