

平成25年度一般入学試験問題

後期入学試験

理 科

注 意 事 項

1. 試験時間は100分である。
2. 物理・化学・生物の3科目のうち、2科目を選択すること。選択しない科目のマークシートは30分後に回収する。
すべてのマークシートに受験番号、氏名を記入すること。
3. 解答は に指示された解答番号に従ってマークシートにマークせよ。
4. 下書きや計算は問題用紙の余白を利用すること。
5. すべての配付物は終了時に回収する。
6. 質問がある場合は手を挙げて監督者に知らせること。

マークシート記入要領

例：受験番号が「0123」番の「磯野波江」さんの場合

受 験 番 号				
MC	0	1	2	3
	○	○	○	○
	①	①	①	①
	②	②	②	②
	③	③	③	③
	④	④	④	④
	⑤	⑤	⑤	⑤
	⑥	⑥	⑥	⑥
	⑦	⑦	⑦	⑦
	⑧	⑧	⑧	⑧
	⑨	⑨	⑨	⑨

フリガナ	イソノ ナミエ
氏名	磯野 波江

注意：マークの良い例と悪い例

良い例	●	
悪い例	○	薄い。 はみ出している。 不完全である。
	⊖	
	⊕	
		マークが悪い場合は、解答欄の該当箇所を採点できない場合がある。

1. 受験番号の空欄に受験番号を記入し、受験番号の各桁の数字を下の①～⑨から選んでマークする。
次に、氏名を書き、フリガナをカタカナで記入する。
2. 受験番号欄と解答欄では、①と①の位置が異なる。
3. マークはHBの鉛筆を使い、はみ出さないように○の中を●のように完全に塗りつぶす。
上の「注意：マークの良い例と悪い例」を参照のこと。
4. マークを消す場合は、消しゴムで跡が残らないように完全に消すこと。砂消しゴムは使用しないこと。
5. マークシートは折り曲げたり、汚したりしないように気を付けること。
6. 所定の欄以外には何も記入しないこと。
7. 解答する箇所は

物理では、解答番号の 1 から 44 までである。

化学では、解答番号の 1 から 44 までである。

生物では、解答番号の 1 から 74 までである。

化 学

以下の問題で、体積の単位リットルはLで表す。また必要があれば次の値を用いよ。

原子量：H = 1.0 C = 12 N = 14 O = 16 Na = 23 Cl = 35.5 K = 39 Ca = 40

気体定数 = $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

1 アボガドロ定数を実験的に求めるため、次のような実験A～Cを行った。下の問い(問1～3)に答えよ。

実験A ステアリン酸($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$) $2.84 \times 10^{-2} \text{ g}$ をメスフラスコに入れ、シクロヘキサンで溶かして100 mLの溶液とした。

実験B よく洗浄して乾かした平たい円柱形の容器(図1)に蒸留水を容積の80%まで注ぎ、上記のステアリン酸溶液をメスピペットを用いて1滴ずつ慎重に滴下した。滴下は、ステアリン酸分子が容器の水面に単分子膜を形成するまで行った。単分子膜とは、図2(断面の模式図)のように分子が隣接して水面いっぱいに一層で並んでできた膜で、分子はそれぞれ、カルボキシル基(円形部分)を水中に向け、炭化水素基(棒状部分)を空気中に向けて配置している。膜の形成に要したステアリン酸溶液の全滴下量は0.254 mLであった。また、単分子膜形成後、溶媒であるシクロヘキサンは水に溶解することなく水面からすべて蒸発していた。

実験C 容器内壁間の直径を測り、そこから水面の面積を計算したところ、その面積は 330 cm^2 であることが分かった。

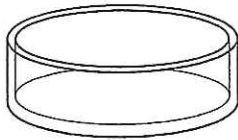


図1

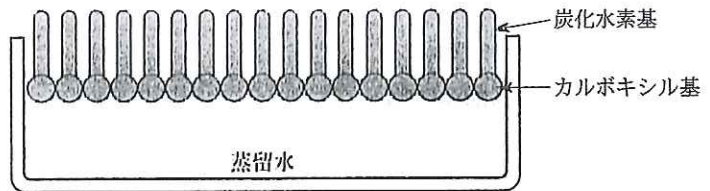


図2

問1 実験Bの単分子膜中に存在するステアリン酸の物質量(mol)を有効数字3桁で求めると、

. $\times 10^{-7} \text{ mol}$ となる。 には一の位の数字を、 には小数第1位の数字を、 には小数第2位の数字をそれぞれマークせよ。小数第3位以下がある場合は四捨五入せよ。

問2 ステアリン酸分子の断面積(単分子膜中でステアリン酸1分子が水面を占める面積)は $2.2 \times 10^{-16} \text{ cm}^2$ である。このとき、問1で求めたステアリン酸の物質量を利用してアボガドロ定数を有効数字2桁で求めると、

. $\times 10^{23} / \text{mol}$ となる。 には一の位の数字を、 には小数第1位の数字をそれぞれマークせよ。小数第2位以下がある場合は四捨五入せよ。

問3 ステアリン酸の代わりにオレイン酸($\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$) $2.82 \times 10^{-2} \text{ g}$ を用いて、実験A～Cと同じように単分子膜をつくる実験を行ったところ、オレイン酸溶液の全滴下量は0.122 mLであった。次の(1)、(2)に答えよ。

(1) 問2で求めたアボガドロ定数を利用してオレイン酸分子の断面積を有効数字2桁で求めると、

. $\times 10^{-16} \text{ cm}^2$ となる。 には一の位の数字を、 には小数第1位の数字をそれぞれマークせよ。小数第2位以下がある場合は四捨五入せよ。

(2) 上記(1)より、次のように考えられる。オレイン酸の炭化水素基には炭素-炭素二重結合が 個存在し、その二重結合がマレイン酸のように 形になっているため、炭化水素基が途中で折れ曲がった構造になっている。したがって、単分子膜中のオレイン酸の分子どうしは、ステアリン酸の分子どうしの場合に比べると に並んでおり、分子間にはたらくファンデルワールスカも くなっていると推定される。

文章中の ～ に入る語として最も適切なものを、次の①～⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。ただし、同じ語を2回以上選んではならない。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ シス ⑤ トランス
⑥ 強 ⑦ 弱 ⑧ 密 ⑨ 疎

2 溶解度に関する次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えよ。

固体の液体への溶解度は、溶媒 100 g に溶ける溶質の質量(g)の数値で表し、一般に高温ほど大きくなる。しかし、温度が溶解度にあまり影響しない物質や、高温ほど溶解度が小さくなる物質もある。表1に、0～80℃におけるいろいろな物質の水への溶解度を示した。

表1

物質	0℃	20℃	40℃	60℃	80℃
硝酸カリウム KNO_3	13.3	31.6	63.9	109	169
硝酸ナトリウム NaNO_3	74.0	89.0	106	124	146
塩化カリウム KCl	28.1	34.2	40.1	45.8	51.3
塩化ナトリウム NaCl	35.6	35.8	36.3	37.1	38.0
水酸化カルシウム Ca(OH)_2	0.171	0.156	0.134	0.112	0.091

問1 ルシャトリエの原理より考えて、表1に示す5つの物質のうち、水への溶解が発熱をともなうものはどれか。次の①～

⑤のうちからすべて選べ。該当する番号をすべてマークせよ。

- ① 硝酸カリウム
- ② 硝酸ナトリウム
- ③ 塩化カリウム
- ④ 塩化ナトリウム
- ⑤ 水酸化カルシウム

問2 温度80℃で、濃度の異なる2種類の硝酸カリウム水溶液A、Bがある。水溶液Aは0℃に、水溶液Bは60℃に温度を下げたときに、それぞれ結晶が析出しはじめた。ここで析出する結晶は結晶水(水和水)を含まないものとする。次の(1)、(2)に答えよ。解答を求める過程で次ページのマス目を利用してよい。

(1) 80℃で、水溶液A 300 g と水溶液B 200 g とを混合して水溶液Cとしたとき、この水溶液Cに溶けている硝酸カリウムの質量(g)として最も近い数値を、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 g

- ① 83 ② 119 ③ 139 ④ 144 ⑤ 180 ⑥ 258

(2) 水溶液Cの温度を80℃から下げていくとき、結晶が析出しはじめる温度は何℃か。最も近い数値を、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 ℃

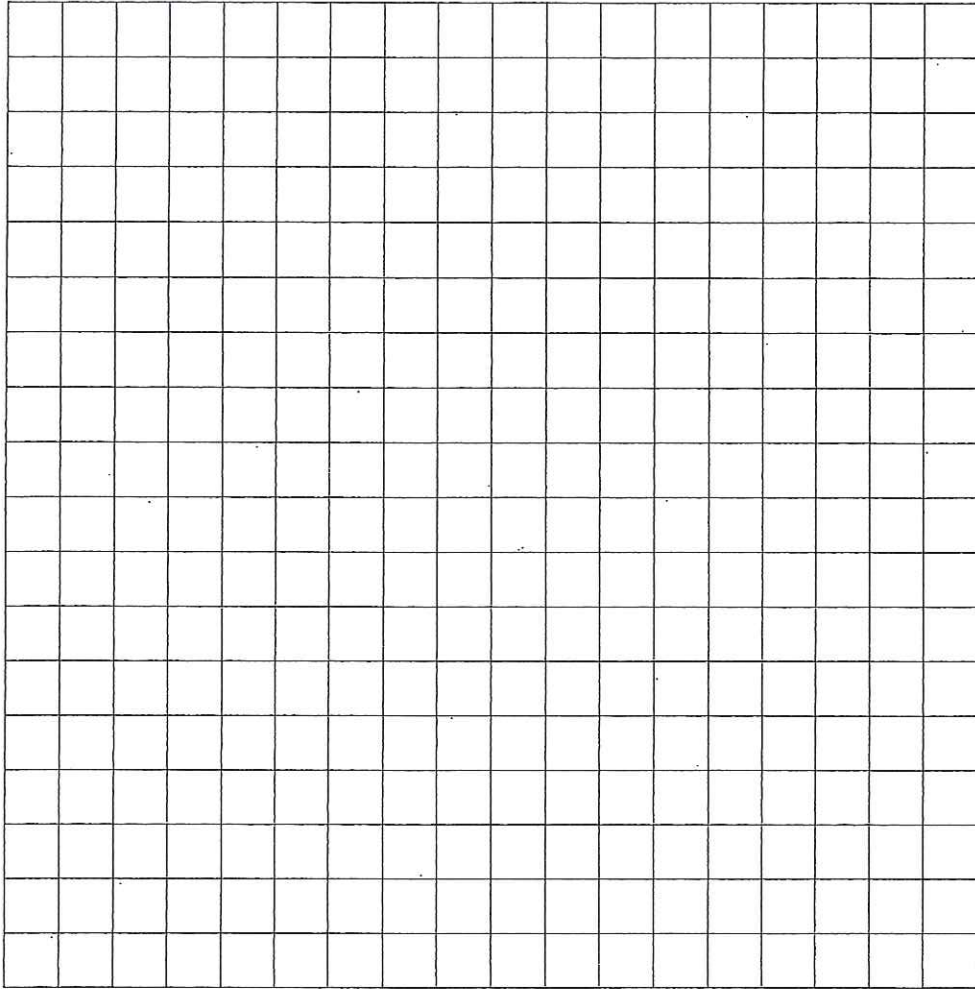
- ① 5 ② 15 ③ 25 ④ 35 ⑤ 45 ⑥ 55

問3 硝酸カリウム 80.0 g と塩化ナトリウム 20.0 g との混合物を、60℃の水 200 g に溶かした。次の(1)、(2)に答えよ。

(1) この溶液を20℃に冷やしたとき、析出する物質は何か。最も適切なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。

- ① 硝酸カリウム
- ② 硝酸ナトリウム
- ③ 塩化カリウム
- ④ 塩化ナトリウム
- ⑤ 硝酸カリウムと塩化ナトリウム
- ⑥ 硝酸ナトリウムと塩化カリウム

(2) 上記(1)で析出する物質の質量(g)の合計を求めると、 . g となる。 には十の位の数字を、 には一の位の数字を、 には小数第1位の数字をマークせよ。小数第2位以下がある場合は四捨五入せよ。該当する位がない場合は①をマークせよ。



3 次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えよ。

窒素は空気中に体積比で約 19 % 存在し、化学的には 20 で室温では安定している。窒素と水素とを体積比 1 : 3 で混合し 21 を主成分とした触媒を用いて、温度約 500 °C、高压で化合させるとアンモニアを生じる。このようにしてアンモニアを大量につくる方法を 22 法という。

アンモニアは非常によく水に溶け、その水溶液は 23 を示す。アンモニアと塩化水素が気体状態で反応すると 24 煙を生じる。アンモニアを硫酸で中和すると硫酸アンモニウムが、また硝酸で中和すると硝酸アンモニウムができ、これらはいずれも 25 として使われている。

アンモニアと空気とを混合し、26 を触媒としてアンモニアを酸化すると 27 を生じる。27 は空気中の酸素と反応し 28 となる。これを水に吸収させて硝酸が作られる。この方法を 29 法という。

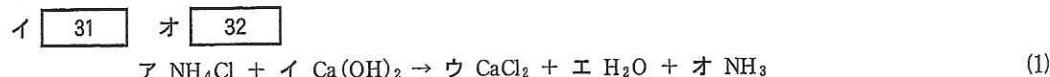
問1 文章中の 19 ~ 29 に入る数値または語として最も適切なものを、次の①～⑳のうちから1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。2桁の番号を選んでマークする場合には、十の位と一の位の数字を同じ解答番号にマークせよ(例えば⑩は①と①をマークする)。ただし、⑪, ⑫, ⑬はない。

- ① 弱酸性 ② 弱塩基性 ③ 74 ④ 78 ⑤ 82
- ⑥ 白金 ⑦ 鉄 ⑧ 酸化マンガン(IV) ⑨ 酸化バナジウム(V) ⑩ 黒
- ⑫ 白 ⑬ オストワルト ⑭ ハーバー・ボッシュ ⑮ ソルベー ⑯ 活性
- ⑰ 不活性 ⑱ 天然肥料 ⑲ 化学肥料 ⑳ 一酸化窒素 ㉑ 二酸化窒素

問2 文章中の 27 の物質を実験室でつくる方法と、その性質との組合せとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。 30

	実験室でつくる方法	性質
①	銅に濃硝酸を加える	無色の気体で水に溶けやすい
②	銅に濃硝酸を加える	無色の気体で水に溶けにくい
③	銅に濃硝酸を加える	赤褐色の気体で水に溶けやすい
④	銅に濃硝酸を加える	赤褐色の気体で水に溶けにくい
⑤	銅に希硝酸を加える	無色の気体で水に溶けやすい
⑥	銅に希硝酸を加える	無色の気体で水に溶けにくい
⑦	銅に希硝酸を加える	赤褐色の気体で水に溶けやすい
⑧	銅に希硝酸を加える	赤褐色の気体で水に溶けにくい

問3 アンモニアを実験室でつくる時の化学反応式を式(1)に示した。ただし、係数はア～オの記号で示してある。係数イ、オに当てはまる1桁の数字を、下の①～⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じ数字を繰り返し選んでもよい。



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

問4 アンモニアと二酸化炭素とを高温・高压下で反応させると、尿素 $\text{CO(NH}_2)_2$ と水ができる。いま、標準状態で $1.0 \times 10^3 \text{ L}$ の気体のアンモニアをすべて尿素に変えたとき、生じる尿素の質量は何 kg か。最も近い数値を、次の①～⑨のうちから1つ選べ。ただし、気体はすべて理想気体とみなす。 33 kg

- ① 0.17 ② 0.34 ③ 0.67 ④ 1.0 ⑤ 1.3
- ⑥ 1.7 ⑦ 2.0 ⑧ 2.4 ⑨ 2.7

4 次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えよ。

炭素、水素、酸素からなる化合物 A 29 mg を、図3のような装置を用いて、酸化銅(II) CuO の存在のもとに、水分と二酸化炭素を除いた空気の気流下で完全燃焼させた。燃焼で生じた二酸化炭素と水の質量を、吸収管(ア)、(イ)を利用して求めた結果、二酸化炭素が 66 mg、水が 27 mg であった。また、A を 100 mg とり、体積 100 mL の密閉容器に入れ、147 °C に加熱してすべてを気体に変えたとき、容器内の圧力は 3.0×10^4 Pa であった。ここで気体となった A は、理想気体とみなす。

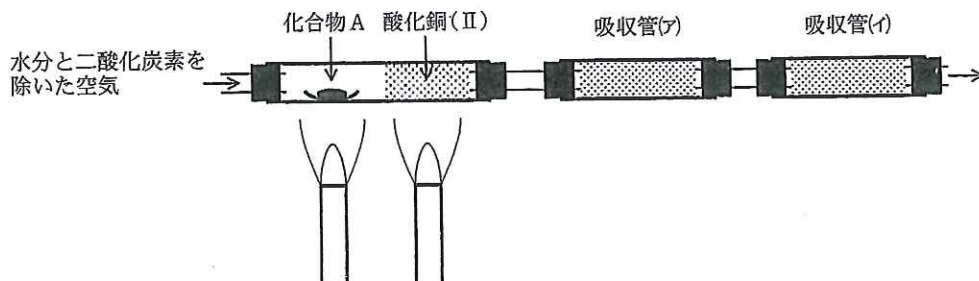


図3

問1 吸収管(ア)内の吸収剤と、吸収管(ア)で吸収される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1つ選べ。

	吸収管(ア)内の吸収剤	吸収管(ア)で吸収される物質
①	塩化カルシウム	二酸化炭素
②	塩化カルシウム	水
③	塩化カルシウム	窒素
④	ソーダ石灰	二酸化炭素
⑤	ソーダ石灰	水
⑥	ソーダ石灰	窒素

問2 A の分子式を $C_xH_yO_z$ としたとき、 x , y , z を求めよ。 $x =$ $y =$

$z =$

, , には十の位の数字を, , , には一の位の数字をマークせよ。該当する位がない場合は○をマークせよ。

問3 A をエステルと考えたとき、次の(1), (2)に答えよ。

(1) A の構造異性体の数は である。 には十の位の数字を, には一の位の数字をマークせよ。該当する位がない場合は○をマークせよ。ただし、光学異性体は考えなくてよい。

(2) A を加水分解すると、カルボン酸 B とアルコール C を生じた。B および C について、次のア～ウのことがわかった。B および C の化学式として最も適切なものはどれか。B の化学式を I 群から、C の化学式を II 群から、それぞれ1つずつ選べ。 B C

ア B はフェーリング液を還元しない。

イ カルボン酸を適当な条件下で還元すると、カルボキシル基だけが反応して、第一級アルコールが生成する。この方法で B を還元して得られた第一級アルコールは、ヨードホルム反応を示さない。

ウ C を二クロム酸カリウムで酸化して得られた化合物は中性で、フェーリング液を還元しない。

- I 群: ① HCOOH ② CH₃COOH ③ CH₃CH₂COOH
 ④ CH₃(CH₂)₂COOH ⑤ CH₃(CH₂)₃COOH ⑥ CH₃(CH₂)₄COOH
- II 群: ① CH₃OH ② CH₃CH₂OH ③ CH₃CH₂CH₂OH
 ④ CH₃CH(OH)CH₃ ⑤ CH₃(CH₂)₂CH₂OH ⑥ CH₃CH₂CH(OH)CH₃
 ⑦ CH₃CH(CH₃)CH₂OH ⑧ (CH₃)₃COH