

令和4年度 一般選抜(前期)問題

理 科

試験開始の指示があるまで問題冊子を開いてはならない。

科目選択について

1. 3科目すべての解答用紙に受験番号、氏名を記入すること。
2. 物理・化学・生物の3科目のうち、2科目を選択すること。
3. 選択しない科目の解答用紙の中央に大きく×印を描くこと。
4. 選択しない科目の解答用紙は試験開始から30分後に回収される。

注 意 事 項

1. 試験時間は90分である。
2. 試験開始の指示があるまで、筆記用具を持ってはならない。
3. 試験開始後に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁等の不備、解答用紙の汚れ等を確認しなさい。
これらがある場合には手を高く挙げて監督者に知らせること。
4. 物理では、1ページ～15ページで、解答番号は

1

 ～

31

 である。
化学では、16ページ～28ページで、解答番号は

1

 ～

28

 である。
生物では、29ページ～47ページで、解答番号は

1

 ～

32

 である。
5. 解答は指示された解答番号に従って解答用紙の解答欄にマークすること。
6. 解答用紙に正しく記入・マークしていない場合には、正しく採点されないことがある。
7. 指定された以外の個数をマークした場合には誤りとなる。
8. 下書きや計算は問題冊子の余白を利用すること。
9. 質問等がある場合には手を高く挙げて監督者に知らせること。
10. 試験終了の指示があったら直ちに筆記用具を机の上に置くこと。
11. 試験終了の指示の後に受験番号、氏名の記入漏れに気づいた場合には、手を高く挙げて監督者の許可を得てから記入すること。許可なく筆記用具を持つと不正行為とみなされる。
12. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

解答用紙記入要領

例：受験番号が「0123」番の「日本花子」さんの場合

受 験 番 号				
MB	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	ニ ッ ポ ン	ハ ナ コ
氏 名	日 本 花 子	

注
意
事
項

1. 黒鉛筆(HB、B、2B)またはシャープペンシル(2B)を使用すること。
 2. マークは、はみ出さないように○の内側を●のように丁寧に塗りつぶすこと。
 3. 所定の記入欄以外には何も記入しないこと。
- ※ マークの塗り方が正しくない場合には、採点されないことがある。

●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
良い例	悪い例								

1. 受験番号の空欄に受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークする。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の位置が異なるので注意する。
3. マークは黒鉛筆(HB、B、2B)またはシャープペンシル(2B)を使い、はみ出さないように○の内側を●のように丁寧に塗りつぶす。
4. マークを消す場合には、消しゴムで跡が残らないように完全に消す。
5. 解答用紙は折り曲げたり、汚したりしない。
6. 所定の欄以外には何も記入しない。

化 学

解答上の注意

1. 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

例えば、

6

 と表示のある問題に対して、「①～⑨のうちからすべて選び、一緒にマークせよ。」の場合には、次の例に従う。

例：①と③と⑤と⑦と⑨と答えたい場合には

解答 番号	解 答 欄									
6	☒	☐ 2	☒	☐ 4	☒	☐ 6	☒	☐ 8	☒	☐ 0

例えば、

7

8

 と表示のある問題に対して、計算等から得られた値をマークする場合には、次の例に従う。

例：38 と答えたい場合には

解答 番号	解 答 欄									
7	☐ 1	☐ 2	☒	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9	☐ 0
8	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☒	☐ 9	☐ 0

2. 体積の単位リットルは L で表されている。
3. 必要があれば次の値を用いること。

原子量：H = 1.0 C = 12 N = 14 O = 16 I = 127

気体定数 $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

1 次の問い(問1、問2)に答えよ。

問1 次の文章を読み、下の(1)~(3)に答えよ。

酸素の(A)であるオゾンは、特異臭のある(B)の気体で、強い酸化作用を示す。
地上 20~40 km の上空では、太陽からの強い(C)によって酸素からオゾンが生じ、オゾン層がつけられている。

(1) (A)~(C)に当てはまる語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。 1

	(A)	(B)	(C)
①	同位体	無 色	紫外線
②	同位体	無 色	赤外線
③	同位体	淡青色	紫外線
④	同位体	淡青色	赤外線
⑤	同素体	無 色	紫外線
⑥	同素体	無 色	赤外線
⑦	同素体	淡青色	紫外線
⑧	同素体	淡青色	赤外線

(2) 標準状態において、2.24 L の酸素中で無声放電を行ったところ、10.0 % の酸素がオゾンになった。無声放電後の酸素とオゾンからなる混合気体の標準状態における体積(L)として最も近い数値を、次の①~⑥のうちから1つ選べ。 2 L

① 1.49 ② 1.87 ③ 2.05 ④ 2.11 ⑤ 2.17 ⑥ 2.23

(3) (2)の無声放電後の酸素とオゾンからなる混合気体の質量[g]を求めよ。 3 には一の位の数字を、 4 には小数第1位の数字をそれぞれマークせよ。小数第2位以下がある場合には四捨五入せよ。

3 . 4 g

問 2 次の文章を読み、下の(1)~(4)に答えよ。

鉄は地殻中で主に酸化物や(D)として約 5 % 含まれ、金属元素ではアルミニウムに次いで多量に存在する。鉄鉱石を高炉内で、コークスから生じる一酸化炭素で還元して得られる鉄を銑鉄^{せんてつ}という。銑鉄は(E)を約 4 % 含んでいる。鉄を湿った空气中に放置すると酸化され、赤褐色の(F)を生じる。これが鉄の赤さびである。鉄に希塩酸を加えると水素を発生して溶け、鉄(Ⅱ)イオンとなる。鉄(Ⅱ)イオン水溶液に塩素を通じて酸化すると、鉄(Ⅲ)イオンを生じる。また、鉄は常温では体心立方格子という原子配列の金属結晶を形成している。鉄原子のモル質量を $X[\text{g/mol}]$ 、鉄原子の半径を $r[\text{cm}]$ 、アボガドロ定数を $N_A[\text{/mol}]$ とすると、鉄の密度 $\rho[\text{g/cm}^3]$ は次の式(i)で表される。

$$\rho = (\text{ G }) \times \frac{X}{r^3 N_A} \quad (\text{i})$$

(1) (D) ~ (F) に当てはまる語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。 5

	(D)	(E)	(F)
①	硫化物	炭 素	酸化鉄(Ⅲ)
②	硫化物	炭 素	四酸化三鉄
③	硫化物	酸 素	酸化鉄(Ⅲ)
④	硫化物	酸 素	四酸化三鉄
⑤	単 体	炭 素	酸化鉄(Ⅲ)
⑥	単 体	炭 素	四酸化三鉄
⑦	単 体	酸 素	酸化鉄(Ⅲ)
⑧	単 体	酸 素	四酸化三鉄

(2) 鉄とアルミニウムのどちらにも当てはまるものを、次の①~④のうちからすべて選び、一緒にマークせよ。 6

- ① 典型金属元素である。
- ② 高温の水蒸気と反応する。
- ③ 濃硝酸には不動態になるため溶解しない。
- ④ 水酸化ナトリウム水溶液と反応して水素を発生する。

(3) 次の a～d のうち、鉄(Ⅲ)イオンを含む水溶液には当てはまるが、鉄(Ⅱ)イオンを含む水溶液には当てはまらないものはどれか。最も適切なものを、下の①～⑩のうちから 1 つ 選べ。 7

- a ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム水溶液を加えると、濃青色沈殿(紺青)を生じる。
- b ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム水溶液を加えると、濃青色沈殿(ターンプル青)を生じる。
- c 水酸化ナトリウム水溶液を加えると、水酸化物の沈殿を生じる。
- d チオシアン酸カリウム水溶液を加えると、血赤色溶液となる。

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ a, b
 ⑥ a, c ⑦ a, d ⑧ b, c ⑨ b, d ⑩ c, d

(4) 式(i)の(G)に当てはまる数値として最も近いものを、次の①～⑩のうちから 1 つ 選べ。ただし、 $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$ とする。 8

- ① 0.0810 ② 0.132 ③ 0.162 ④ 0.176 ⑤ 0.220
 ⑥ 0.243 ⑦ 0.528 ⑧ 0.729 ⑨ 1.30 ⑩ 1.41

2

次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

理想気体と異なり、実在気体は特定の条件を満たすときには理想気体に近いふるまいをし、それ以外のときには理想気体の状態方程式に厳密には従わない。実在気体の理想気体からのずれを表す指標として圧縮率因子 Z が用いられ、圧力を P [Pa]、体積を V [L]、温度を T [K]、物質量を n [mol]、気体定数を R [Pa・L/(K・mol)] としたとき、 Z は次の式(i)で表される。

$$Z = \frac{PV}{nRT} \quad (i)$$

理想気体では Z の値は常に 1 となるが、実在気体では Z の値は常に 1 とはならない。例えば、メタンでは、温度を一定にして圧力が極めて 0 に近い状態から圧縮すると、分子どうしが接近して分子間力の影響が強くなるため、メタンの体積は理想気体の場合よりも減少する。さらに、実在気体を圧縮して気体の濃度が高まると、分子自身の体積の影響が強くなるため、メタンの体積は理想気体の場合よりも小さくなる。

実在気体を気体の状態方程式に適用するためには、分子間力や分子自身の体積を考慮した圧力と体積への補正が必要となる。分子間力が働くと容器に衝突しようとする気体分子は近くの分子に引かれる。この分子間力は、気体分子のモル濃度の 2 乗に比例して強くなるため、物質量 n [mol] の実在気体の圧力 P' [Pa] は、実在気体の体積を V' [L]、比例定数を a とすると $\left(\frac{n}{V'}\right)^2 a$ [Pa] だけ理想気体の圧力 P [Pa] よりも小さくなる。ただし、 a は分子間力の効果の強さを表す。分子間力の効果の強さは分子量と分子の極性に強く影響されるため、 a の大きさは沸点の高さから推測することができる。また、分子自身が体積をもつと自由に動ける体積が減少することになる。分子自身の 1 mol あたりの体積を b とすると、物質量 n [mol] の実在気体の体積 V' [L] は、理想気体の体積 V [L] に比べて nb [L] だけ大きくなる。なお、 a 、 b は気体の種類によって異なる定数である。

これらのことから、分子自身の体積と分子間力を考慮した状態方程式をつくり変形すると、実在気体の圧力は $P' = (A)$ と表される。

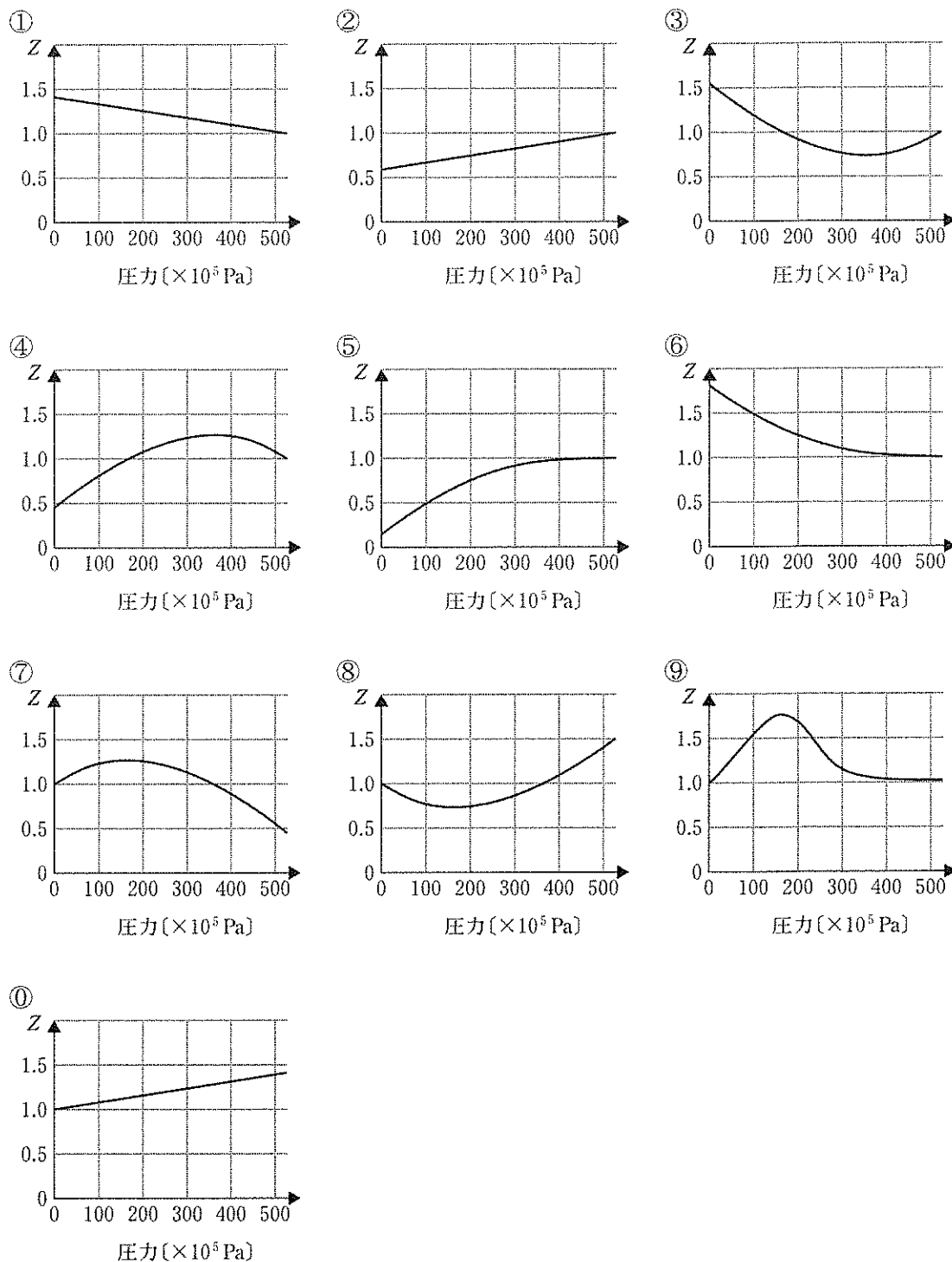
問 1 下線部アについて，実在気体が理想気体に近いふるまいをするときの温度と圧力の条件の組合せとして最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

9

	温度の条件	圧力の条件
①	低 温	低 圧
②	低 温	高 圧
③	低 温	圧力には依存しない
④	高 温	低 圧
⑤	高 温	高 圧
⑥	高 温	圧力には依存しない
⑦	温度には依存しない	低 圧
⑧	温度には依存しない	高 圧
⑨	温度には依存しない	圧力には依存しない

問 2 下線部イについて、メタンの温度を 0°C に保ったまま圧力を大きくしたときの圧縮率因子 Z の変化を表すグラフとして最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

10



問 3 下線部ウについて、水素、メタン、アンモニア、水を定数 a の値の大きいものから順に不等号を用いて並べたものとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。

11

- ① 水 素 > メタン > アンモニア > 水
- ② 水 素 > メタン > 水 > アンモニア
- ③ 水 素 > 水 > メタン > アンモニア
- ④ 水 > 水 素 > メタン > アンモニア
- ⑤ 水 > アンモニア > メタン > 水 素
- ⑥ アンモニア > 水 > メタン > 水 素
- ⑦ アンモニア > メタン > 水 > 水 素
- ⑧ アンモニア > メタン > 水 素 > 水

問 4 (A)に当てはまる式として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。

12

- ① $\frac{nRT}{(V' - nb)} - \left(\frac{n}{V'}\right)^2 a$ ② $\frac{nRT}{(V' - nb)} + \left(\frac{n}{V'}\right)^2 a$ ③ $\frac{nRT}{(V' + nb)} - \left(\frac{n}{V'}\right)^2 a$
- ④ $\frac{nRT}{(V' + nb)} + \left(\frac{n}{V'}\right)^2 a$ ⑤ $\frac{(V' - nb)}{nRT} - \left(\frac{n}{V'}\right)^2 a$ ⑥ $\frac{(V' - nb)}{nRT} + \left(\frac{n}{V'}\right)^2 a$
- ⑦ $\frac{(V' + nb)}{nRT} - \left(\frac{n}{V'}\right)^2 a$ ⑧ $\frac{(V' + nb)}{nRT} + \left(\frac{n}{V'}\right)^2 a$

問 5 体積が 1.0 L の容器に 1.0 mol の二酸化炭素を入れたときの圧力は 5.0×10^6 Pa であった。二酸化炭素が実在気体としてふるまうとき、容器内の二酸化炭素の温度 [K] を求めよ。

13

14

15

には一の位の数字(0を除く)を、
には小数第1位の数字を、
には1桁の指数の数字をそれぞれマークせよ。小数第2位以下がある場合には四捨五入せよ。ただし、二酸化炭素の定数 a 、 b はそれぞれ 360000、0.043 とする(a 、 b の単位は記していない)。

13

14

15

× 10 K

3

次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えよ。

C, H, O のみから構成され C=C 結合を複数個もつエステル A の構造式を図 1 に示す。図 1 の「---」には、「 $-\text{CH}_2-$ 」や「 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 」が含まれ、それらを省略して表記しており、R は炭化水素基を表す。また、構造中のカルボニル基の炭素番号を 1 番、末端のメチル基の炭素番号を z 番とし、左から右に向かって順に炭素に番号をつけ、途中の C=C 結合中の炭素番号をそれぞれ左から m , $m+1$ で表す。

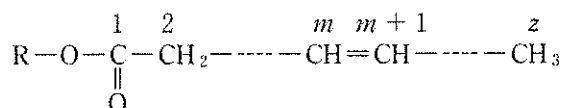


図 1

エステル A に希硫酸を加えて加熱すると、分子式 $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ のアルコール B と直鎖状の炭化水素基をもつカルボン酸 C を物質質量比 1 : 1 で生じた。また、エステル A、アルコール B、カルボン酸 C については、それぞれ次の(a)～(c)に示す反応が起こった。

- (a) エステル A 100 g に十分な量のヨウ素 I_2 を付加反応させると、 I_2 が (あ) g 消費された。
- (b) アルコール B に水酸化ナトリウム水溶液と I_2 を反応させると、ア ヨードホルム を生じた。
- (c) カルボン酸 C をオゾン分解すると、すべての C=C 結合で反応が起こり、分子式 $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$ の化合物 D、分子式 $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_3$ の化合物 E、分子式 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$ の化合物 F を物質質量比 3 : 1 : 1 で生じた。ただし、オゾン分解とは、図 2 (R^1 , R^2 , R^3 はアルキル基) のように、アルケンをおゾンと反応させると、ケトンやアルデヒドを生じる反応のことである。

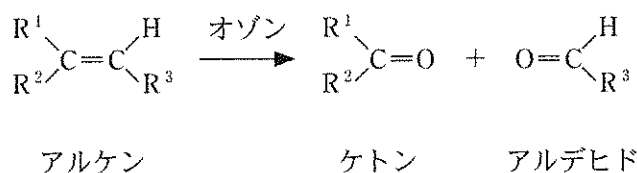


図 2

問 1 エステル A の分子量を求めよ。 には百の位の数字を, には十の位の数字を, には一の位の数字をそれぞれマークせよ。該当する位がない場合には⑩をマークせよ。小数点以下がある場合には四捨五入せよ。

問 2 (あ)に当てはまる数値として最も近いものを, 次の①~⑨のうちから 1 つ選べ。

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 34 | ② 68 | ③ 102 | ④ 136 | ⑤ 170 |
| ⑥ 204 | ⑦ 238 | ⑧ 272 | ⑨ 306 | |

問 3 アルコール B に関する次の文章を読み、下の(1)~(3)に答えよ。

アルコール B の分子式から考えられる構造異性体のうち、下線部アに示す物質が生じる構造異性体としては[α]と[β]の2つが該当する。アルコール B の構造を決定するため、アルコール B を ^{13}C 核磁気共鳴(^{13}C -NMR)による機器分析で測定したところ、図 3 に示すような結果が得られた。

^{13}C -NMR とは、有機化合物中にごく微量存在する炭素の同位体 ^{13}C が磁石としての性質を示すことから、強い磁場におかれた有機化合物に、ある周波数の電磁波を照射すると、 ^{13}C の原子核が電磁波のエネルギーを吸収する現象のことである。有機化合物の分子内において、各炭素原子のおかれている環境は、結合している原子やさらにその先の原子の種類や数の違いによって異なる。そのため、同じ分子の炭素原子でもおかれている環境が異なると、各炭素原子に吸収される電磁波の周波数も異なってくる。有機化合物中の各炭素原子に吸収される電磁波の周波数の情報を信号として検出し、それを図 3 のようにピークとして横に並べて描いたグラフを ^{13}C -NMR スペクトルという。スペクトルの横軸は、化学シフト [ppm] といい、炭素原子に吸収される電磁波の周波数をもとに算出された固有の数値である。スペクトルの縦軸は、ピークの強度である。

^{13}C -NMR 測定によって得られたスペクトルには、炭素原子のおかれている環境の種類ごとにピークが、1 本ずつ異なる化学シフトとして現れる。つまり、ある有機化合物の ^{13}C -NMR スペクトル中に n 本のピークが異なる化学シフトに現れた場合、その化合物の分子中には、環境の異なる炭素原子の種類が n 通りあると判断できる。また、有機化合物中の複数の異なる炭素原子のおかれている環境がまったく同じである場合、スペクトル中には、それらのピークが同じ化学シフトに重なって 1 本のピークとして現れ、その分ピーク強度も大きくなる。

これらのことから、図 3 のスペクトルに該当するアルコール B の構造は[β]であることがわかった。

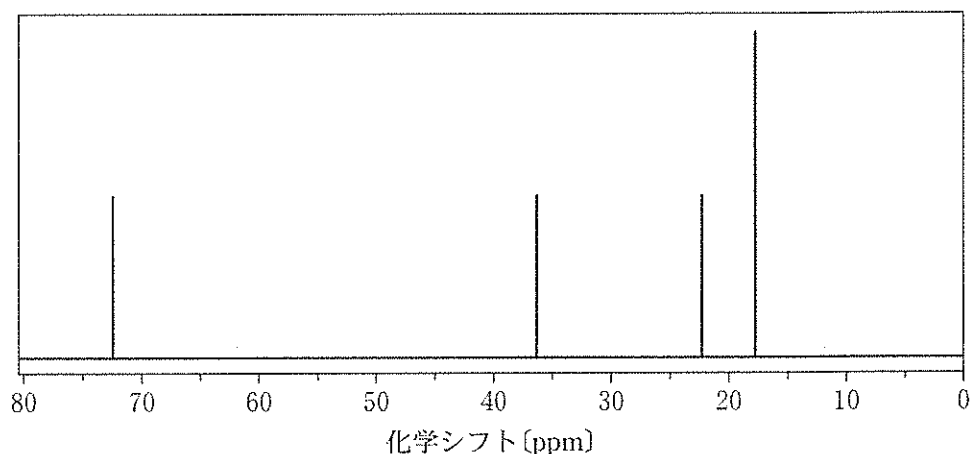


図 3

- (1) 下線部イについて、プロパン $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ と 1-プロパノール $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ の炭素原子のおかれている環境はそれぞれ何種類か。最も適切な 1 桁の数字をそれぞれマークせよ。

プロパン 20 種類

1-プロパノール 21 種類

- (2) [α], [β] に当てはまる構造式として最も適切なものを、次の①～⑧のうちからそれぞれ 1 つずつ選べ。

[α] 22 [β] 23

- ① $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ② $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ ③ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{OH} \end{array}$
- ④ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CCH}_2\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ ⑤ $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHCH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$ ⑥ $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$
- ⑦ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CHCHCH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$ ⑧ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$

- (3) アルコール B の性質として適切なものを、次の①～⑤のうちからすべて選び、一緒にマークせよ。 24

- ① 不斉炭素原子をもつ。
 ② 酸化するとケトンを生じる。
 ③ 酸化するとアルデヒドを生じる。
 ④ ナトリウムと反応して水素を発生する。
 ⑤ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると青～赤紫色に呈色する。

問 4 図 1 の C=C 結合の炭素番号を表すいくつかある m の値のうち、最小値と最大値をそれぞれ求めよ。 , には十の位の数字を, , には一の位の数字をそれぞれマークせよ。該当する位がない場合には①をマークせよ。

最小値	25	26
最大値	27	28