

(2018年度)

2 化学問題 (60分)

(この問題冊子は10ページ, 4問である。)

受験についての注意

1. 試験監督者の指示があるまで, 問題冊子を開いてはならない。
2. 試験開始前に, 試験監督者から指示があったら, 解答用紙の右上の番号が自分の受験番号と一致することを確認し, 所定の欄に氏名を記入すること。次に, 解答用紙の右側のミシン目にそって, きれいに折り曲げてから, 受験番号と氏名が書かれた切片を切り離し, 机上に置くこと。
3. 試験監督者から試験開始の指示があったら, この問題冊子が, 上に記したページ数どおりそろっていることを確かめること。
4. 筆記具は, HかFかHBの黒鉛筆またはシャープペンシルに限る。万年筆・ボールペンなどを使用してはならない。時計に組み込まれたアラーム機能, 計算機能, 辞書機能やスマートウォッチなどのウェアラブル端末を使用してはならない。
5. 解答は, 解答用紙の各問の選択肢の中から正解と思うものを選んで, そのマーク欄をぬりつぶすこと。
6. マークをするとき, マーク欄からはみ出したり, 白い部分を残したり, 文字や番号, ○や×をつけたりしてはならない。また, マーク箇所以外の部分には何も書いてはならない。
7. 訂正する場合は, 消しゴムでていねいに消すこと。消しきずはきれいに取り除くこと。
8. 解答用紙を折り曲げたり, 破ったりしてはならない。
9. 試験監督者の許可なく試験時間中に退場してはならない。
10. 解答用紙を持ち帰ってはならない。
11. 問題冊子, 計算用紙は必ず持ち帰ること。

解 答 上 の 注 意

- (1) 数値による解答は、各問に指示されたように記述せよ。
 答えが0(ゼロ)の場合、特に問中に指示がないときはa欄をマークせよ。
 有効数字2桁で解答する場合、位取りは、次のように小数点の位置を決め、
 記入例のようにマークせよ。

$$0.30 \rightarrow 3.0 \times 10^{-1}$$

$$1.24 \rightarrow 1.2 \times 10^0$$

$$17.5 \rightarrow 1.8 \times 10^{+1}$$

記入例： 3.0×10^{-1}

	1 の 桁	0.1 の 桁	指 数
a	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨	+①②③④⑤⑥⑦⑧⑨

指数が0(ゼロ)の場合は正負の符号にはマークせず、0(ゼロ)のみマークせよ。

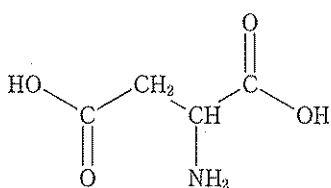
	指 数
a	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨

- (2) 計算を行う場合、必要ならば次の値をもちいよ。
 原子量 H:1.00 C:12.0 N:14.0 O:16.0 Ba:137
 アボガドロ定数： $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$
 0 K(絶対零度) = -273°C
 気体定数： $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$
- (3) 0°C 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ における気体1 molの体積は、22.4 Lとする。
- (4) 気体は、特に問中に指示がないかぎり理想気体とする。

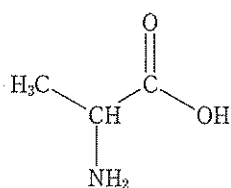
1 グリシン $C_2H_5NO_2$ にアミノ酸Aが2分子結合した直鎖状トリペプチドについて、問1～問5に答えよ。

問1 トリペプチド3.690 gを加水分解すると、グリシン0.7500 gが得られた。トリペプチドの分子量はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

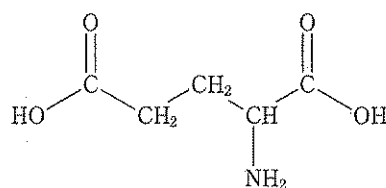
問2 アミノ酸Aにあてはまる構造式を、次のa)～f) から1つ選べ。



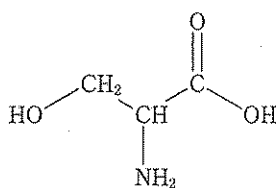
a) アスパラギン酸
(分子量：133)



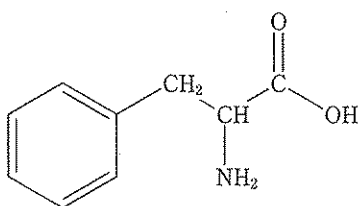
b) アラニン
(分子量：89)



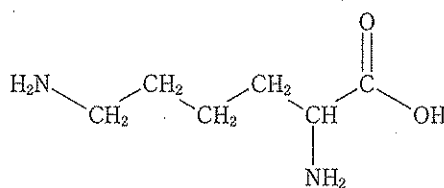
c) グルタミン酸
(分子量：147)



d) セリン
(分子量：105)



e) フェニルアラニン
(分子量：165)

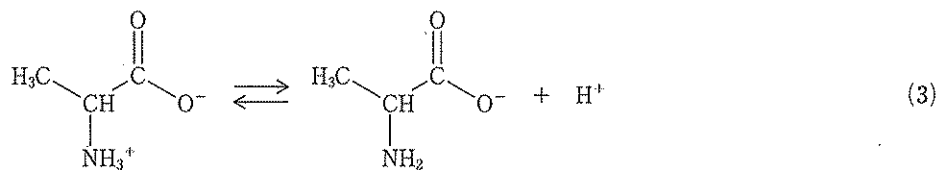
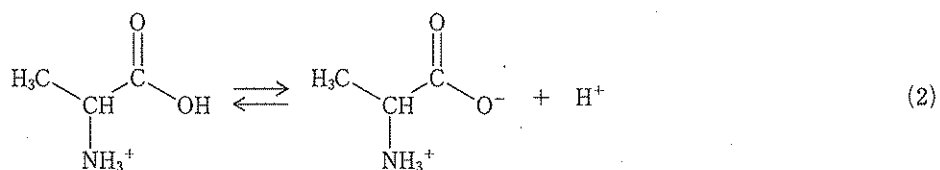
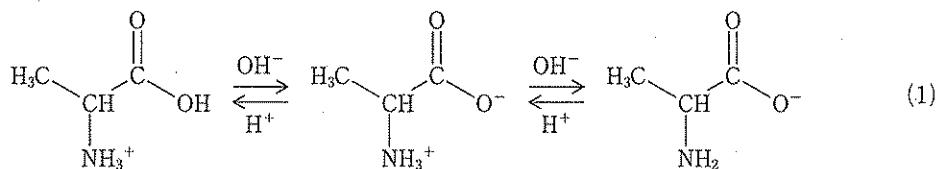


f) リシン
(分子量：146)

問3 グリシンにアミノ酸Aが2分子結合したトリペプチドの異性体は、鏡像異性体(光学異性体)も含め何種類存在するか。1～15の整数で答えよ。16以上の場合は、z欄をマークせよ。

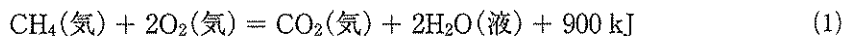
問4 問2の選択肢a)～f) のすべてのアミノ酸を混合して酸性溶液をつくり、少量をろ紙の中央につけ乾燥した。このろ紙を緩衝溶液(pH = 2.5)に浸し、ろ紙の両端に直流電圧をかけて電気泳動を行った。陰極側にもっとも移動しやすいアミノ酸はどれか。a)～f) から1つ選べ。

問5 アラニンの水溶液では、式(1)のように陽イオン、双性イオン、陰イオンが平衡状態にある。式(2)の電離定数を $K_1 = 4.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 、式(3)の電離定数を $K_2 = 2.50 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$ とすると、アラニンの等電点はいくらか。有効数字2桁で答えよ。

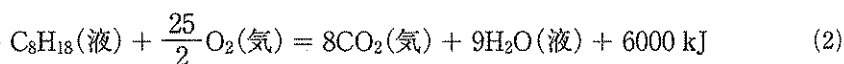


2 次の文章を読み、問6～問9に答えよ。

天然ガスの燃焼は、石油や石炭の燃焼に比べて地球環境におよぼす負荷が小さいため、近年広く利用されている。天然ガスの主成分はメタンであり、メタンの燃焼反応の熱化学方程式は式(1)で表される。



これに対し、イソオクタン C_8H_{18} はガソリンの主要成分の1つであり、イソオクタンの燃焼反応の熱化学方程式は式(2)で表される。

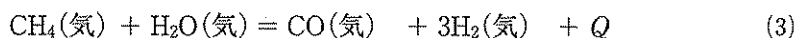


問6 メタン(気体)とイソオクタン(液体)を完全燃焼してそれぞれ等しい熱量を得るとき、メタンの燃焼で発生する二酸化炭素の物質量は、イソオクタンの燃焼で発生する二酸化炭素の物質量に対して何%か。有効数字2桁で答えよ。ただし、完全燃焼して生成する水は液体とする。

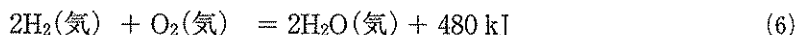
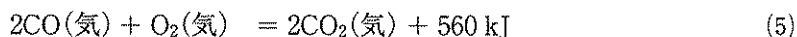
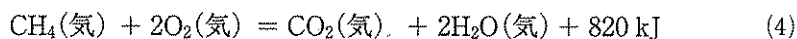
問7 25℃において、イソオクタンは液体(密度0.760 g/cm³)で容器に貯蔵できるのに対し、メタンは気体であり、一般に 1.90×10^7 Pa の圧力で容器に貯蔵される。メタン(気体)とイソオクタン(液体)を完全燃焼してそれぞれ等しい熱量を得るとき、25℃で貯蔵されているメタンの体積は、イソオクタンの体積に対して何倍か。有効数字2桁で答えよ。ただし、25℃、 1.90×10^7 Pa におけるメタン1.00 molの体積は105 mLとする。また、完全燃焼して生成する水は液体とする。

問8 メタンとプロパンからなる天然ガスを完全燃焼させたところ、生成した二酸化炭素と水の物質質量比 $n(\text{CO}_2)/n(\text{H}_2\text{O})$ が0.550であった。この天然ガス中のプロパンのモル分率はいくらか。有効数字2桁で答えよ。

問9 メタンは、燃料電池などの原料となる水素 H_2 を製造するためにもちいられる。メタンから水素を生成する反応は、式(3)のようになる。反応熱 Q は何 kJ か。解答において、 $Q > 0$ ならば \oplus を、 $Q < 0$ ならば \ominus をマークし、 Q の絶対値を有効数字2桁で答えよ。また、 $Q = 0$ ならば正負の符号にはマークせず、a 欄のみマークせよ。



Q を求めるにあたり、式(4)~(6)をもちいよ。



3 次の文章を読み、問 10～問 14 に答えよ。

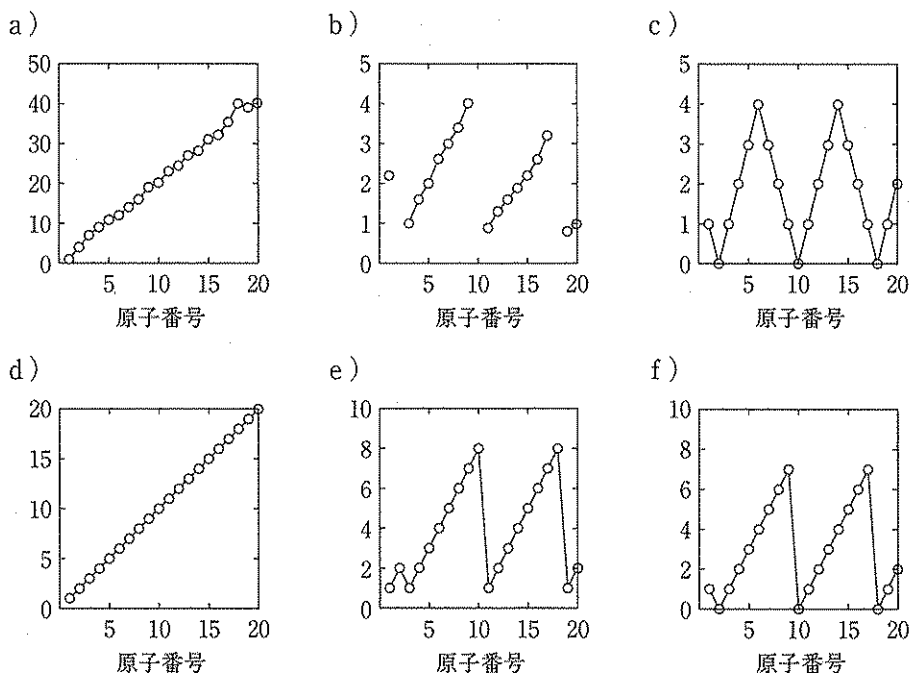
原子の中心には原子核が存在しており、この原子核は正の電荷をもつ **A** と、電荷をもたない **B** で構成されている。また、原子核のまわりを負の電荷をもつ電子が、取り巻くように存在している。希ガスを除く原子の最外殻にある電子を **C** とよぶ。原子から最外殻電子 1 個を取りさつて **D** にするのに必要なエネルギーを **E** という。原子が電子 1 個を受けとって、**F** になるときに放出されるエネルギーを **G** という。

原子番号が同じであっても、質量数が異なる原子を互いに同位体という。
(i) 方、同じ元素からなる単体であっても、性質の異なる物質を互いに同素体という。
(ii)

問10 **A** ～ **G** にあてはまる語句を、次の a)～l) からそれぞれ 1 つ選べ。

- | | | |
|--------------|------------|----------|
| a) イオン化エネルギー | b) 陰イオン | c) 価電子 |
| d) 結合エネルギー | e) 格子エネルギー | f) 自由電子 |
| g) 中性子 | h) 電気陰性度 | i) 電子親和力 |
| j) 陽イオン | k) 陽子 | l) ラジカル |

問11 問 10 における **A** , **C** の数と原子番号との関係を表している図を、次の a)～f) からそれぞれ 1 つ選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。



問12 下線部(i)において、天然のホウ素には ^{10}B および ^{11}B があり、また塩素には ^{35}Cl および ^{37}Cl が存在する。天然に存在する三塩化ホウ素には、相対質量の異なる分子が何種類存在するか。1～9の整数で答えよ。10以上の場合は、z欄をマークせよ。

問13 三塩化ホウ素の分子量は117.3である。 ^{35}Cl および ^{37}Cl の天然存在比がそれぞれ75.0%および25.0%とすると、 ^{11}B の天然存在比は何%か。有効数字2桁で答えよ。ただし、天然のホウ素には ^{10}B および ^{11}B があり、各元素の同位体の相対質量は質量数と同じとする。

問14 下線部(ii)において、同素体の関係にない組み合わせはどれか。次のa)～h)からすべて選べ。

- | | |
|---------------------|----------------|
| a) 黄リンと赤リン | b) オゾンと酸素 |
| c) カーボンナノチューブとフラーレン | d) 水と水蒸気 |
| e) 黒鉛とダイヤモンド | f) 斜方硫黄と単斜硫黄 |
| g) 重水素と水素 | h) 炭酸ガスとドライアイス |

4 次の文章を読み、問 15～問 18 に答えよ。

呼気に含まれる二酸化炭素の濃度を求めるため、次の実験 I、II を行った。

実験 I 0°C 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ において 1.68 L の呼気を、 $5.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 水酸化バリウム水溶液 100 mL に通じて、呼気に含まれる二酸化炭素を完全に吸収させた。液体の体積は変化せず、白色沈殿が生じた。

実験 II 二酸化炭素と反応せずに残った水酸化バリウムの物質量を求めるため、実験 I における反応後の上澄み液 40.0 mL に対して、 0.100 mol/L 塩酸 (i) で中和滴定を行った。終点までに加えた塩酸の体積は 16.0 mL であった。

問 15 水酸化バリウム八水和物 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ を純水に溶かし、 400 mL にして $5.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 水酸化バリウム水溶液を得た。もちいた水酸化バリウム八水和物の質量は何 g か。有効数字 2 桁で答えよ。

問 16 $5.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 水酸化バリウム水溶液の pH はいくらか。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、水酸化バリウムはすべて電離するものとし、水のイオン積を $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.00 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ とする。

問 17 下線部(i)の上澄み液 40.0 mL には、何 mol の水酸化バリウムが含まれるか。有効数字 2 桁で答えよ。

問 18 呼気に含まれる水蒸気は無視できるとすると、呼気中の二酸化炭素の組成は体積百分率で何 % か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、二酸化炭素以外の呼気成分は、水酸化バリウムと反応しないものとする。

