

化 学

解答範囲は、解答番号 から までです。

大問Ⅰの解答範囲は、解答番号 から までです。

Ⅰ 次の(1)および(2)の文章を読んで、(1)の文章については後の問い(問1～問7)に、(2)の文章については後の問い(問8～問11)に、それぞれ答えなさい。

(1) アルカリ金属元素は、元素の周期表の第【1－A】族に属し、【1－B】個の価電子をもち、【1－C】イオンになりやすい。アルカリ金属元素のイオンどうしを比較すると、イオンの半径は原子番号が大きくなるほど【2－A】なり、イオン化エネルギーは原子番号が大きくなるほど【2－B】なる。

ナトリウムイオンは、電子を【3】個持ち、【4－A】と同じ電子配置をとる。カリウムイオンは【4－B】と同じ電子配置をとる。塩化物イオンは【4－C】と同じ電子配置をとる。ナトリウムイオン、カリウムイオン、塩化物イオンについて、イオン半径の小さい順に並べると【5】となる。

塩化ナトリウムNaClの結晶を水に溶かすと、ナトリウムイオンと塩化物イオンに分かれる。水溶液中などで物質がイオンに分かれることを電離といい、電離する物質を、【6－A】という。【6－A】の例

として【6－B】がある。

塩化ナトリウムNaClの結晶のように陽イオンと陰イオンが規則正しく配列した結晶をイオン結晶という。イオン結晶の特徴として、【7】ことなどが挙げられる。

問1 空所【1－A】～【1－C】に当てはまる組合せとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

	【1－A】	【1－B】	【1－C】
①	1	1	陽
②	1	2	陽
③	1	7	陰
④	2	1	陽
⑤	2	2	陽
⑥	2	7	陰
⑦	17	1	陰
⑧	17	2	陰
⑨	17	7	陰

問2 空所【2－A】、【2－B】に当てはまる組合せとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

	【2－A】	【2－B】
①	大きく	大きく
②	大きく	小さく
③	小さく	大きく
④	小さく	小さく

問3 空所【3】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
- ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 10

問4 空所【4－A】～【4－C】に当てはまる最も適当なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度選んでもよい。

空所【4－A】は、解答番号

空所【4－B】は、解答番号

空所【4－C】は、解答番号

- ① Al ② Ar ③ Ca ④ He
- ⑤ Mg ⑥ Kr ⑦ Ne ⑧ Xe

問5 空所【5】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① ナトリウムイオン < カリウムイオン < 塩化物イオン
- ② ナトリウムイオン < 塩化物イオン < カリウムイオン
- ③ カリウムイオン < ナトリウムイオン < 塩化物イオン
- ④ カリウムイオン < 塩化物イオン < ナトリウムイオン
- ⑤ 塩化物イオン < ナトリウムイオン < カリウムイオン
- ⑥ 塩化物イオン < カリウムイオン < ナトリウムイオン

問6 空所【6－A】、【6－B】に当てはまる組合せとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

	【6－A】	【6－B】
①	還元剤	エタノール
②	還元剤	塩化銅(Ⅱ)
③	還元剤	三重水素
④	電解質	エタノール
⑤	電解質	塩化銅(Ⅱ)
⑥	電解質	三重水素
⑦	同位体	エタノール
⑧	同位体	塩化銅(Ⅱ)
⑨	同位体	三重水素

問7 空所【 7 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 9

- ① 光沢を示し、展性や延性を示す
- ② 融点が低く、昇華しやすいものもある
- ③ 固体の状態では電気を通さないが、水に溶解した溶液は電気を通す
- ④ 非金属元素で構成され、かたくて融点が高い

(2) 塩化水素や酢酸はともに1価の酸であるが、同じモル濃度の塩酸と酢酸水溶液に亜鉛を加えると、【8－A】のほうがより激しく【8－B】を発生する。また、塩酸と酢酸水溶液では、【8－C】のほうが電気をよく通す。酸の分類上、硫酸と【9－A】は2価の酸であり、【9－B】は3価の酸である。

酸や塩基が水溶液中で電離する割合を電離度という。25℃のとき、水のイオン積 $[H^+] \times [OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} \text{ (mol/L)}^2$ が成り立っているとすると、電離度1の0.010 mol/Lの塩酸のpHは【10－A】、電離度1の0.050 mol/Lの硫酸のpHは【10－B】、電離度0.025の0.040 mol/Lのアンモニア水のpHは【10－C】となる。弱酸、弱塩基の水溶液では、濃度が小さくなると電離度は【 11 】。

問8 空所【8－A】～【8－C】に当てはまる組合せとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 10

	【8－A】	【8－B】	【8－C】
①	塩酸	酸素	塩酸
②	塩酸	酸素	酢酸
③	塩酸	水素	塩酸
④	塩酸	水素	酢酸
⑤	酢酸	酸素	塩酸
⑥	酢酸	酸素	酢酸
⑦	酢酸	水素	塩酸
⑧	酢酸	水素	酢酸

問9 空所【9－A】、【9－B】に当てはまる最も適当なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。

空所【9－A】は、解答番号 11

空所【9－B】は、解答番号 12

- ① 硝酸 ② シュウ酸 ③ 水酸化カリウム
- ④ 水酸化カルシウム ⑤ 水酸化ナトリウム
- ⑥ 水酸化銅(Ⅱ) ⑦ リン酸

問10 空所【10－A】～【10－C】に当てはまる最も適当なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。

空所【10－A】は、解答番号 13

空所【10－B】は、解答番号 14

空所【10－C】は、解答番号 15

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
- ⑥ 10 ⑦ 11 ⑧ 12 ⑨ 13 ⑩ 14

問11 空所【 11 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 16

- ① 大きくなる ② 変わらない ③ 小さくなる

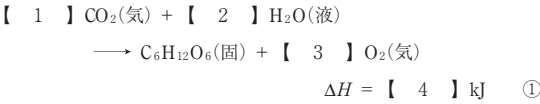
大問Ⅱの解答範囲は、解答番号 17 から 29 までです。

Ⅱ 次の (1) および (2) の文章を読んで、(1) の文章については後の問い (問 1 ～問 3) に、(2) の文章については後の問い (問 4 ～問 11) にそれぞれ答えなさい。

必要であれば、原子量は次の値を用いなさい。

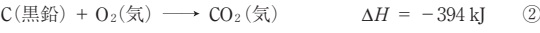
H = 1.0, O = 16, S = 32, Cu = 63.5

(1) 二酸化炭素 CO₂ と水 H₂O から糖類を合成する反応がある。例えば二酸化炭素と水からグルコース C₆H₁₂O₆ と酸素 O₂ が生じる場合、エンタルピー変化 Δ*H* を付した反応式は、式①で表される。

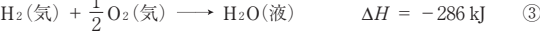


式①の反応のエンタルピー変化を直接求めることができなくても、式①の化学変化にかかわる各物質の生成エンタルピーを用いると、この反応エンタルピーを計算することができる。ここによく知られているエンタルピー変化を付した反応式②～④を示す。

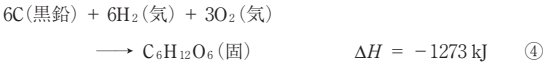
二酸化炭素の生成反応 (炭素 (黒鉛) の燃焼反応)



水の生成反応 (水素の燃焼反応)



グルコースの生成反応



上記の式②～④から求められた式①のエンタルピー変化は Δ*H* = 【 4 】 kJ となり、【 5 - A】反応である。自然界では式①の化学反応は植物が光エネルギーを【 5 - B】することで起こることがある。同様に光エネルギーを【 5 - B】することで起こる反応に【 5 - C】がある。

問 1 空所【 1 】～【 3 】に当てはまる最も適当なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度選んでもよい。通常は係数が 1 のときは省略するが、ここでは係数が 1 のときは①を選びなさい。

空所【 1 】は、解答番号 17
空所【 2 】は、解答番号 18
空所【 3 】は、解答番号 19

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 10

問 2 空所【 4 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 20

① -4080 ② -2807 ③ -593
④ 593 ⑤ 2807 ⑥ 4080

問 3 空所【 5 - A】～【 5 - C】に当てはまる組合せとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 21

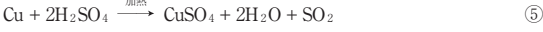
	【 5 - A】	【 5 - B】	【 5 - C】
①	吸熱	吸収	塩化銀の分解
②	吸熱	吸収	ルミノール反応
③	吸熱	放出	塩化銀の分解
④	吸熱	放出	ルミノール反応
⑤	発熱	吸収	塩化銀の分解
⑥	発熱	吸収	ルミノール反応
⑦	発熱	放出	塩化銀の分解
⑧	発熱	放出	ルミノール反応

(2) 硫黄 S は元素の周期表の【 6 】族に属する非金属元素である。

単体は常温常圧で【 7 - A】であり、単体は自然界で【 7 - B】。硫黄の【 7 - C】としては、斜方硫黄、単斜硫黄、ゴム状硫黄などがある。また、硫黄は硫化水素、二酸化硫黄、硫酸といった多様な化合物を形成する。硫化水素と二酸化硫黄の共通の特徴としては、【 8 】などがある。硫化水素と二酸化硫黄を反応させた場合、二酸化硫黄は【 9 】としてはたらし、【 10 】が生成する。

硫酸は工業的には【 11 】により生産される。よく知られている硫酸の特徴として、【 12 】などがある。

銅 Cu に濃硫酸を加えて加熱すると式⑤に示す反応が起こる。



銅 2.54 g を濃硫酸と完全に反応させた場合、理論上発生する SO₂ は【 13 】 g である。

問 4 空所【 6 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 22

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 12 ⑦ 13 ⑧ 14 ⑨ 15 ⑩ 16

問5 空所【 7－A】～【 7－C】に当てはまる組合せとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 23

	【 7－A】	【 7－B】	【 7－C】
①	液体	産出しない	同位体
②	液体	産出しない	同素体
③	液体	産出する	同位体
④	液体	産出する	同素体
⑤	固体	産出しない	同位体
⑥	固体	産出しない	同素体
⑦	固体	産出する	同位体
⑧	固体	産出する	同素体

問6 空所【 8 】に当てはまらないものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 24

- ① 火山ガスや鉱泉に含まれる
- ② Sの酸化数が等しい
- ③ 水溶液は弱酸性を示す
- ④ 無色である
- ⑤ 有毒である

問7 空所【 9 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 25

- ① 還元剤
- ② 還元剤・酸化剤の両方
- ③ 酸化剤

問8 空所【 10 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 26

- ① 亜硫酸
- ② 硫黄の単体
- ③ 希硫酸
- ④ 濃硫酸

問9 空所【 11 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 27

- ① アンモニアソーダ法(ソルバー法)
- ② オストワルト法
- ③ 接触法
- ④ 電解精錬
- ⑤ ハーバー・ボッシュ法
- ⑥ 溶融塩電解

問10 空所【 12 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 28

- ① 市販の濃硫酸(質量パーセント濃度が約98%)は、ほぼ100%電離している強酸である。
- ② 希硫酸をつくる場合、容器全体を冷却しながら濃硫酸に水を少量ずつ加える。
- ③ 濃硫酸はヒドロキシ基-OHをもつスクロースからHとOHを水分子として脱離する働き(脱水作用)を示さない。
- ④ 濃硫酸は吸湿性が高く、乾燥剤として用いられる。

問11 空所【 13 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 29

- ① 1.85
- ② 1.95
- ③ 2.34
- ④ 2.56
- ⑤ 3.02
- ⑥ 3.47

大問Ⅲの解答範囲は、解答番号 30 から 41 までです。

Ⅲ 次の(1)および(2)の文章を読んで、(1)の文章については後の問い(問1～問5)に、(2)の文章については後の問い(問6～問10)に答えなさい。

必要であれば、原子量は次の値を用いなさい。

H = 1.0, C = 12, O = 16, Br = 80

(1) アセチレンC₂H₂のように、分子内に炭素原子間の三重結合を1つ含む鎖式不飽和炭化水素をアルキンと呼ぶ。アセチレン分子の炭素原子間の三重結合の距離は、エチレン分子の炭素原子間の二重結合の距離と比較すると、【 1－A】。また、アセチレンは無色・無臭の気体であり、燃焼エンタルピーが大きいため、酸素を十分に供給して完全燃焼させると【 1－B】の炎を生じる。さらに、付加反応を起こしやすいこともアセチレンの特徴である。例えば、アセチレンに十分な量の臭素を反応させると、1分子のアセチレンに対して2分子の臭素が付加した【 2 】が生成する。【 2 】の分子量は【 3 】である。

いまここに、アルキンである化合物Aがある。化合物Aの分子量は100未満であることがわかっている。化合物Aを102mgはかり取り完全燃焼させたところ、330mgの二酸化炭素と108mgの水が生成した。このことから化合物Aの分子式は【 4 】であることがわかり、考えられる構造異性体の数は【 5 】である。これら【 5 】個の構造異性体のうち、不斉炭素原子をもつ化合物の数は

【 6 】である。

問 1 空所【 1－A】、【 1－B】に当てはまる最も適当な組み合わせを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 30

	【 1－A】	【 1－B】
①	長い	高温
②	長い	低温
③	短い	高温
④	短い	低温

問 2 空所【 2 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 31

- ① プロモエタン
- ② 1,1-ジプロモエタン
- ③ 1,2-ジプロモエタン
- ④ 1,1,1-トリプロモエタン
- ⑤ 1,1,2-トリプロモエタン
- ⑥ 1,1,1,2-テトラプロモエタン
- ⑦ 1,1,2,2-テトラプロモエタン
- ⑧ 1,1,1,2,2,2-ヘキサプロモエタン

問 3 空所【 3 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 32

- ① 186
- ② 196
- ③ 266
- ④ 278
- ⑤ 346
- ⑥ 356
- ⑦ 406
- ⑧ 416

問 4 空所【 4 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 33

- ① C₃H₄
- ② C₃H₆
- ③ C₄H₆
- ④ C₄H₈
- ⑤ C₅H₈
- ⑥ C₅H₁₀
- ⑦ C₆H₁₀
- ⑧ C₆H₁₂
- ⑨ C₇H₁₂
- ⑩ C₇H₁₄

問 5 空所【 5】、【 6】に当てはまる最も適当なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。

空所【 5 】は、解答番号 34

空所【 6 】は、解答番号 35

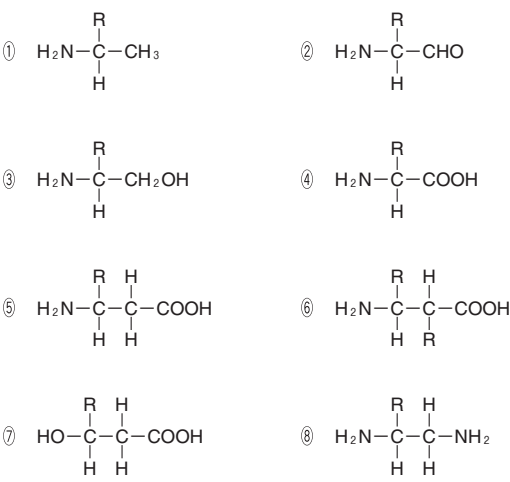
- ① 1
- ② 2
- ③ 3
- ④ 4
- ⑤ 5
- ⑥ 6
- ⑦ 7
- ⑧ 8
- ⑨ 9
- ⑩ 0

(2) 分子内にアミノ基とカルボキシ基を含む化合物はアミノ酸と呼ばれる。 α -アミノ酸とは、同一の炭素原子にアミノ基とカルボキシ基が結合した構造をもつ化合物であり、側鎖を R で表記すると、構造式は【 7 】と書かれる。 α -アミノ酸はタンパク質の構成要素であり、ヒトのタンパク質は【 8－A】種の α -アミノ酸から構成され、そのうち【 8－B】種類は体内で合成されないか、または体内で合成されにくいので、食事から摂取しなければならないとされる。タンパク質は多くの α -アミノ酸が縮合して【 9】結合で鎖状につながった分子であり、生物の体を構成したり、機能を調節したりする役割をもつ。一方、 α -アミノ酸が2つもしくは3つ縮合してできる分子は、それぞれジペプチド、トリペプチドといわれる。例えば、アラニンが2つ縮合してできるジペプチドの分子式は【 10】である。

いまここに、不斉炭素原子を1つだけもつジペプチド **A** がある。分子式は C₇H₁₂N₂O₅ であることがわかっている。ジペプチド **A** に塩酸を加えて完全に加水分解したところ、環状構造をもたない α -アミノ酸 **B** と α -アミノ酸 **C** が生成した。 α -アミノ酸 **B** について調べたところ、カルボキシ基を2つもつことがわかった。このことから α -アミノ酸 **B** は【 11】であり、 α -アミノ酸 **C** は【 12】であることがわかる。

問 6 空所【 7 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 36



問7 空所【8-A】、【8-B】に当てはまる最も適当な組み合わせを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 37

	【8-A】	【8-B】
①	10	5
②	10	7
③	10	9
④	15	5
⑤	15	7
⑥	15	9
⑦	20	5
⑧	20	7
⑨	20	9

問8 空所【9】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 38

- | | | |
|--------|-------|----------|
| ① アミド | ② イオン | ③ エステル |
| ④ エーテル | ⑤ 金属 | ⑥ ジスルフィド |
| ⑦ 水素 | ⑧ 配位 | |

問9 空所【10】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 39

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① $C_4H_6N_2O_2$ | ② $C_4H_6N_3O_3$ | ③ $C_4H_8N_2O_3$ |
| ④ $C_4H_{10}N_2O_4$ | ⑤ $C_6H_8N_2O_3$ | ⑥ $C_6H_{10}N_2O_4$ |
| ⑦ $C_6H_{12}N_2O_3$ | ⑧ $C_6H_{14}N_2O_4$ | |

問10 空所【11】、【12】に当てはまる最も適当なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。

空所【11】は、解答番号 40

空所【12】は、解答番号 41

- | | | |
|---------|--------|------------|
| ① アラニン | ② グリシン | ③ グルタミン酸 |
| ④ システイン | ⑤ チロシン | ⑥ フェニルアラニン |
| ⑦ メチオニン | ⑧ リシン | |