

2020年度

慶應義塾大学入学試験問題

看護医療学部

化 学

- 注 意
1. 受験番号と氏名を解答用紙の所定の欄にそれぞれ記入してください。
  2. 解答用紙は1枚です。解答は、必ず所定の欄に記入してください。  
解答欄外の余白、採点欄および裏面には一切記入してはいけません。
  3. 問題用紙の余白は計算および下書きに用いてもかまいません。
  4. この冊子の総ページ数は12ページです。問題文は2～4ページと6～9ページに書かれています。試験開始直後、総ページ数および落丁などを確認し、不備がある場合はすぐに手を挙げて監督者に知らせてください。
  5. 不明瞭な文字・まぎらわしい数字は採点の対象としませんので注意してください。
  6. 問題冊子は終了後必ず持ち帰ってください。

《 指示があるまで開かないこと 》

[ 1 ] 次の文章を読み、設問に答えなさい。なお、文中の X, Y, Z はそれぞれ単一の元素記号に対応する。必要に応じて下記の値を用いなさい。

ファラデー定数： $9.65 \times 10^4$  C/mol, Cu の原子量：63.5

◇[ ア ] は、実験室では X の燃焼によって作られ、無色で刺激臭のある有毒気体である。水に溶かすと [ あ ] である [ イ ] が生成する。[ イ ] は弱酸であり、[ い ] があるため漂白剤として用いられる。

◇[ ウ ] は、酸化バナジウム (V)  $V_2O_5$  を触媒として、[ ア ] を空気中の酸素で酸化して得られる。水に溶かすと [ あ ] である [ エ ] が生成する。[ エ ] は吸湿性が高く、強酸であるが酸化作用は弱い。ただし、加熱した高濃度の [ エ ] は酸化力があり、銅や銀などの金属を溶かす。

◇Y の酸化物 [ オ ] は赤褐色の気体であり、常温常圧下で無色の気体 [ カ ] に可逆的に変化する。[ オ ] を水に溶かすと [ あ ] である [ キ ] を生じる。[ キ ] は、工業的には [ ク ] を白金触媒上で酸化して [ ケ ] とした後に、空気中の酸素で酸化して [ オ ] とする。生じた [ オ ] を水と反応させると [ キ ] と [ ケ ] が生成する。この方法を [ う ] という。[ キ ] には強い酸化力があり、銅や銀などの金属を溶かす。

◇[ コ ] は Z の完全燃焼で得られ、水に少し溶けて [ あ ] である [ サ ] を生じる。[ サ ] は還元力のない弱酸である。

◆X の水素化合物 [ シ ] は、無色、腐卵臭をもつ有毒の気体であり、水に少し溶けて弱い酸性を示す。[ シ ] は、多くの金属イオンと反応して沈殿を生じる。

◆Y の水素化合物 [ ク ] は、工業的には鉄触媒を用いた [ え ] によって作られる。[ ク ] は、無色で刺激臭のある気体であり、水によく溶けて弱い塩基性を示す。

◆Z の水素化合物 [ ス ] は、空気より軽い無色無臭の気体であり、水にほとんど溶けず、可燃性が高い。

●[ オ ] と [ カ ] の間の変化は可逆反応<sup>①</sup>であり、[ オ ] と [ カ ] を容器に密封して、十分に長い時間を待てば両者の濃度が変化しない [ お ] になる。このとき [ オ ] の濃度  $x$  と [ カ ] の濃度  $y$  の間には [ 式 1 ] =  $K$  (一定) の関係が成り立つ。このときの

Kを〔か〕とよぶ。透明な注射器に〔オ〕を入れて〔お〕に至るまで待った後に、温度を一定に保ったまま体積を2分の1に圧縮したところ、圧縮直後は赤褐色が濃くなったものの、十分に時間がたった後では圧縮直後に比べて色が薄くなった②。

●銅の電解精錬では、〔エ〕水溶液中で粗銅板を〔き〕として電気分解を行うことで、〔く〕上に純度の高い銅が得られることを利用して精錬する。両極間に0.300 Vの電圧をかけ、1.00 Aの電流を1.00時間流して電気分解を行ったところ質量〔値1〕gの純銅が得られた。

●水溶液中において、亜鉛イオンと〔シ〕の反応によって得られた〔セ〕の固体では、それぞれの〔け〕が〔こ〕で結びついており、その結合が〔さ〕ために融点が〔し〕。これに対して、〔ウ〕の固体では、〔ウ〕同士は〔す〕で結びついており、融点が〔せ〕。

●X, Y, Zの水素化合物〔シ〕,〔ク〕,〔ス〕の沸点は、〔ス〕<〔シ〕<〔ク〕の順に高くなる。〔ス〕の沸点が最も低いのは、〔そ〕構造をもつ〔た〕分子であるためである。〔ク〕は、〔シ〕に比べて分子量が小さいにもかかわらず沸点が高い。この傾向は、〔ク〕分子間で〔ち〕を形成するためであり、第2周期の水素化合物に特徴的である。

#### 【選択肢】

- |            |             |                |               |
|------------|-------------|----------------|---------------|
| 1. ファラデー定数 | 2. 直線       | 3. 低い          | 4. ハーバー・ボッシュ法 |
| 5. 平衡定数    | 6. イオン結合    | 7. 酸化作用        | 8. イオン        |
| 9. 水素結合    | 10. 陰極      | 11. オキシ酸       | 12. ラジカル      |
| 13. 平衡状態   | 14. 陽極      | 15. 水素結合       | 16. 還元作用      |
| 17. 折れ曲がり  | 18. カルボン酸   | 19. ファンデルワールス力 |               |
| 20. 速度定数   | 21. 極性      | 22. 共有結合       | 23. クメン法      |
| 24. 強い     | 25. オストワルト法 | 26. 負極         | 27. 脂肪酸       |
| 28. 金属結合   | 29. 正極      | 30. 弱い         | 31. 高い        |
| 32. 原子     | 33. 無極性     | 34. 活量         | 35. 正四面体      |
| 36. 異性化    |             |                |               |

設問1 [ あ ]～[ ち ]に入る最も適切な語句を【選択肢】から選び番号で答えなさい。

「水素結合」を選択する場合、「9」「15」のどちらを書いても結構です。(同じ選択肢は2回使用しないこと。)

設問2 [ ア ]～[ セ ]に入る化合物の化学式およびX, Y, Zに対応する元素記号を答えなさい。

設問3-1 下線①の反応を化学反応式で答えなさい。

設問3-2 [ 式1 ]を $x$ および $y$ を用いて表しなさい。

設問4 [ 値1 ]を求めなさい。(途中の計算式も明記すること。有効数字3桁)

設問5 下線②のようになる理由について、関連する法則をあげ60字以内で述べなさい。

設問6 水素化合物 [ ク ]と [ ス ]の水への溶解度は、[ ス ] < [ ク ]の順に高い。この理由について60字以内で述べなさい。ただし、英数字も1文字として解答欄に記入すること。

<このページは白紙です>

[ 2 ] 次の文章を読み、設問に答えなさい。

熱化学方程式の書き方は以下の通りである。

- 1) 化学反応式を書く。
- 2) 着目する物質の係数を1にする。このとき、他の物質の係数が分数になることもある。
- 3) 反応式の矢印を等号に変える。反応熱は、発熱反応の場合は＋、吸熱反応の場合は－の符号をつけて右辺に書き加える。(なお、通常、反応熱は25℃、 $1.013 \times 10^5$  Paにおける熱量を用いる。)
- 4) 物質のもつ〔ア〕は状態によって異なるため、化学式の後に物質の状態を固体は(固)、液体は(液)、気体は(気)と書き添える。多量の溶媒としての〔イ〕は〔ウ〕という記号で表し、NaOH〔ウ〕と書くと水酸化ナトリウムが〔エ〕の状態であることを表す。また、炭素の〔オ〕には主として〔カ〕と〔キ〕という〔ク〕とよばれる2種類の〔ケ〕の〔コ〕があるが、この場合はC(〔カ〕)、C(〔キ〕)と書く。

生成熱とは、化合物1 molがその成分元素の〔オ〕から生成するときの反応熱である。なお、成分元素に〔ク〕が存在する場合は、25℃、 $1.013 \times 10^5$  Paにおいて最も安定な〔ク〕から生成する反応を用いる。また、物質1 molが〔サ〕〔シ〕するときの反応熱を〔シ〕熱という。

化学反応において、反応物から生成物ができる時に複数の〔ス〕が考えられる場合がある。例えば気体のメタンと気体の酸素の反応により気体の二酸化炭素と液体の水が生成する<sup>①</sup>が、気体のメタンを分解させ〔カ〕と気体の水素を生成させ<sup>②</sup>、つづいて下線②の反応で生成した〔カ〕を気体の酸素と反応させ<sup>③</sup>、下線②の反応で生成した気体の水素を気体の酸素と反応させ<sup>④</sup>ても、気体の二酸化炭素と液体の水が得られる。ここで、反応の最初と最後の状態が定まれば反応熱の総和は〔ス〕によらず一定であり、この関係を〔セ〕という。したがって、メタンの〔シ〕熱は、メタン、二酸化炭素、水の生成熱が求められていれば、計算で求めることができる。

〔カ〕は各炭素原子が〔ソ〕個の炭素原子と〔ケ〕を形成して、〔タ〕形の〔チ〕状の〔ツ〕構造をつくり、この〔ツ〕構造がいくつも重なり合って〔コ〕になっている。この〔ツ〕構造どうしの結びつきは〔テ〕力という〔ト〕力によるものである。一方、〔キ〕は各炭素原子が〔ナ〕個の炭素原子と〔ケ〕を形成してできた〔コ〕で、〔ニ〕形の構造が三次元的に繰り返されている。

気体の〔ヌ〕に従う仮想的な気体を〔ネ〕気体という。しかし、〔ノ〕気体では気体の

〔ヌ〕は厳密には成りたたない。〔テ〕の〔ヌ〕は、〔ト〕力および〔ハ〕に対する補正をしたものである。

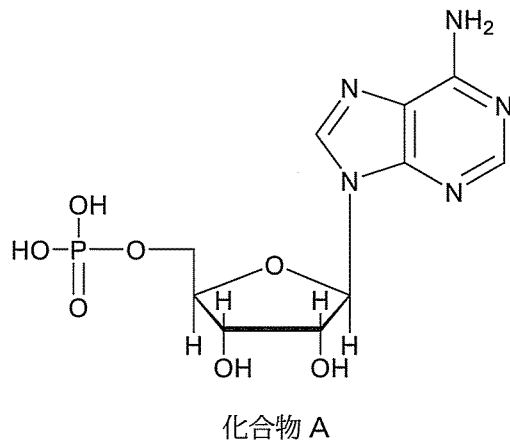
設問1 〔ア〕～〔ハ〕にあてはまるもっとも適切な語句、記号、あるいは数字を書きなさい。

設問2 メタン、二酸化炭素、水の生成熱は、それぞれ  $75 \text{ kJ/mol}$ 、 $394 \text{ kJ/mol}$ 、 $286 \text{ kJ/mol}$  である。下線②、③、④の反応の熱化学方程式を書きなさい。

設問3 メタンの〔シ〕熱を計算により求め（計算の仕方を丁寧に説明しなさい）、下線①の反応の熱化学方程式を書きなさい。

[ 3 ] 次の文章を読み、設問に答えなさい。

- (1) 核酸はヌクレオチドが ( a ) した高分子であり、ヌクレオチド構成成分のうち [ あ ] 部分の性質により酸性を示す。化合物 A は RNA のヌクレオチドの 1 つであり、この塩基部分は [ い ] である。化合物 A と同じ塩基をもつ DNA のヌクレオシドは化合物 B であり、化合物 B は不斉炭素を [ う ] 個もつ。化合物 A の [ あ ] 部分を ( b ) したヌクレオシドはエネルギー輸送



にもかかわる化合物 C である。さらに、化合物 C を過剰量の無水酢酸と共に充分加熱すると、化合物 C の分子量から 168 増加した分子量をもつ化合物 D が得られた。化合物 D は 1 個のアミド結合と 3 個の [ え ] 結合をもつ。一方、化合物 B を無水酢酸と共に加熱すると、1 個のアミド結合と [ お ] 個の [ え ] 結合をもつ生成物が得られた。

- (2) 炭素、水素、酸素からなる化合物 E 1.00 mol の質量は 218 g であり、これを水酸化ナトリウム水溶液中でけん化したのち、水より沸点の低い成分を集めると、2.00 mol の [ か ] が得られた。[ か ] を二クロム酸カリウムで ( c ) してできるカルボン酸をナトリウム塩とし、さらに水酸化ナトリウムを加えて加熱すると可燃性気体の [ き ] が発生した。一方、化合物 E をけん化した水溶液には 2 種類のカルボン酸 F、G の塩があり、化合物 F はホルミル基をもたないが還元性を示した。化合物 G は 1 個の不斉炭素原子をもち、この水溶液にヨウ素と水酸化ナトリウムを加えると ( d ) によって黄色の沈殿を生じた。また、0.200 mol の化合物 E を完全燃焼させて生じた 気体の中から水分を除いた のち、その気体を水酸化ナトリウムの固体を充填した管に通じ、その全てを完全に吸着させると、管の中の固体の質量は 79.2 g 増加した。



設問 1 化合物 B ～ G の構造式をそれぞれ示しなさい。

設問 2 [ あ ] ～ [ き ] にあてはまるもっとも適切な語句あるいは数字を答えなさい。

設問 3 ( a ) ～ ( d ) の反応名を答えなさい。

設問 4 下線部の操作を行うための具体的な方法を 30 字程度で答えなさい。また、この方法によって吸収された水の質量を 3 桁の数値で答えなさい (途中の計算式も明記すること)。ただし、必要に応じて次の原子量を用いなさい。H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0

<このページは白紙です>

<このページは白紙です>

