

2023（令和5）年度 福岡女子大学 一般選抜個別学力検査

〔 前期日程試験問題 〕

化 学

【 90 分 】

注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 問題は4ページから11ページにあります。問題は全部で**4題**です。
- 3 解答用紙には裏にも解答欄があります。
- 4 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 5 試験開始と同時に解答用紙の**受験番号欄**に**受験番号**を記入してください。
- 6 試験終了後、**問題冊子は持ち帰ってください。**

I 次の文章を読み、問いに答えよ。

(1) 金属と酸との反応により、気体として水素が発生する場合があるが、これは①金属のイオン化傾向による影響が大きい。例えば、水素よりもイオン化傾向が大きな②マグネシウム Mgと塩酸が反応すると水素が気体として発生するが、水素よりもイオン化傾向が小さな金属である銅 Cu は塩酸と反応せず、水素は気体として発生しない。一方、銅 Cu は強い（ア）作用をもつ熱濃硫酸と反応するが、この場合は水素ではなく（イ）が気体として発生する。③銅 Cu と硝酸が反応した場合にも他の気体が発生する。

問1 下線部①に関して、鉄 Fe よりもイオン化傾向が大きな金属を下記からすべて選び、記号で答えよ。

a. Ni b. Pt c. Pb d. Na e. Al

問2 下線部②のマグネシウム Mg は沸騰水とも反応するが、その場合の反応式を答えよ。

問3 文章中の（ア）に入る最も適当な語句、および（イ）に入る化学式を答えよ。

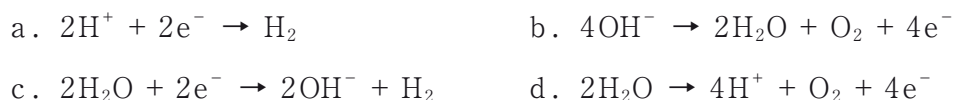
問4 下線部③について、銅 Cu と硝酸の反応では、希硝酸を用いる場合と濃硝酸を用いる場合で反応が異なる。それぞれの反応式を答えよ。

(2) 電気分解では、同じ水溶液を用いた場合でも、用いる電極により反応が異なる場合がある。硫酸銅(II) CuSO_4 水溶液を、両極に銅 Cu 電極を用いて電気分解した場合と、両極に白金 Pt 電極を用いて電気分解した場合は、④陽極における反応が異なる。

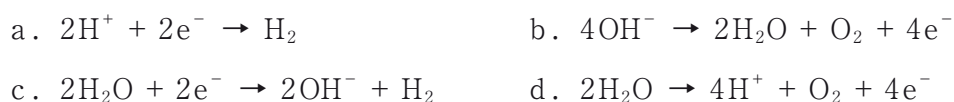
問5 下線部④について、銅 Cu 電極を用いた場合と白金 Pt 電極を用いた場合のそれぞれの陽極での反応を、電子 e^- を用いた反応式で答えよ。

(3) 白金 Pt 電極を用いて水酸化ナトリウム NaOH 水溶液の電気分解を行った場合、⑤水の電気分解が起こる。また、希硫酸の電気分解を行った場合にも、⑥水の電気分解が起こる。

問6 下線部⑤について、陰極および陽極におけるそれぞれの反応を下記から選び、記号で答えよ。



問7 下線部⑥について、陰極および陽極におけるそれぞれの反応を下記から選び、記号で答えよ。



(4) 水酸化ナトリウム NaOH は、工業的には塩化ナトリウム NaCl 水溶液の電気分解により製造される。この電気分解では、純度の高い NaOH を得るために⑦陽イオン交換膜を使ったイオン交換膜法が用いられる。

問8 塩化ナトリウム NaCl 水溶液の電気分解において、水溶液中に存在するイオンの中で、下線部⑦の陽イオン交換膜を通過できないイオンをイオン式ですべて答えよ。

問9 下線部⑦の陽イオン交換膜がない場合には、得られる NaOH に不純物が混入する可能性がある。混入する可能性がある化合物の化学式を答えよ。

問10 イオン交換膜法による塩化ナトリウム NaCl 水溶液の電気分解において、電極として陰極に鉄 Fe、陽極に炭素 C を用い、電流 3.00 A で電気分解した結果、陽極において 9.00×10^{-2} mol の塩素が発生した。このときの電気分解の時間 [秒] を有効数字 3 桁で答えよ。なお、ファラデー定数は 9.65×10^4 C/mol とする。

また、この電気分解において、陰極で生成した OH^- がすべて Na^+ と反応して NaOH が生成したとすると、このとき生成した NaOH の物質量 [mol] を有効数字 3 桁で答えよ。

II 次の文章を読み、問いに答えよ。必要であれば、原子量 H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0 を用いよ。

物質はそれぞれ固有のエネルギーをもっており、これを (ア) エネルギーという。化学反応では、反応物と生成物の (ア) エネルギーの差が、様々なエネルギーとして現れる。

化学反応の進行にともなって、(ア) エネルギーの差が熱エネルギーとして放出あるいは吸収されるのが反応熱である。たとえば、①赤熱した炭素に水蒸気を通じると、水素と一酸化炭素が生成し、炭素 1.00 g あたり 10.9 kJ の熱量が吸収される。

一方、血痕の検出に利用されるルミノール反応では、ルミノールが (イ) される反応において、(ア) エネルギーの差の一部が光エネルギーに変換されて (ウ) 色の発光が観測される。これに対して、②化学反応の中には、光の吸収によって引き起こされたり、促進されたりする反応もあり、(エ) 反応と呼ばれている。

さらに、化学電池では、(ア) エネルギーの差が (オ) エネルギーに変換される。

ところで、化学反応の進行にともなって、放出あるいは吸収される熱エネルギーは、原子間の結合エネルギーと関係している。H-H, C-H, O=O の結合エネルギーをそれぞれ X [kJ/mol], Y [kJ/mol], Z [kJ/mol] とすると、炭素 (黒鉛) の昇華熱が P [kJ/mol] であるとき、メタンの生成熱は、(カ) [kJ/mol] のように表される。あるいは、水 (気体) の生成熱が Q [kJ/mol] であるとき、O-H の結合エネルギーは、(キ) [kJ/mol] と表される。

問1 (ア)~(オ)に入る最も適当な語句を下記から選び、記号で答えよ。

- | | | | | |
|-------|--------|---------|-------|-------|
| a. 結合 | b. 反応 | c. 変化 | d. 物理 | e. 化学 |
| f. 電気 | g. 光化学 | h. ラジカル | i. 中和 | j. 付加 |
| k. 酸化 | l. 還元 | m. 触媒 | n. 赤 | o. 青 |
| p. 緑 | q. 褐 | | | |

問2 下線部①の反応を熱化学方程式で答えよ。なお、反応熱は有効数字 3 桁で示せ。ただし、物質の状態は記載しなくてよい。

問3 下線部②の反応が主な要因となっている現象を下記からすべて選び、記号で答えよ。

- a. ホタルの発光 b. 光合成 c. 虹 d. アゾ染料による染色
e. チンダル現象 f. 花火の発光

問4 (カ)(キ)には, X , Y , Z , P , Q を用いた関係式が入る。(カ)(キ)に入る関係式を答えよ。ただし, X , Y , Z , P , Q をすべて使用しなくてもよい。

問5 メタンとエタンの混合気体を標準状態 ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $1.013 \times 10^5\text{ Pa}$) で 11.2 L とり, 完全燃焼させた後, 発生した気体を塩化カルシウム管に通じたところ, 塩化カルシウム管の質量が 21.6 g 増加した。メタンの燃焼熱は 890 kJ/mol , エタンの燃焼熱は 1560 kJ/mol とする。混合気体中のエタンのモル分率, および混合気体が完全燃焼したときに発生した熱量 $[\text{kJ}]$ を求め, いずれも有効数字3桁で答えよ。なお, 気体はすべて理想気体とする。

Ⅲ 次の文章を読み、問いに答えよ。ただし、A から H は単体または化合物を表している。

(1) ① エタノールに濃硫酸を加え、およそ 160℃ に加熱すると A と水が生成した。 A の沸点は、およそ -104℃ であった。

(2) 炭化カルシウムに水を加えると気体 B が発生した。B の沸点はおよそ -74℃ であった。B を赤熱した鉄に触れさせると C が生成した。C の沸点はおよそ 80℃ であった。② C に濃硫酸を加えて加熱すると D と水が生成した。

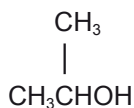
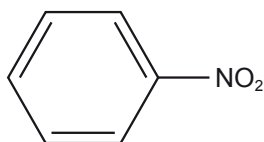
(3) B に水を付加させると E が生成した。E の沸点はおよそ 20℃ であった。E を酸化すると F が生成した。

(4) ③ エタノールと F の混合物に少量の濃硫酸を加えて加熱すると G と水が生成した。 G の沸点はおよそ 77℃ であった。

(5) ④ 常温で炭酸水素ナトリウム水溶液に F を加えると気体 H が発生した。

問 1 (1) の下線部①の反応式を例のような構造式を用いて答えよ。

(例)



問 2 C の化合物名を答えよ。

問 3 (2) の下線部②の反応式を問 1 の例のような構造式を用いて答えよ。

問 4 D の化合物名を答えよ。

問5 Eの構造を問1の例のような構造式で答えよ。

問6 (4)の下線部③の反応式を問1の例のような構造式を用いて答えよ。

問7 Gの化合物名を答えよ。

問8 (4)の下線部③の反応で濃硫酸の役割は何かを答えよ。

問9 (5)の下線部④の反応式を問1の例のような構造式を用いて答えよ。

問10 酢酸, フェノール, 炭酸を酸として強い順に左から並べた場合, 適切なものはどれか。

下記から選び, 記号で答えよ。

- a. 酢酸, フェノール, 炭酸
- b. 炭酸, 酢酸, フェノール
- c. 酢酸, 炭酸, フェノール
- d. フェノール, 炭酸, 酢酸
- e. フェノール, 酢酸, 炭酸

IV 次の文章を読み、問いに答えよ。必要であれば、原子量 H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0 を用いよ。

(1) 酵母のもつ酵素群チマーゼのはたらきで①グルコース (C₆H₁₂O₆) はエタノールと (ア) に分解される。この反応を (イ) 発酵という。

実験で (イ) 発酵を行うとき、グルコースがない場合には、②酵素を用いて③マルトースをすべて加水分解し、グルコースを得た後、(イ) 発酵を行うことができる。

問1 (ア) (イ) に入る最も適切な語句を答えよ。

問2 下線部①の反応式を答えよ。

問3 下線部②の酵素名として最も適切なものを下記からひとつ選び、記号で答えよ。

- | | | |
|-----------|----------|-----------|
| a. スクララーゼ | b. セルラーゼ | c. セロビアーゼ |
| d. マルトーゼ | e. マルターゼ | f. ペプチダーゼ |

問4 下線部③の反応式を答えよ。

問5 マルトースを 1000 g 用いた場合、得られるエタノールは理論上何 g か、有効数字 3 桁で答えよ。

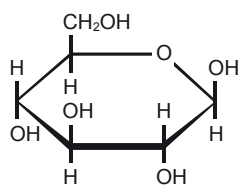
(2) セルロースは多数の β -グルコースが結合した鎖状の構造をもち、その分子量は数千万になることもある。セルロースの 1 つのグルコース構造単位の中にヒドロキシ基が 3 個あるので、セルロースを $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$ のように表すことができる。

セルロースに濃硫酸と濃硝酸の混合溶液を作用させると、グルコース構造単位の 3 つのヒドロキシ基がすべて硝酸エステル化された (ウ) ができる。また、④セルロースに硫酸や塩化亜鉛などの存在下で無水酢酸を作用させると、トリアセチルセルロースができる。

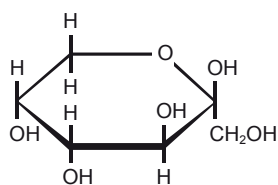
トリアセチルセルロースを加水分解してジアセチルセルロースとし、アセトンに溶解する。その溶液を細孔から温かい空気中に押し出して乾燥させると、(エ) という繊維が得られる。(エ) はセルロースの構造の一部を変化させた繊維なので半合成繊維とよばれる。

問6 β -グルコースの構造式を下記からすべて選び、記号で答えよ。

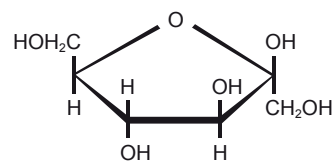
a.



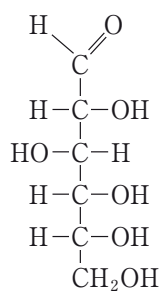
b.



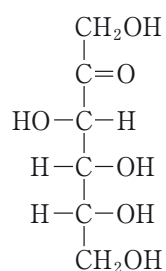
c.



d.



e.



問7 (ウ)(エ)に入る最も適当な語句を答えよ。

問8 下線部④の反応式を示性式を用いて答えよ。ただし、セルロースの示性式は $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$ とし、これを参考にしてトリアセチルセルロースの示性式を表記すること。

問9 分子量が数千万であるセルロース 100 g を無水酢酸と反応させて、すべてトリアセチルセルロースにする場合、トリアセチルセルロースは何 g 生成するか、有効数字 3 桁で答えよ。

問10 問9において必要な無水酢酸は何 g か、有効数字 3 桁で答えよ。