

熊本大学

化学

問題

2016年度入試

【学部】 理学部、医学部、薬学部、工学部
【入試名】 前期日程
【試験日】 2月25日



「過去問ライブラリーは、(株)旺文社が刊行する「全国大学入試問題正解」を中心とした過去問、研究・解答(解答・解説)を掲載しています。本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は、(株)旺文社または各情報提供者に帰属します。本サービスに掲載の全部または一部の無断複製、配布、転載、譲渡等を禁止します。各設問に対する「研究・解答」は原則として旺文社が独自に作成したものを掲載しています。掲載問題のうち★印を付したものは、著作権法第67条の2第1項の規定により文化庁長官に裁定申請を行った上で利用しています。

裁定申請日 【2017年】8/1 【2018年】4/24、9/20 【2019年】6/20

[注意] 必要があれば次の値を用いよ。 原子量：H=1.0, He=4.0, C=12, N=14, O=16, Na=23, S=32, Cl=35.5, Cu=63.5 気体定数： $R=8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$, ファラデー定数： $F=9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$, 標準状態：0℃, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$, 絶対零度：-273℃

1 次の文を読み、図と表に示されたデータをもとに、以下の各問に答えよ。

原子中の電子殻には電子が収容される原子軌道があり、s軌道、p軌道、d軌道、f軌道のように記号が付いている。K殻には1個のs軌道のみがあり、L殻には1個のs軌道と3個のp軌道がある。M殻には、1個のs軌道と3個のp軌道に加えて、5個のd軌道がある。異なる電子殻の同じ記号の原子軌道は、電子殻にK殻から順に付けた番号 n を原子軌道の記号に付けて区別される。K殻 ($n=1$)には1s軌道のみが、L殻 ($n=2$)には2s軌道と2p軌道が、M殻 ($n=3$)には3s軌道、3p軌道と3d軌道が、それぞれ存在することになる。これらの原子軌道を使うと、最外殻電子について原子の最も安定な電子配置を、例えば、最外殻電子5個の窒素原子では2s(2)2p(3)、最外殻電子1個のナトリウム原子では3s(1)のように表すことができる。原子の第一イオン化エネルギーに現れる元素の周期性や分子を構成する原子の原子価と化学結合の性質などは、この原子軌道まで含めて考えないと説明できない。

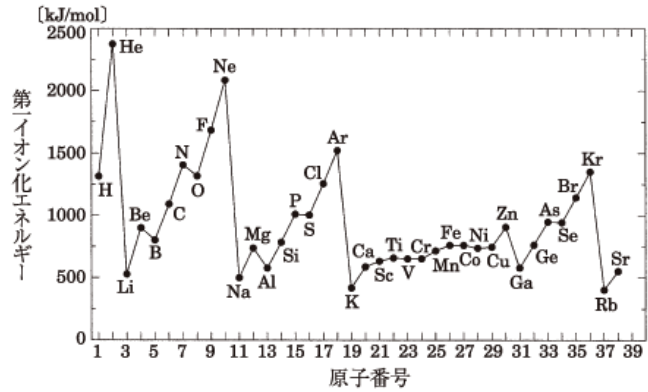


図 原子の第一イオン化エネルギー

(問1) 電子殻に関

表：分子の分子量，沸点，標準状態でのモル体積

する以下の各問に答えよ。

分子	H ₂	N ₂	Ar	O ₂	CH ₄	HCl	NH ₃
分子量	2.0	28	40	32	16	36.5	17
沸点(℃)	-253	-196	-186	-183	-161	-85	-33
標準状態でのモル体積(L/mol)	22.43	22.40	22.39	22.39	22.38	22.24	22.09

(ア) ヘリウム原子とネオン原子について、最外殻

の名称と最外殻電子数をそれぞれ答えよ。

(イ) 番号 n の電子殻にある原子軌道の総数とその電子殻に収容できる電子の最大数はいくつか、 n を使って表せ。

(問2) カルシウム原子および塩素原子について、それぞれ最外殻電子の最も安定な電子配置を例にならって記せ。

(例) 窒素原子 2s(2)2p(3), ナトリウム原子 3s(1)

(問3) 図に示したように、ScからCuまでの遷移元素では、原子の第一イオン化エネルギーに大きな差はない。この理由を答えよ。

(問4) 表に示したように、実在する気体のモル体積が理想気体の値からずれる理由を答えよ。

(問5) 表中の分子の中で、極性のない分子をすべて選び、化学式で答えよ。

(問6) 表中の分子の中で、NH₃とCH₄は、分子量がほとんど変わらないにもかかわらず、沸点は大きく異なっている。その理由を答えよ。

(問7) ヘリウム $2.0 \times 10^{-2} \text{ g}$ を内容積 $5.0 \times 10 \text{ mL}$ の容器に密封した。気体の温度を 27°C としたときの容器内の圧力を kPa 単位で答えよ。ただし、ヘリウムは理想気体と考えてよい。

2 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

電池は、化学エネルギーの一部を電気エネルギーとして取り出す装置である。ボルタは、亜鉛板と銅板を硫酸に浸した電池を発明した。しかし、このボルタ電池は電流を流すとすぐに起電力が低下した。この現象を「ア」という。ダニエルは、ボルタと同じく a) 亜鉛板と銅板を電極とし、b) 素焼き板で隔てた硫酸亜鉛と硫酸銅の水溶液を用いた電池を発明した。このダニエル電池より高い起電力を得るには、負極の材料として金属の単体である「イ」を用いるとよい。

一方で、c) 電気分解では、電気エネルギーを用いて強制的に「ウ」反応を起こしている。例えば、d) 図1のような装置で、陽極、陰極をいずれも銅とし、硫酸銅水溶液を電気分解することができる。

(問1) 文中の「ア」～「ウ」に適切な語句を記せ。

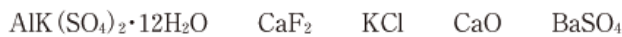
(問2) 下線部 a) について、ダニエル電池における正極と負極の材料をそれぞれ元素記号で記せ。

(問3) 下線部 b) について、素焼き板を通して、正極側から負極側、負極側から正極側へ移動するイオンをそれぞれ化学式で記せ。

(問4) 下線部 c) について、以下の各問に答えよ。

(ア) 陽極、陰極をいずれも白金板として硝酸銀水溶液を電気分解した。このとき、陰極表面で観察される色の変化を記せ。また、その理由を答えよ。

(イ) 陽極、陰極をいずれも白金板として水を電気分解するとき、電流の流れを良くするために加えることのできる物質を下から選び、すべて物質名で記せ。



(問5) 下線部 d) について、陽極、陰極をそれぞれ 2.000g の銅板とし、硫酸銅水溶液を 0.400A の一定電流で電気分解した。以下の各問に答えよ。

(ア) 電流を 16 分 5 秒間流した後の陽極および陰極の質量をそれぞれ記せ。

(イ) 一方の電極がすべて溶解するまで電気分解した。このときの、水溶液中における銅イオンの濃度変化を示した適切なグラフを、図2の記号 A～E から選び答えよ。

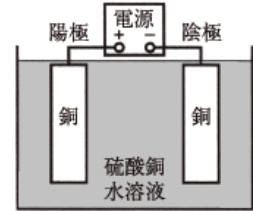


図1

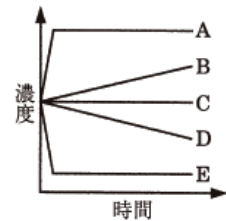
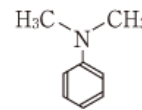
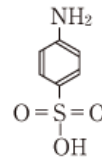
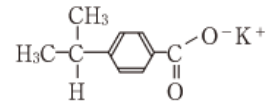


図2

3 ある染料の合成実験に関する次の文を読み、以下の各問に答えよ。なお、構造式は右の例にならって記せ。

a) スルファニル酸一水和物の結晶 2.4g を 2.5% 炭酸水素ナトリウム水溶液 25 mL に沸騰させながら溶かす。水道水で溶液を冷やし、亜硝酸ナトリウム 0.95g を加え、溶けるまでかき混ぜる。この溶液を、氷 15g と濃塩酸 2.5mL の入ったフラスコに少しずつ加える。1～2 分のうちに双性イオンである物質が b) 白色固体として析出するので、そのまま次の反応に使う(懸濁液 A)。 c) この懸濁液 A は次の操作に使用するまで低温で保存する。



スルファニル酸 N,N-ジメチルアニリン

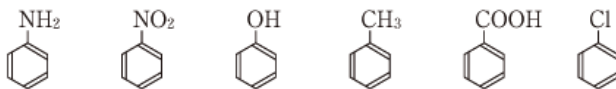
試験管中で N,N-ジメチルアニリン 1.21g と氷酢酸 1.6mL をよく混ぜる。d) 250mL のビーカーに入れた懸濁液 A に、この N,N-ジメチルアニリン酢酸塩溶液をかき混ぜながらすべて加える。よくかき混ぜると 2～3 分のうちに赤色の固体が析出する。続いて 3 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 18mL を加えるとオレンジ色のナトリウム塩が生じる。生じた固体を再結晶で精製すると、e) 目的とする染料 X (C₁₄H₁₄N₃NaO₃S) が得られる。 得られる f) 染料 X の水溶液は pH 4.4 以上で黄色に呈色し、pH 3.1 以下で赤色に呈色する。

(問1) 下線部 a) について、スルファニル酸を強酸性もしくは強塩基性の水溶液に溶解した場合、分液漏斗を用いて有機溶媒で抽出することは難しい。その理由を答えよ。

(問2) 下線部 b) について、生じた白色固体の構造式を示せ。

(問3) 下線部 c) について、低温で保存しなければならない理由を下線部 b) の白色固体の化学的性質に基づいて答えよ。

(問4) 下線部 d) の反応に関連して、以下に示す化合物の芳香族置換反応において *o*-, *p*-配向性を示す化合物と *m*-配向性を示す化合物に分類し、化合物名で記せ。



(問5) 下線部 e) について、染料 X の構造式を記せ。

(問6) 下線部 e) について、加えた N,N-ジメチルアニリンが全て反応したとして染料 X は何 g 生成するか記せ。

(問7) 下線部 f) について、タンパク質を構成する α-アミノ酸 Y (C₄H₇NO₄) の水溶液に染料 X を加えると赤色を呈した。このアミノ酸 Y とグリシンの間で脱水縮合すると、アミド結合を持つ縮合体 (C₆H₁₀N₂O₅) が得られる。この縮合体として考えられるすべての構造異性体を構造式で記せ。なお、光学異性体は考慮しないものとする。