

平成 28 年度(前期日程)

入学者選抜学力検査問題

理 科

試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は 120 分
2. 医学部(保健学科放射線技術科学専攻)は 60 分

	問 題	ページ
物理	□1 ~ □3	1 ~ 4
化学	□1 ~ □3	5 ~ 9
生物	□1 ~ □3	10 ~ 17
地学	□1 ~ □4	18 ~ 22

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
 2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙に志望学部・受験番号を必ず記入しなさい。
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
 3. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
 4. 試験開始後, この冊子又は解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
 5. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
 6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
 7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。
- ※この冊子の中に解答紙が挟み込んであります。

化 学

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,

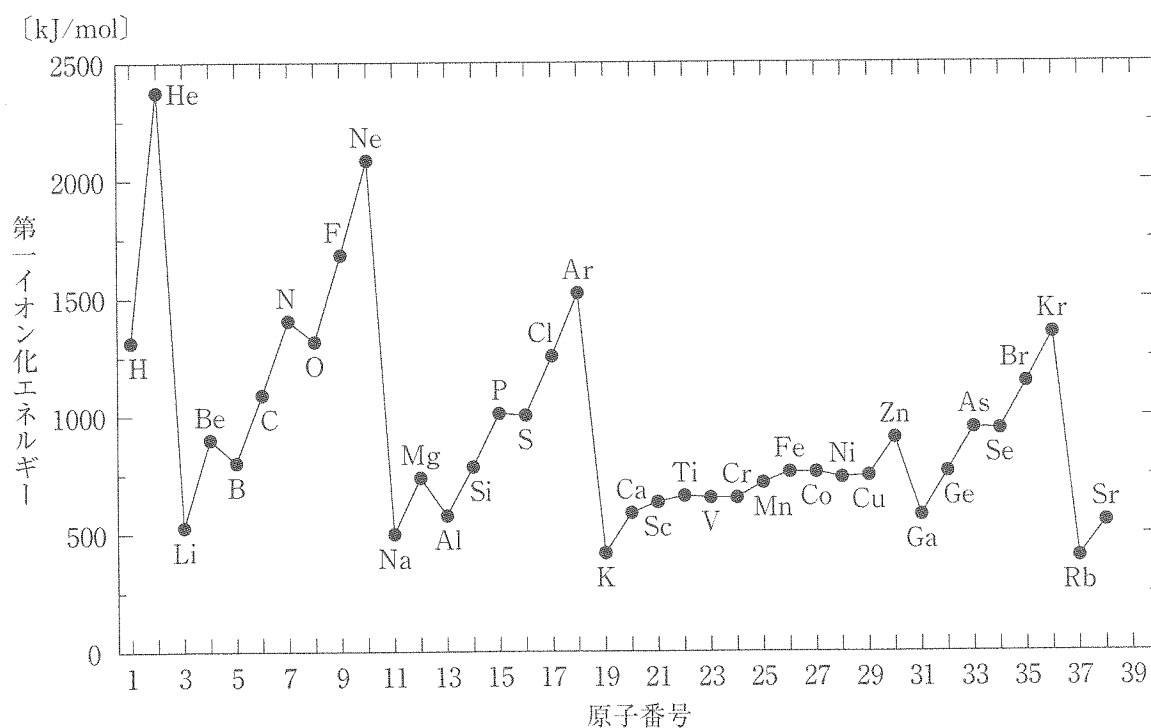
Cu = 63.5

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°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$, 絶対零度： -273°C

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

表：分子の分子量，沸点，標準状態でのモル体積

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(°C)	-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

(問 1) 電子殻に関する以下の各問に答えよ。

- (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 2.0×10^{-2} g を内容積 5.0×10 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 亜鉛板と銅板を電極とし、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 ^{a)} を発明した。このダニエル電池より ^{b)} 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、電気分解では、電気エネルギーを用いて強制的に **ウ** ^{c)} 反応を起こしている。例えば、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 ^{d)} 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。

AlK(SO₄)₂·12H₂O CaF₂ KCl CaO BaSO₄

(問 5) 下線部 d) について、陽極、陰極をそれぞれ 2.000 g の銅板とし、硫酸銅水溶液を 0.400 A 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。

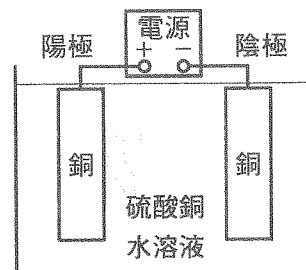


図 1

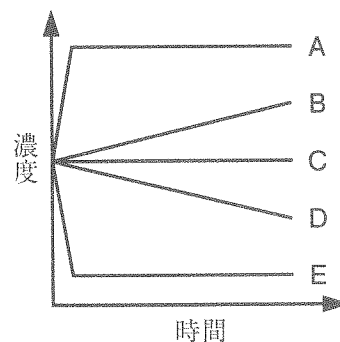
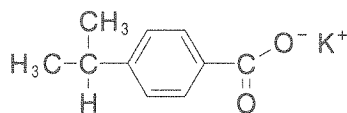
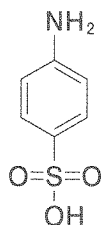


図 2

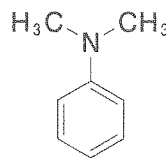
- 3 ある染料の合成実験に関する次の文を読み、以下の各問に答えよ。なお、構造式は次の例にならって記せ。



- a) スルファニル酸一水和物の結晶 2.4 g 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 0.95 g を加え、溶けるまでかき混ぜる。この溶液を、氷 15 g と濃塩酸 2.5 mL 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)。
 b) 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。
 c)



スルファニル酸



N,N-ジメチルアニリン

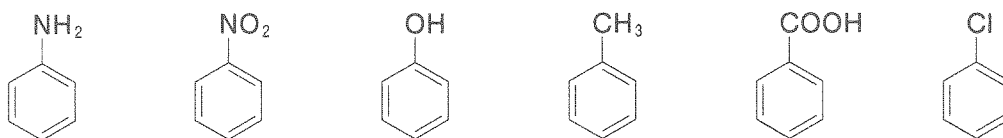
試験管中で *N,N*-ジメチルアニリン 1.21 g と水酢酸 1.6 mL をよく混ぜる。250 mL のビーカーに入れた懸濁液 A に、この *N,N*-ジメチルアニリン酢酸塩溶液をかき混ぜながらすべて加える。よくかき混ぜると 2～3分のうちに赤色の固体が析出する。続いて 3 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 18 mL を加えるとオレンジ色のナトリウム塩が生じる。生じた固体を再結晶で精製すると、目的とする染料 X ($C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$) が得られる。得られる染料 X の水溶液は pH 4.4 以上で黄色に呈色し、pH 3.1 以下で赤色に呈色する。

(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^{オルト}_{パラ}配向性を示す化合物と^{メタ}_m-配向性を示す化合物に分類し、解答欄に化合物名で記せ。



(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 ($\text{C}_4\text{H}_7\text{NO}_4$) 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 ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_5$) 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。