

(前期日程)

平成28年度 理科 物理基礎・物理(物理) 化学基礎・化学(化学)

科目の選択方法

教育学部の受験者

届け出た1科目を解答すること。

理学部の受験者

各受験コースで指定された科目を解答すること。

医学部の受験者

物理基礎・物理(物理)と、化学基礎・化学(化学)を解答すること。

工学部の受験者

機械工学科、電気電子工学科を受験する者は、物理基礎・物理(物理)を解答すること。

環境建設工学科、機能材料工学科、応用化学科、情報工学科を受験する者は、届け出た1科目を解答すること。

農学部の受験者

届け出た1科目を解答すること。

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 出題科目およびページは、下表のとおりです。

出題科目	ページ
物理基礎・物理(物理)	1～11
化学基礎・化学(化学)	12～21

- 3 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に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 解答は、すべて解答用紙の指定のところに記入しなさい。

化学基礎・化学（化学）

すべての受験者は、**1**～**5**の全問を解答しなさい。

なお、問題を解くのに必要があれば、下記の数値を用いなさい。

原子量 $H = 1.0$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$,

$S = 32.0$, $Cl = 35.5$, $Cu = 63.5$

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

水のモル凝固点降下 $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

1 次の文章を読み、問1～問6に答えなさい。

我々人類が発見した元素は現在約110種類あり、そのうち約90種類が天然に存在しており、単体や化合物の形でさまざまな場所に存在している。物質の基本的な成分である元素のそれぞれには、原子というきわめて小さい固有の粒子がある。原子の構造は、中心に **ア** が存在する。この **ア** は、正の電荷をもつ **イ** と、電荷をもたない **ウ** からできている。また、**ア** の周りを負の電荷をもつ電子がとりまいている。この単体や化合物のような物質が、別の物質には変わらないが、状態を変えることを物理変化といい、ある物質から性質の異なる別の物質に変わることを化学変化(化学反応)という。

問1 上の文章の **ア** ～ **ウ** の空欄に当てはまる適切な語句を答えなさい。

問 2 元素を原子番号の順に並べ、性質の似た元素が同じ縦の列に並ぶように配列した表を、元素の周期表という。この周期表の一番右端の 18 族元素やそのとなりの 17 族元素は、特に性質が似ているので、特別な名称で呼ばれている。それぞれ何と呼ばれているか答えなさい。また、18 族元素は単原子分子として存在することができる。その理由を 15 字以内で説明しなさい。

問 3 次の(a)~(d)に示す現象は物理変化か、化学変化かそれぞれ答えなさい。また、それぞれの変化を特に何というか適切な語句を用いて答えなさい。

- (a) 鉄がさびる
- (b) 都市ガスの成分であるメタンが燃える
- (c) ドライアイスが気体になる
- (d) 冷凍庫で水から氷をつくる

問 4 色々な物質の混合状態から、目的とする物質のみを取り出すためには適切な分離操作を順序よく行っていかなければならない。少量の砂が混ざった食塩(試料)から食塩を取り出すためにはどのような操作手順で行えばよいか。下記の語句をすべて使って 30 字以内で答えなさい。

(語句) 蒸発、ろ過

問 5 色々な元素からなる分子は、それぞれの原子の電子配置により分子固有の構造をとる。次の(a)~(d)の分子の形は、下の(ア)~(オ)のどれにあてはまるか。

- (a) N_2 (b) NH_3 (c) CH_4 (d) C_6H_6
- (ア) 折れ線形 (イ) 三角錐形 (ウ) 平面形
- (エ) 正四面体形 (オ) 直線形

問 6 分子どうしを反応させることによって、新しい分子を作り出すことができる。酸触媒下で酢酸とエタノールを等モル混合させると、反応物の 64.5% が反応してエステルが生成する。このときの反応式を答えなさい。また、エタノールの 85.0% が反応してエステルを生成するためには、反応液中でエタノールの 4.00 モルと酢酸何モルとが混合しなければならないか。酢酸のモル数を有効数字 3 桁で答えなさい。

2

次の文章を読み、問1～問4に答えなさい。

図1のようにU字管に溶液中のある成分のみを透過させる性質をもつ
ア膜を固定し、その片側に何らかの物質の水溶液、もう一方に水を、液
 面の高さが等しくなるように入れて放置すると、水分子が水溶液中に イ
 していくため圧力が生じる。液面の高さに差が生じないようにするには、水溶液
 の液面に圧力を加えなければならない。これに相当する圧力のことを ウ
という。

また、図2のようにU字管に $\text{Fe}(\text{OH})_3$ が多数集まってできた水酸化鉄(III)な
 どの エ 粒子を加え、電極を溶液に浸して直流電圧をかけたと、水酸化
 鉄(III)は オ 極側に移動した。この現象を カ という。

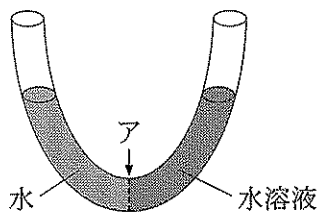


図1

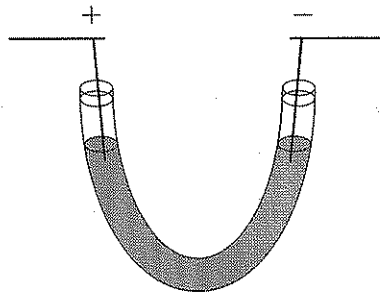


図2

問1 ア ~ カ に入る語句を記入しなさい。

問2 下線①の膜のうち、ビスコースを膜状に凝固させてつくられたものを答え
 なさい。

問 3 下線②について、 膜より右側には 0.100 g のタンパク質が溶け

た水溶液 10.0 mL が入れられ、左側には同じ容量の水が入れていると

きに、以下の(A)~(C)に答えなさい。ただし、タンパク質も非電解質も

膜を透過できないものとする。

(A) この圧力が 27.0 °C で 8.31×10^3 Pa だった。図 1 の水溶液中に含まれるタンパク質の分子量を有効数字 3 桁で答えなさい。

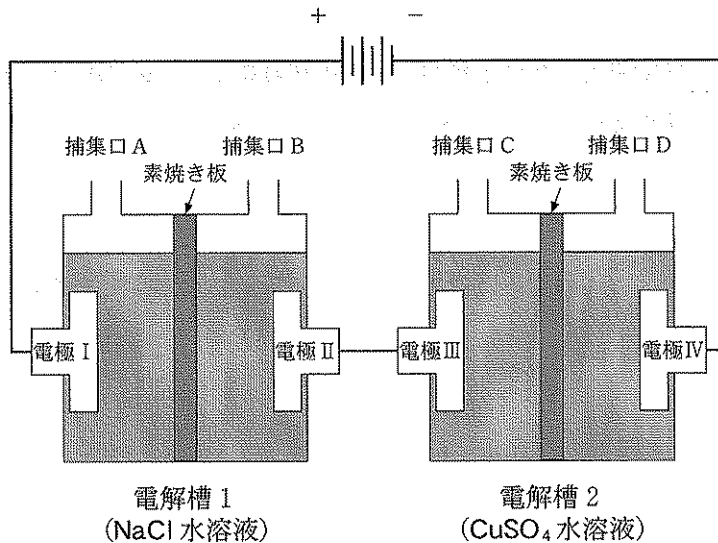
(B) 下線②で圧力をかける代わりに分子量 300 の非電解質を使用して 膜の左右の液の液面の高さを等しくする方法を述べなさい。ただし、非電解質を溶かしても溶液の体積および温度の変化はないものとする。

(C) (B)で使用した分子量 300 の非電解質を水 100 g に溶かしたとき、その水溶液の凝固点が -0.185 °C になった。水に溶かした非電解質の重量は何グラムか有効数字 3 桁で答えなさい。

問 4 下線③の移動する理由について、30 字以内で説明しなさい。

3 次の文章を読み、問1～問7に答えなさい。

図に示す電気分解の装置は、陽極側と陰極側をそれぞれ素焼き板で仕切っている。また、電気分解により発生する気体は捕集口A、B、C、Dから別々に捕集できるようにになっている。電解槽1にはNaCl水溶液を、電解槽2にはCuSO₄水溶液を入れ、白金電極を用いて電気分解した。0.200 Aの一定電流で電気分解したところ、電極IVの質量は0.635 g増加していた。電解槽2の溶液を全て取り出し、体積を量ると0.200 Lであった。



問1 捕集口A、捕集口Bで捕集される気体は何か答えなさい。

問2 電極III、電極IVで主として起こる反応を、電子 e^- を含むイオン反応式で示しなさい。

問3 この電気分解で使われた電気量は何Cか、有効数字3桁で答えなさい。

問4 この電気分解にかかった時間は何分間か、有効数字3桁で答えなさい。

問 5 電極 I で生成する気体は、温度 273 K、圧力 8.00×10^5 Pa で何 L を占めるか、有効数字 3 桁で答えなさい。ただし、生成する気体は水に溶けないものとする。

問 6 電解槽 2 の溶液の pH はいくらか、整数で答えなさい。

問 7 電解槽 1 の溶液全体を中和するためには濃度 0.500 mol/L の 1 価の酸の溶液が何 mL 必要か、有効数字 3 桁で答えなさい。

4

次の I、II の問いに答えなさい。

I. 次の文章を読み、問 1～問 5 に答えなさい。

アセチレン C_2H_2 のように分子内に炭素—炭素三重結合を 1 つ含む鎖式不飽和炭化水素を という。 の分子式は炭素数が n ($n \geq 2$) のとき、一般式 で表される。アセチレンは、工業的にはおもに石油の熱分解で得られ、実験室では に水を加えてつくられる。アセチレンは酸素を十分に供給して完全燃焼させると、高温の炎を生じ、 などに用いられる。

アセチレンは三重結合をもつので、付加反応をしやすい。たとえばアセチレン 1 分子に白金やニッケルを触媒として水素 1 分子を付加させるとエチレンが生じ、水素 2 分子を付加させるとエタンが生じる。また触媒を用いて塩化水素、シアン化水素、酢酸をそれぞれ 1 分子付加させると、それぞれ 、、酢酸ビニル ^①を生じる。これらの化合物は合成樹脂の原料として重要なものである。さらに硫酸水銀(II)などを触媒として水を付加させると、不安定な化合物を経て、ただちにその異性体の に変わる。

問 1 ～ に適当な語句等を入れなさい。

問 2 に入る一般式を書きなさい。

問 3 C_4H_6 の分子式を持つ鎖式不飽和炭化水素の構造式をすべて書きなさい。

問 4 アセチレンを空気中で燃焼させた時の様子を、エタンの場合と比較して書きなさい。

問 5 下線部①の酢酸ビニル 1 kg をつくるには、標準状態で何 L のアセチレンが必要になるか。答えは小数点第 1 位を四捨五入して整数で答えなさい。

II. 次の文章を読み、問6～問8に答えなさい。

油脂を水酸化ナトリウム水溶液でけん化すると、グリセリンと脂肪酸のナトリウム塩が得られる。脂肪酸のナトリウム塩はセッケンと呼ばれ、その水溶液の中に横からレーザー光線のような強く細い光をあてると、その光の進路が明るく見える。また、多量の電解質を加えると沈殿の生成がみられる。液体が表面積をできるだけ小さくしようとする力を「キ」という。セッケンは水に溶けてその「キ」を低下させ、繊維などの固体表面をぬれやすくする。このような作用を示す物質を「ク」という。セッケン水には衣服についた油汚れを落とす洗浄作用がある。同じ作用をもつ合成洗剤にはアルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムなどが用いられており、セッケンとは異なる性質を持っている。

問6 下線部②および③の現象の名称を答えなさい。

問7 「キ」、「ク」に適切な語句を入れなさい。

問8 下線部④の異なる性質を、セッケンの場合と比較して2つ答えなさい。

5 次の文章を読み、問1～問5に答えなさい。

合成高分子化合物のうち、特別な機能を備えたものを、機能性高分子化合物と呼ぶ。そのうち、水溶液中のイオンを別のイオンと交換するはたらきをもつ合成樹脂をイオン交換樹脂と呼ぶ。一般的なイオン交換樹脂は、スチレンに少量の

カ

ジビニルベンゼンを混ぜて

ア

 させ、さらに酸性や塩基性の

イ

 を導入してつくられる。例えば、酸性のスルホ基($-\text{SO}_3\text{H}$)を導入したイオン交換樹脂を塩化ナトリウム水溶液に浸すと、スルホ基の H^+ と

①

 が交換される。このような樹脂を

ウ

 樹脂と呼ぶ。一方、塩基性のアルキルアンモニウム基($-\text{N}^+\text{R}_3$, Rはアルキル基)を導入したものを、

エ

 樹脂という。イオン交換能が低下した樹脂は、

オ

 反応を起こすことを利用してイオン交換樹脂を再生することができる。例えば、イオン交換能が低下した陽イオン交換樹脂に

カ

 を大量に加えることにより、もとのスルホ基に戻すことができる。また陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂を組み合わせると、海水などの塩類を含んだ水溶液を処理すると、水溶液中の陽イオンは

②

 と、陰イオンは

③

 と交換されるので、塩類を含まない純粋な水が得られる。このような水を

キ

 と呼ぶ。

問1

ア

 ~

キ

 にあてはまる適当な語句を次から選び、記号を記入しなさい。

- | | | |
|--------------|------------|-----------|
| (a) 陰イオン交換 | (b) 陽イオン交換 | (c) 共重合 |
| (d) 官能基 | (e) 天然高分子 | (f) 塩酸 |
| (g) 水酸化ナトリウム | (h) 中和 | (i) 触媒 |
| (j) 可逆 | (k) 不可逆 | (l) 脱イオン水 |
| (m) 硬水 | | |

問2

①

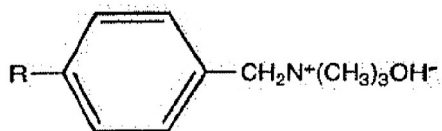
 ~

③

 にあてはまる適当なものを次から選び、記号を記入しなさい。

- (a) Na^+ (b) Cl^- (c) Ca^{2+} (d) OH^- (e) H^+ (f) Mg^{2+}

問 3 下図のような官能基を持つイオン交換樹脂と塩化カリウム水溶液とのイオン反応式を完成させなさい。R は樹脂の骨格を表している。



問 4 2.50×10^{-2} mol/L の塩化銅(II)水溶液 50.0 mL を十分な量の陰イオン交換樹脂を詰めたカラムに通し、純水で十分に洗浄して得られた流出液を 2.00×10^{-2} mol/L の塩酸で滴定した。滴定に必要な塩酸の量は何 mL になるか計算し、有効数字 3 桁で答えなさい。

問 5 下図のように平均分子量 5.20×10^4 のポリスチレン重合体に濃硫酸を加え、一部のベンゼン環にスルホ基を導入した。その結果、元素分析から硫黄 S が占める質量が 15.0 % の重合体を得られたことが分かった。使用したポリスチレン重合体に存在する全ベンゼン環の何%にスルホ基が導入されたか計算し、有効数字 3 桁で答えなさい。

