

平成 30 年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

- 1 この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- 2 問題冊子は、全部で 48 ページある。(落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合は申し出ること。)

問題冊子の中に下書き用紙が 1 枚入っている。

物 理 1 ～ 12 ページ, 化 学 13 ～ 28 ページ

生 物 29 ～ 40 ページ, 地 学 41 ～ 48 ページ

- 3 解答用紙は、問題冊子とは別になっている。解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入すること。
- 4 受験番号は、各解答用紙の指定された 2 箇所に必ず記入すること。
- 5 解答時間は、次のとおりである。
 - (1) 教育学部および工学部の受験者は、90 分。
 - (2) 理学部および農学部の受験者は、次のとおりである。
 - ① 理科 1 科目の受験者は、90 分。
 - ② 理科 2 科目の受験者は、180 分。
 - (3) 医学部および歯学部の受験者は、180 分。
- 6 問題冊子および下書き用紙は、持ち帰ること。

化 学

注意

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, S = 32.0, Cl = 35.5,

Cu = 63.5, Ag = 108.0, Ba = 137.0, Pt = 195.0

1 次の文章を読んで問1～問6に答えよ。

原子1個の質量は非常に小さいため、kgやg単位では取り扱いが不便である。そこで、(1)の原子1個の質量を(ア)と決め、他の元素については原子1個の質量をこれとの相対的な値で表している。元素には自然界に複数の(2)が存在するものがあり、自然界での(2)の存在比を考慮した原子の平均相対質量を原子量という。イオンからなる物質の相対質量は、含まれる元素の原子量の総和で表し、これを(3)という。

アルゴンとカリウムの原子量の大小関係は、(4)の大小関係と異なる。表1は、アルゴンとカリウムの(4)と自然界での(2)の相対質量をまとめたものである。

表1

元 素	(4)	自然界での(2)の相対質量
アルゴン	18	36.0, 38.0, 40.0
カリウム	19	39.0, 40.0, 41.0

アルゴンとカリウムの原子量の大小関係から、アルゴンの原子量は(イ)より大きく、(ウ)より小さいことがわかる。アルゴンでは相対質量が(エ)である(2)の存在比が最も大きい。

ラジウムは典型元素に属する金属元素で、バリウムと化学的性質がよく似ている。ラジウムを塩化ラジウムとして鉱石から分離・精製し、原子量を求める以下の実験を行った。

- ① 鉱石を処理して、塩化ラジウムと塩化バリウムの混合物を得た。
- ② 不純物である塩化バリウムをできるだけ除き、塩化ラジウムを主成分とする塩化物結晶を得た。
- ③ ②の塩化物結晶を水に溶かし、塩化物イオンをすべて塩化銀として沈殿させた。
- ④ ②の塩化物結晶と③の塩化銀沈殿のそれぞれの質量から、塩化物結晶がすべて塩化ラジウムであると仮定した見かけのラジウムの原子量を求めた。
- ⑤ 得られるラジウムの原子量が一定値となるまで②から④を繰り返した。

問 1 空欄 (1) にあてはまる最も適切な元素記号を、また、空欄 (2) ~ (4) にあてはまる最も適切な語を書け。ただし、元素記号は質量数を含めて書け。

問 2 空欄 (ア) ~ (エ) にあてはまる最も適切な数字を書け。ただし、(イ) ~ (エ) は、表 1 中の数値を書け。同じ数値を繰り返して用いてもよい。

問 3 下線部(a)の例として、自然界に存在する塩素原子には原子 1 個の相対質量が 35.0 のものと 37.0 のものの 2 種類があり、これらの存在比は相対質量の小さいものから順に 3 : 1 である。次の(1)および(2)に答えよ。

- (1) 自然界に存在する塩素分子 1 分子の相対質量を小さいものから順にすべて書け。ただし、有効数字は 3 桁とする。
- (2) 自然界に存在する塩素分子の存在比を求めよ。ただし、最も小さい存在比の値を 1 とし、相対質量の小さいものから順に整数で書け。計算の過程も示せ。

問 4 下線部(b)について、ラジウムの化学的性質がバリウムの化学的性質とよく似ている理由を「周期表」と「価電子」の語を用いて簡潔に説明せよ。

問 5 下線部(c)に関連して、次の(1)および(2)に答えよ。

- (1) 水溶液中の金属イオンの確認法において、銀と同様にイオンが塩化物イオンと反応して沈殿を生じる典型元素に属する金属元素を元素記号で書け。
- (2) (1)の金属元素のイオンと銀イオンの両方を含む水溶液にハロゲン化物イオンを含まない試薬を一つだけ多量に加え、(1)の金属元素のイオンのみを沈殿させて分離した。用いた試薬の名称を書け。また、分離できた理由をイオン反応式を用いて説明せよ。

問 6 下線部(d)について、次の(1)~(3)に答えよ。

- (1) 塩化バリウムを不純物として含む塩化物結晶の質量が 88.5 mg、塩化銀沈殿の質量が 86.1 mg であった。このときの見かけのラジウムの原子量を求めよ。ただし、有効数字は 3 桁とする。計算の過程も示せ。
- (2) (1)の塩化物結晶を繰り返し精製し、ラジウムの原子量を 226 と決定した。(1)の塩化物結晶における、金属イオンの総数に対するラジウムイオンの数の割合を百分率で求めよ。ただし、有効数字は 3 桁とする。計算の過程も示せ。
- (3) (1)の塩化物結晶に含まれていた塩化バリウムの質量を mg 単位で求めよ。ただし、最も適切な有効数字の桁数で書け。計算の過程も示せ。また、有効数字の桁数を決めた理由を簡潔に説明せよ。

2 は次ページ

2

I 次の文章を読んで、問1および問2に答えよ。

タンパク質は、生命活動を支える重要な天然高分子化合物である。タンパク質の検出には、さまざまな反応が利用できる。タンパク質水溶液に薄い水酸化ナトリウム水溶液と薄い硫酸銅(II)水溶液を少量加えると、色に呈色する。この呈色反応を反応という。をもつアミノ酸を含むタンパク質の水溶液に濃硝酸を加え加熱すると、黄色に呈色し、冷却後にアンモニア水などを加えて塩基性にすると、橙黄色になる。この呈色反応を反応という。反応は、タンパク質を構成するアミノ酸に含まれるがされるために起こる。また、タンパク質を構成するアミノ酸がシステインを含む場合、そのタンパク質の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加え熱した後、酢酸で中和し、酢酸鉛(II)水溶液を加えると、の黒色沈殿が生じる。

酵素はタンパク質を主体としており、生体内で起こる化学反応の触媒として働く。酵素反応は、穏やかな条件下で速やかに進行する。これは酵素の働きにより、反応のが小さくなったためである。一方、酵素の働きはpHによって大きく変化する。ほとんどの酵素は中性付近で最もよく働くが、胃液に含まれるプロテアーゼの一種であるは、中性以外のpHで最もよく働く。

問1 空欄～にあてはまる最も適切な語または物質名を書け。

問2 下線部(a)について、が最もよく働くpHの値として最も適切なものを次の(A)～(D)から選び、記号で答えよ。

(A) 2

(B) 4

(C) 10

(D) 12

II 次の文章を読んで、問3および問4に答えよ。

セルロースの化学的処理によって、さまざまな再生繊維や半合成繊維が作られる。濃アンモニア水に (9) を溶かしたシュバイツァー試薬にセルロースを溶解後、希硫酸中に押し出して繊維として再生したものが (10) であり、キュプラともよばれる。

また、セルロースを濃い水酸化ナトリウム水溶液に浸すと、アルカリセルロースが得られる。アルカリセルロースを (11) と反応させてから薄い水酸化ナトリウム水溶液に溶かしたものを (12) という。(12) を希硫酸中に押し出してセルロースを繊維状に再生したものが (13) である。

セルロースのすべてのヒドロキシ基を完全にアセチル化すると、トリアセチルセルロースになる。 トリアセチルセルロースを穏やかに加水分解してジアセチルセルロースとし、これを適切な溶媒に溶解後、繊維としたものが (14) である。

問3 空欄 (9) ~ (14) にあてはまる最も適切な語または物質名を書け。

問4 下線部(b)について、576 g のトリアセチルセルロースを得るために必要なセルロースの質量を g 単位で求めよ。ただし、有効数字は3桁とする。計算の過程も示せ。

Ⅲ 次の文章を読んで、問5～問8に答えよ。

ポリプロピレンは、プロペンの (15) 重合により得られる。ペットボトルなどの原料であるポリエチレンテレフタレートは、二価アルコールの (16) と二価カルボン酸の (17) の (18) 重合により得られる。

(19) 触媒を用いて、フェノールとホルムアルデヒドを反応させると、ノボラックとよばれる中間生成物を生じる。これに硬化剤を加えて加熱すると、さらに重合が進んで三次元網目構造をもつフェノール樹脂が得られる。一方、(20) 触媒を用いてフェノールとホルムアルデヒドを反応させると、レゾールとよばれる中間生成物を生じる。これは、加熱するだけで硬化してフェノール樹脂になる。フェノールとホルムアルデヒドからフェノール樹脂が得られる重合反応は (21) とよばれる。

問5 空欄 (15) , (18) ~ (21) にあてはまる最も適切な語を、また、空欄 (16) および (17) にあてはまる最も適切な物質名を書け。

問6 次の高分子化合物(A)～(E)の中で異なった種類の重合反応により製造されるものを一つ選び、記号で答えよ。

- (A) ポリ塩化ビニル (B) クロロプレンゴム (C) アラミド繊維
(D) メタクリル樹脂 (E) ポリスチレン

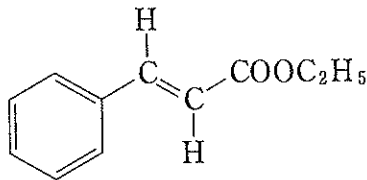
問7 次の高分子化合物(A)～(E)の平均分子量がすべて等しいとき、重合度の最も大きいものを選び、記号で答えよ。

- (A) ポリ塩化ビニル (B) ブタジエンゴム (C) ポリ酢酸ビニル
(D) ポリエチレン (E) ポリスチレン

問 8 141 g のフェノールと 60.0 g のホルムアルデヒドのいずれもすべてを、適切な触媒を用い、硬化剤を加えずに反応させてフェノール樹脂を得た。このフェノール樹脂の質量を g 単位で求めよ。ただし、有効数字は 3 桁とする。計算の過程も示せ。また、ホルムアルデヒドは、すべてフェノールのベンゼン環をつなぐのに使われた。

3 [注意] 構造式は次の(例)にならって簡略に示せ。

(例)



I 次の文章を読んで、問1～問4に答えよ。

炭化カルシウムに水を加えると、可燃性で無色無臭の気体である [ア] が生じる。 [ア] に硫酸水銀(II)を触媒として水を付加させると、はじめに [1] が不安定な中間生成物として生じ、続いて [1] はすぐに安定な異性体である [2] になる。 [2] は、 [イ] をニクロム酸カリウムの硫酸酸性水溶液で酸化するか、 [ウ] を塩化パラジウム(II)と塩化銅(II)を触媒に用いて水中で酸化してつくることもできる。 [2] をさらに酸化すると、水によく溶ける [エ] が生じる。 [エ] を適切な脱水剤とともに加熱すると、水に溶けにくい [オ] が生じる。

[ア] を赤熱した鉄と接触させると、 [カ] が生じる。 [カ] は、 [ア] と同じ組成式で表される化合物で特有のにおいをもつ無色の液体である。フェノールは [カ] などからクメン法により製造される。フェノールの水溶液に臭素水を加えると、 [3] の白色沈殿が生じる。フェノールの [キ] 位が [ク] 基に置換されたサリチル酸に [オ] と濃硫酸を作用させると、解熱鎮痛剤として用いられる [4] が生じる。

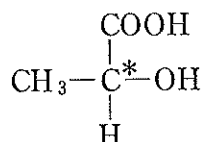
問1 空欄 [ア] ~ [ク] にあてはまる最も適切な語または化合物名を書け。

問2 空欄 [1] ~ [4] にあてはまる最も適切な化合物の構造式を書け。

問 3 下線部(a)ではフェノールと同時に化合物 A も生じる。A は有機溶媒として用いられる化合物である。次の(1)~(3)に答えよ。

- (1) A を構造式で書け。
- (2) A にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると、黄色沈殿が生じる。この反応の名称を書け。
- (3) 分子式が $C_5H_{12}O$ で表される化合物のうち、A と同様に(2)の反応が起こるすべての構造異性体を構造式で書け。構造式中に不斉炭素原子がある場合は、次の(例)にならってその炭素原子に*印をつけよ。

(例)



問 4 サリチル酸と (4) の化合物のそれぞれに塩化鉄(III)水溶液を加えた。次の(1)および(2)に答えよ。

(1) サリチル酸と (4) の化合物に対するそれぞれの実験結果を、次の(ア)~(キ)から一つずつ選び、記号で答えよ。

- | | |
|------------------|----------------|
| (ア) 赤紫色に呈色した。 | (イ) 淡緑色に呈色した。 |
| (ウ) 二酸化炭素が生じた。 | (エ) 水素が生じた。 |
| (オ) 黄色の沈殿が生じた。 | (カ) 白色の沈殿が生じた。 |
| (キ) 目立った変化はなかった。 | |

(2) これら二つの実験結果からわかるサリチル酸と (4) の化合物の構造上の違いを簡潔に説明せよ。

II 化合物 B~E に関する次の記述(ア)~(キ)を読んで、問 5 ~問 9 に答えよ。

- (ア) B は、炭素、水素および酸素だけを含む。
- (イ) 1 分子の B に含まれる炭素原子の数は、3 個から 6 個のいずれかである。
- (ウ) 1 分子の B に含まれる水素原子の数は、9 個から 14 個のいずれかである。
- (エ) 37.0 g の B を完全に燃焼させたところ、88.0 g の二酸化炭素が生じた。
- (オ) B およびその構造異性体 C はどちらも分子内で脱水を起こすと、D のみが生じた。
- (カ) B を酸化すると、E が生じた。
- (キ) E をフェーリング液とともに加熱しても変化が見られなかった。一方、E に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、二酸化炭素が生じた。

問 5 B の分子式を $C_xH_yO_z$ と表したとき、 x 、 y および z のうち必要なものを用いて、次の①~③を表す式を書け。

- ① B の分子量
- ② 37.0 g の B の物質量 [mol]
- ③ B を完全に燃焼させたときに生じる二酸化炭素の物質量 N_{CO_2} [mol] と燃焼前の B の物質量 N_B [mol] の比 N_{CO_2}/N_B

問 6 1 分子の B に含まれる酸素原子の数は 1 個と求められる。求める過程を示せ。

問 7 1 分子の B に含まれる炭素原子の数を求めよ。求める過程も示せ。

問 8 1 分子の B に含まれる水素原子の数を求めよ。求める過程も示せ。

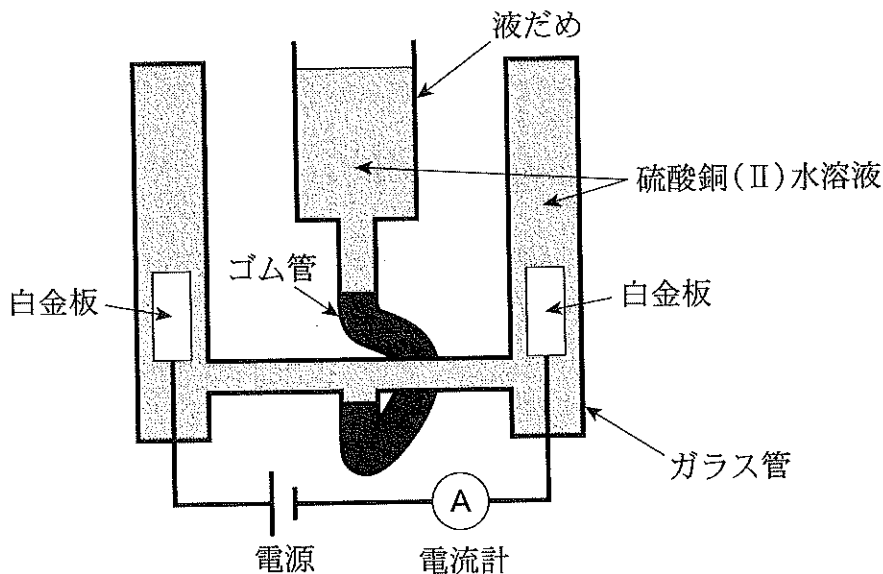
問 9 B、C、D および E の構造式を書け。

4 は次ページ

4 次の文章を読んで、問1～問5に答えよ。ただし、すべての気体は理想気体とし、気体の溶液への溶解は無視してよい。なお、ファラデー定数 F は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、気体定数 R は $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とする。

(ア) g の硫酸銅(II)五水和物をビーカーに入れ、0.200 Lの純水を加え、かき混ぜて完全に溶かした後、適切な容量の (イ) に移した。ビーカーに付着している液を0.100 Lの純水で洗い、洗液も同じ (イ) に入れた。ここに (ウ) 純水を加えた後、よく混ぜて均一にし、0.100 mol/Lの硫酸銅(II)水溶液1.00 Lをつくった。

この水溶液0.800 Lを電気分解するために下図に示す装置を用いた。電気分解前は下図に示すように、全ての管内が水溶液で満たされていた。陽極、陰極ともに白金板を用い、2.00 Aの一定電流を1930秒間流して電気分解を行った。電気分解前後で水溶液は液だめ部を通じて大気に開放されており、水溶液の体積に変化はなかった。電気分解後の水溶液をよく混ぜて均一にした後、0.200 Lを取り出した。取り出した水溶液に多量の (A) を加えたところ、(B) 色の沈殿が生じた。



問 1 次の(1)~(3)に答えよ。

(1) 空欄 にあてはまる数値を求めよ。ただし、有効数字は3桁とする。

(2) 空欄 にあてはまる最も適切な器具を次の①~⑥から選び、記号を書け。

- ① ビーカー ② メスフラスコ ③ ビュレット
④ メスシリンダー ⑤ ホールピペット ⑥ 三角フラスコ

(3) 空欄 にあてはまる最も適切な語句を次の①~⑤から選び、記号を書け。

- ① 0.691 Lの ② 0.698 Lの ③ 0.700 Lの
④ 1.00 Lの標線まで ⑤ 全量が1.00 kgになるように

問 2 電気分解中に陽極および陰極で起こる反応を、電子 e^- を含むイオン反応式でそれぞれ書け。

問 3 下線部(a)について、電気分解によって気体が発生する場合、陽極、陰極それぞれの管内で発生した気体が 27°C で占める体積をL単位で求めよ。ただし、有効数字は3桁とする。計算の過程も示せ。気体が発生しない場合は×を書け。なお、大気圧は $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、電気分解後の水溶液の飽和蒸気圧は $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ とする。

問 4 下線部(b)について、この水溶液の pH を求めよ。ただし、有効数字は 3 桁とする。計算の過程も示せ。必要があれば、 $\log_{10} 2 = 0.301$, $\log_{10} 3 = 0.477$, $\log_{10} 5 = 0.699$ を用いよ。

問 5 下線部(c)について、次の(1)~(3)に答えよ。

(1) 空欄 にあてはまる最も適切な水溶液を次の①~⑤から選び、記号を書け。

- ① 塩酸 ② 塩化ナトリウム水溶液 ③ アンモニア水
④ 希硫酸 ⑤ 水酸化ナトリウム水溶液

(2) 空欄 にあてはまる最も適切な色を書け。

(3) この沈殿の質量を g 単位で求めよ。ただし、有効数字は 3 桁とする。計算の過程も示せ。なお、水溶液中の金属イオンは全て沈殿するものとする。