

平成 27 年度 個別学力試験 問題

理 科

(医 学 科)

解答時間 120 分

配 点 100 点

科 目	ページ数
物 理	1 ページ～8 ページ
化 学	9 ページ～13 ページ
生 物	14 ページ～22 ページ

問題冊子には上記の 3 科目の問題が載っていますが、2 科目を選択して解答してください。

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子及び解答冊子の中を見てはいけません。
2. 監督者の指示に従い、すべての解答冊子の所定の欄に氏名をはっきり記入してください。ただし、表紙には受験番号も必ず記入してください。
3. 監督者の指示に従い、選択する科目の解答冊子の選択科目確認欄に○印を記入してください。正しく○印が記入されていない解答は無効とすることがあります。
4. 試験開始の合図のあとで問題冊子のページ数を上記の表に基づいて確認してください。
5. 解答はすべて選択した科目の解答冊子の指定された解答欄に記入してください。
6. 解答冊子のどのページも切り離さないでください。
7. 下書きは問題冊子の余白部分を使用してください。
8. 試験時間中に問題冊子及び解答冊子の印刷不鮮明、ページの落丁及び汚損等に気が付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
9. 解答冊子はすべて持ち帰らないでください。
10. 問題冊子は持ち帰ってもかまいません。

化 学

1. 化学は全部で3問題あり、合計5ページあります。
2. すべての問題に解答してください。
3. 解答冊子は1問題に1ページずつ、合計3ページあります。
4. 解答は解答冊子の所定の欄に記入してください。

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。

現在知られている元素は約 110 種類あるが、金属元素の種類は、非金属元素に比べてはるかに多い。以下、アルカリ金属とその化合物について考えてみよう。

アルカリ金属は、天然には単体として存在せず、単体を得るには融解塩電解を用いる。得られたアルカリ金属は、石油中に保存する。また、原子番号が大きくなるにつれてイオン化エネルギーが小さくなる。アルカリ金属の検出と確認には炎色反応が利用される。

リチウムは、最も軽い金属である。電池の素材として有用であり、リチウム電池とリチウムイオン電池(リチウム二次電池)に用いられている。リチウム電池は、負極活物質にリチウム、正極活物質に酸化マンガン(IV)を用いた一次電池である。起電力は約 3V であり、マンガン乾電池の起電力より大きい。リチウムは水と反応しやすいので、電解液にはリチウムイオンを含む有機化合物を用いている。腕時計、電卓、心臓ペースメーカーなど様々な用途に利用されている。一方、リチウムイオン電池は、リチウムの単体を用いないので、リチウム電池よりは安全性が高い。負極活物質にリチウムを含む黒鉛、正極活物質にコバルト(III)酸リチウム、電解液にリチウムの塩を溶解した有機化合物からなる。起電力は約 4V ある。小型、軽量、高電圧、長寿命であり、ノートパソコンや携帯電話に用いられている。最近では、電気自動車の電源としても実用化が進んでいる。

ナトリウムやカリウムは動物には欠かせない元素である。いずれも常温で水と激しく反応して水素を発生する。また、低級アルコールとも反応して水素を発生する。ナトリウムやカリウムの化合物には、塩化物、水酸化物、炭酸塩、炭酸水素塩などがある。適当な電極を選んで塩化ナトリウム水溶液を電気分解し、陰極側の水溶液を濃縮すると水酸化ナトリウムが得られる。しかし、この方法では電解液中で生成物どうしが反応しやすい。より純度の高い水酸化ナトリウムを得る方法として、イオン交換膜法が主流である。水酸化ナトリウムは、セッケン、パルプ、繊維の製造など化学工業で多量に用いられている。また、家庭のパイプ用洗剤にも含まれている。炭酸ナトリウムを水溶液から再結晶させると無色透明な結晶が析出するが、この結晶を空気中に放置すると風解する。炭酸ナトリウムは、ガラスなどの原料として重要である。一方、炭酸水素ナトリウムは、重曹ともよばれ、胃薬などの医薬品、ベーキングパウダー(ふくらし粉)、入浴剤などに用いられている。

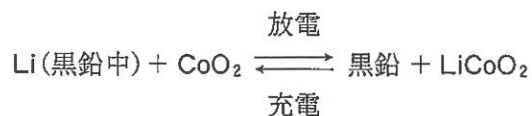
問 1 下線部(a)：金属元素は非金属元素の約何倍あるか、整数値で答えなさい。

問 2 下線部(b)：その理由を 50 字以内で説明しなさい。

問 3 下線部(c)：実験室における方法を具体的に、40 字以内で記述しなさい。

問 4 下線部(d)：その理由を 45 字以内で説明しなさい。

問 5 下線部(e)：電池全体の化学反応式は以下のように示すことができる(充電後すべての LiCoO_2 が CoO_2 になるわけではないが、ここでは考えない)。放電時の正極と負極で起こる変化を、それぞれ電子 e^- を含む化学反応式で示しなさい。



問 6 下線部(f)：ナトリウムとメタノールを用いて、この変化を化学反応式で示し、その反応を酸化還元反応の観点から 60 字以内で説明しなさい。

問 7 下線部(g)：どのような反応が起こるか、化学反応式で示しなさい。

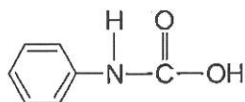
問 8 下線部(h)：ビスコースレーヨン製造の手順を、順番に①から④の箇条書きにしなさい。

問 9 下線部(i)：この変化を化学反応式で示しなさい。

問10 下線部(j)：なぜベーキングパウダーとして使えるのか、化学反応式を書いて、50 字以内で説明しなさい。

- 2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。ただし、原子量は $H = 1.0$ 、 $C = 12$ 、 $O = 16$ とする。なお、構造式と示性式は例にならって書きなさい。

(構造式の例)



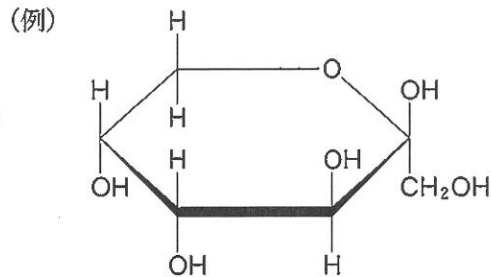
(示性式の例) $C_6H_{11}COOH$

カルボン酸とアルコールが反応すると、これらから水分子が取れた形の化合物を生じる。このような酸とアルコールから水分子が取れて生じる化合物をエステルという。エステル A および B は、いずれも分子式が $C_9H_{10}O_2$ で表される。A と B のいずれを加水分解しても、化合物 C が得られた。アンモニア性硝酸銀溶液は C により還元され、銀を析出した。 A の加水分解により生じたアルコールは不斉炭素原子を 1 個持ち、^(a)硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を用いて酸化すると化合物 D が得られた。また、B の加水分解で生じたアルコールは、硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を作用させても酸化されなかった。

一方、グリセリンと高級脂肪酸とのエステルを油脂という。油脂 E は 1 種類のトリグリセリドからなり、その 4.14 g を完全にけん化するために、1.00 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が 15.0 mL 必要であった。また、E の構成脂肪酸として、動植物の体内に存在する脂肪酸の F と G のみが含まれていた。次に、ニッケル触媒を用いて、4.14 g の E を水素と反応させたところ、標準状態で 336 mL の水素が付加し、油脂 H を生じた。水酸化ナトリウム水溶液を用いて、H を完全にけん化すると、構成脂肪酸としてのステアリン酸の塩と G の塩のみが得られた。

- 問 1 下線部(a)の変化を化学反応式で示しなさい。
- 問 2 化合物 B と D の構造式を書きなさい。
- 問 3 油脂 E の分子量を整数値で答えなさい。なお、計算過程も示しなさい。
- 問 4 脂肪酸 F と G の物質量の比を整数値で答えなさい。なお、計算過程も示しなさい。
- 問 5 脂肪酸 F と G の示性式を書きなさい。
- 問 6 油脂 E と H の融点はどちらが高いか、理由とともに答えなさい。

- 3 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。ただし、原子量は $H = 1.0$ 、 $C = 12$ 、 $O = 16$ とする。なお、構造式は例にならって書きなさい。



多糖類は、単糖類が(ア)重合した構造の天然高分子化合物である。(イ)は、植物の細胞壁の主成分として生体構造を機械的に支える役割を果たす。(ウ)は食物として重要であり、植物の種子や地下茎などに(ウ)粒として蓄えられている。(ウ)粒は冷水に溶けにくい。約 80°C の湯に浸けておくと、溶性部分と不溶性部分に分けられる。溶性部分は比較的分子量が小さく、直鎖状構造を持つ分子でできており、(エ)という。不溶性部分は比較的分子量が大きく、枝分かれの多い構造をもつ分子でできており、(オ)という。

多糖の構造解析には、すべてのヒドロキシ基の水素をメチル基に置換する方法がある。この方法により、ある(オ)のすべてのヒドロキシ基の水素をメチル基に置換した。このような処理をしたものを希硫酸中で加熱すると、すべてのグリコシド結合が加水分解された。(オ)の枝分かれ部分からは、化合物Aが生じた。この(オ)を 2.00 g 用いたとき、Aが 0.128 g 得られた。また、この(オ)の分子量は 4.05×10^5 であった。

- 問 1 文中の空欄(ア)~(オ)にあてはまる語を記しなさい。
- 問 2 化合物Aの構造式を書きなさい。
- 問 3 下線部(a)の(オ)はグルコース単位何個あたりに1つの枝分かれが存在するか、整数値で答えなさい。なお、計算過程も示しなさい。
- 問 4 下線部(a)の(オ)の1分子あたりに存在する枝分かれの個数を、整数値で答えなさい。なお、計算過程も示しなさい。
- 問 5 下線部(a)の(オ)と似た構造で、動物の肝臓や筋肉に蓄えられているものの名称を答えなさい。