

平成 26 年 度

問題冊子

教 科	科 目	ページ数
理 科	化 学	9

試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。

解答の書き方

1. 解答は、すべて別紙解答用紙(両面)の所定欄に、はっきりと記入すること。
2. 解答を訂正する場合は、きれいに消してから記入すること。
3. 解答用紙には、志望学部及び受験番号、解答と選択した選択問題の番号のほかは、いっさい記入しないこと。
4. 問題〔V〕、〔VI〕は選択問題である。どちらか一方のみを解答すること。両方を解答してはいけない。選択問題〔V〕、〔VI〕のうち、選択した問題の番号を解答用紙(その3)の所定の枠内に記入しなさい。

注 意 事 項

1. 試験開始の合図の後、解答用紙に志望学部及び受験番号を必ず書くこと。
2. 選択科目は、願書に記載したものと違ったものについて答えてはいけない。
3. 下書き用紙は、片面だけ使用すること。
4. 問題の内容についての質問には応じないが、その他の用事があるときは、だまって手をあげて、監督者の指示を受けること。
5. 試験終了時には、解答用紙を必ずページ順に重ね、机上の右側に置くこと。
6. 試験終了後、問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ること。

必要があれば、次の値を使うこと。

H 1.0 C 12.0 N 14.0 O 16.0 Na 23.0 K 39.1 Cl 35.5

〔 I 〕 次の文章を読み、各問いに答えなさい。計算は計算過程も示しなさい。

原子は小さいので、原子 1 個の質量(絶対質量)も非常に小さい。このような絶対質量の数値では取り扱いが困難である。そのため質量数 12 の炭素原子 ^{12}C 1 個の質量を 12 とし、この ^{12}C 1 個の質量 12 に対するそれぞれの原子の質量を相対質量として求める。元素には質量数が異なる同位体が存在するので、それぞれの同位体のうち放射性でない同位体(安定同位体)の相対質量を地球上の天然存在比を用いて平均として算出したのがその元素の原子量である。原子量は相対質量なので単位がない。物質を取り扱う場合には、質量や体積を使う必要があり、単位が必要である。そこで、 ^{12}C の相対質量 12 に g を付けた量を 1 単位としたのが物質質量である。物質質量は粒子 6.02×10^{23} 個を 1 単位とし、これを 1 モルとする。

問 1 ^{12}C 原子 1 個の絶対質量はいくらか。有効数字 2 桁まで求めなさい。

問 2 水素の同位体は ^1H , ^2H , ^3H の 3 種類存在する。水素の同位体 ^1H , ^2H , ^3H は、それぞれ 1 個の原子につき、陽子、中性子、(核外)電子をいくつ含むか答えなさい。

問 3 水素の同位体 ^1H , ^2H , ^3H の炭素 12 (^{12}C) を基準としたときの相対質量はそれぞれ 1.00785, 2.014102, 3.010440 である。このうち ^3H は放射性で、自然界にはこの 3 種の水素同位体がそれぞれ 99.9885 %, 0.0115 %, および極微量存在する。水素の原子量を小数点以下 3 桁まで求めなさい。

問 4 自然界に存在する水素分子には質量の異なるものが何種類存在すると考えられるか。説明して答えなさい。

問 5 質量の異なる水素分子の中で、最も多く存在する分子と、2 番目に多く存在する分子の数の比を有効数字 2 桁で求めなさい。

問 5 ある生物の DNA の塩基組成(モル分率)を調べたら、アデニンが 20 mol% を占めていた。この DNA 中のグアニンの割合(モル分率)を求めなさい。

〔VI〕 生物の細胞には(ア)という高分子が存在する。(ア)の基本構造は窒素^(a)を含む環状構造の塩基、五炭糖(ペントース)、(イ)からなる。(ア)にはDNAと(ウ)があり、DNAは糖の部分がデオキシリボース、(ウ)は糖の部分がリボースからできている。DNAはグアニン、アデニン、シトシン、(エ)の4つの塩基、(ウ)はグアニン、アデニン、シトシン、(オ)の4つの塩基で構成されている。DNAは2本の高分子が水素結合により強く結ばれ、安定な(カ)構造をとっている。DNAの役割は生命の(キ)情報を保持することであると考えられている。一方、(ウ)はDNAの情報をもとに(ク)を合成することが主な役割である。

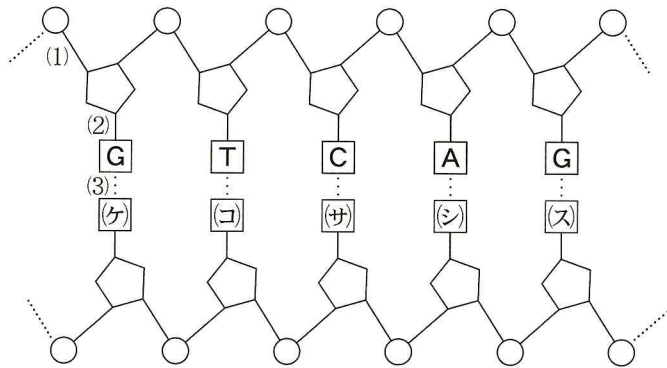


図. DNAの構造の模式図

- 問1 文章中の(ア)~(ク)に、適切な語句を入れなさい。
- 問2 下線部(a)の単量体の名称を答えなさい。
- 問3 上図はDNAの構造を模式図として示したものである。図中の(ケ)~(ス)に当てはまる物質を、略記号(物質名でもよい)で答えなさい。
- 問4 上図中の(1)~(3)のうち、エステル結合、水素結合を示している番号をそれぞれ答えなさい。

〔Ⅱ〕 中和滴定の実験に関する次の文章を読み、各問に答えなさい。計算問題は計算過程を示し、有効数字は3桁まで答えなさい。ただし、 $\sqrt{2} = 1.414$ 、 $\sqrt{3} = 1.732$ 、 $\sqrt{5} = 2.236$ 、水のイオン積は、 $K_w = 1.00 \times 10^{-14}(\text{mol/L})^2$ とする。

操作 1 $6.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ のシュウ酸標準水溶液 500 mL を調製した。

操作 2 次に、このシュウ酸水溶液 20.0 mL を(ア)を用いて正確にコニカルビーカーにとり、指示薬(イ)を1滴加え、濃度がわからない水酸化ナトリウム水溶液を(ウ)から滴下したところ、19.2 mL 加えたところで、ビーカー内の溶液が(エ)から淡い(オ)に変化した。

操作 3 水和していないシュウ酸を湿った空気にさらしたのち、正確に 0.180 g をとり、約 20 mL の蒸留水に溶解させた。この溶液に操作 2 で用いた水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ、24.0 mL 加えたところで中和点に達した。

問 1 文章中の(ア)～(オ)に、最も適切な語句を以下の枠内に示した語句の中から選び、書きなさい。

無色，赤色，黄色，緑色，青色，ビュレット，駒込ピペット，時計皿，
メスフラスコ，メスシリンダー，ホールピペット，
フェノールフタレイン，メチルオレンジ，リトマス紙，
塩化ナトリウム，濃硫酸

問 2 操作 1 に示したシュウ酸標準水溶液 500 mL の調製に必要なシュウ酸二水和物($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)の質量を求めなさい。

問 3 操作 2 で用いた水酸化ナトリウム水溶液の濃度(mol/L)を求めなさい。

〔V〕 私達が身につけている衣料は、高分子化合物である繊維が集合した織物や編み物からつくられている。衣料として用いられる繊維には、天然繊維と化学繊維がある。天然繊維は(ア)繊維と(イ)繊維、化学繊維は(ウ)繊維、(エ)繊維、(オ)繊維に分類される。これらの(ア)~(オ)繊維のうち、レーヨンは(カ)繊維、絹は(キ)繊維、ナイロン66は(ク)繊維、ビニロンは(ケ)繊維に分類される。

問1 文章中の(ア)~(ケ)に、適切な語句を入れなさい。ただし、同じ語句を繰り返し使用してよい。

問2 ヘキサメチレンジアミン $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$ と アジピン酸 $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$ とを加熱しながら、生成する水を除去すると、縮合重合が起こり、ナイロン66が得られた。ナイロン66の平均分子量を 4.52×10^4 とすると、この分子1個の中に平均して何個のアミド結合が含まれるか求めなさい。計算過程も示しなさい。

問3 銅アンモニアレーヨン(キュブラ)の合成方法について、100文字以内で説明しなさい。

問4 水酸化ナトリウム水溶液を蒸留水で希釈して、 $1.00 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ とした時の水素イオン濃度(mol/L)を求めなさい。

問5 操作3ではかりとった湿った空気にさらしたシュウ酸試料中に含まれる、シュウ酸($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)の重量%を求めなさい。

〔Ⅲ〕 酸素 7.00 mol, 窒素 11.40 mol とエタン(C₂H₆)2.00 mol からなる混合気体での燃焼実験を行った。この時、不完全燃焼が起こり、エタンを構成していた水素はすべて水(気体)になったが、エタンを構成していた炭素原子の 75.0 % が二酸化炭素に、25.0 % が一酸化炭素になった。未反応のエタンはなかった。25.0 °C, 1.01 × 10⁵ Pa における生成熱は以下の通りとし、気体は全て理想気体として、気体定数は 8.31 × 10³ Pa・L/(K・mol)を用い、以下の問いに答えなさい。

物質	生成熱	物質	生成熱
CO ₂	394 kJ/mol	H ₂ O(気体)	242 kJ/mol
CO	111 kJ/mol	C ₂ H ₆	84 kJ/mol

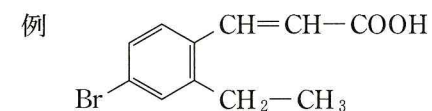
問 1 燃焼実験前の温度が 25.0 °C であった。1.01 × 10⁵ Pa におけるこの混合気体の体積(L)を求めなさい。整数で答えなさい。また、計算過程も示しなさい。

問 2 この燃焼実験の化学反応式をそれぞれ示し、この燃焼実験で消費された酸素の物質量を求めなさい。また、計算過程も示しなさい。

問 3 25.0 °C, 1.01 × 10⁵ Pa において、この燃焼実験で発生した熱量を求めなさい。整数で答えなさい。また、計算過程も示しなさい。

問 4 この燃焼実験後、未反応の気体も含め、それぞれの気体の合計の物質量を求めなさい。計算過程も示しなさい。

〔Ⅳ〕 次の文章を読み、各問いに答えなさい。構造式を書く場合、例に従って示しなさい。



ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を反応させることによりニトロ化を行うとニトロベンゼンが生成する。これをスズと濃塩酸で還元し、水酸化ナトリウムを加え、ジエチルエーテルで抽出することにより(ア)を得ることができる。(ア)を無水酢酸でアセチル化することにより、解熱鎮痛作用を有する(イ)が生成する。また、(ア)を塩酸に溶かし亜硝酸ナトリウムと反応させることで(ウ)が生成される。これにナトリウムフェノキシドを反応させることで(エ)が生成される。

問 1 (ア)~(エ)に入る物質の名称を答えなさい。また(ア)と(イ)の構造式を示しなさい。

問 2 下線部の反応を行う際、注意すべき点を記しなさい。

問 3 (ウ)から(エ)が生成する際の反応を構造式を用いて示しなさい。

問 4 (エ)の化合物の色を答えなさい。また(エ)のような特徴的構造を持つ化合物の一般的な名称を答えなさい。

訂 正

理科（化学）

問題冊子 5 ページ [III] 問 1

(誤) この混合気体の体積

(正) 燃焼実験前の混合気体の体積