

平成 24 年 度

問題冊子

教 科	科 目	ページ数
理 科	化 学	7

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、解答と志望学部及び受験番号のほかは、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、いっさい応じないが、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、原子量は次の値を使うこと。

H 1.00 C 12.0 O 16.0 Br 79.9 I 127

〔I〕 次の文章を読み各問いに答えなさい。

炭素の同位体は ^{12}C 、 ^{13}C 、 ^{14}C の3種類存在し、炭素12(^{12}C)を基準としたときの相対質量はそれぞれ12.000、13.003、14.003である。自然界にはこの3種の炭素同位体がそれぞれ98.9%、1.10%、および極微量存在する。このうち ^{14}C は放射性であり、放射線の β 線を出して崩壊する。

問1 炭素の同位体 ^{12}C 、 ^{13}C 、 ^{14}C はそれぞれ1個の原子につき、陽子、中性子、および電子をいくつ含むか答えなさい。

問2 元素の原子量は放射性でない同位体(安定同位体)の相対的質量とその天然存在比から求めた平均値である。炭素の原子量を小数点以下2桁まで求めなさい。

問3 生育している木には一定量の割合で炭素が取り込まれているが、この木が切り倒されてからの年数は、その木からの β 線の放射量の測定と安定同位体の比で推定できる。この方法の原理をわかりやすく説明しなさい。

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、各問いに答えなさい。計算問題については有効数字2桁まで求めなさい。

0.10 mol/L のアンモニア水溶液は、次のような電離平衡にある。



ここで、反応が右方向へ進む時、 H_2O は(ア)として働いている。水溶液中におけるアンモニアの電離度を α とし、水のモル濃度 $[\text{H}_2\text{O}]$ はほぼ一定であると考え、 $[\text{NH}_4^+]$ は(イ) mol/L、 $[\text{OH}^-]$ は(ウ) mol/L、 $[\text{NH}_3]$ は(エ) mol/L と書き表すことができる。今、電離度 α が 1.3×10^{-2} であるとする、このアンモニア水溶液の電離定数 K_b は(オ) mol/L と算出される。

問1 文章中の(ア)～(オ)に当てはまる最も適切なものを以下から選びなさい。

酸	塩基	α	0.10	$0.10 \times \alpha$	$1 - \alpha$	$0.10 \times (1 - \alpha)$
1.3×10^{-2}	1.3×10^{-5}	1.3×10^{-5}	1.7×10^{-4}	1.7×10^{-5}	5.8×10^4	

問2 このアンモニア水溶液の pH はいくらになるか求めなさい。必要ならば $\log 1.3 = 0.11$, $\log 1.7 = 0.23$, $\log 5.8 = 0.76$ を用い、計算過程も示しなさい。

問3 このアンモニア水溶液 10 mL を 0.10 mol/L の塩酸水溶液で中和滴定した。中和が完結するには何 mL の塩酸水溶液が必要か、説明して答えなさい。

問4 上記の操作で中和点に達した混合溶液は、酸性、中性、塩基性のいずれを示すか、理由を説明して答えなさい。

〔Ⅲ〕 気体状態のヨウ化水素を高温にすると水素ガスとヨウ素ガスに分解する。この分解反応に関する各問いに答えなさい。なお、計算問題では計算過程も示しなさい。

問 1 ヨウ化水素が水素とヨウ素に分解する反応を、化学反応式で示しなさい。

問 2 ヨウ化水素の分解反応で得られるヨウ素ガスは、周期表の 17 族(ハロゲン)に属する元素からできている。ハロゲンに関する次の文章を読み、(ア)～(カ)に適切な語句を入れなさい。

原子番号の小さな順にハロゲンの元素名を記すと、フッ素、(ア)、(イ)、ヨウ素である。これら 4 種のハロゲンの単体は(ウ)結合で結ばれた二原子分子として存在する。常温におけるフッ素は気体、ヨウ素は固体であるが、加熱すればヨウ素も気体になる。なお常温で(ア)は(エ)、(イ)は(オ)の状態である。ハロゲンの単体はいずれも電子を奪う力が大きく酸化力を有するが、4 種のうちで酸化力が最も強いものは(カ)である。

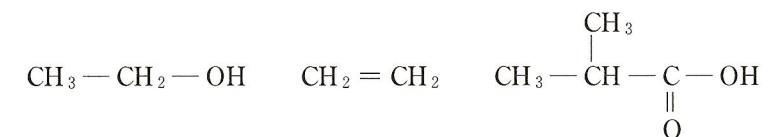
問 3 内容積 20 L の容器にヨウ化水素ガス 128.0 g を入れて分解反応させた。

反応開始から時間 t 後にはヨウ化水素の質量は 111.6 g まで減少した。この時点で容器中に存在する水素とヨウ素の質量をそれぞれ単位はグラム(g)で小数点以下 1 桁まで求めなさい。

問 4 内容積 20 L の容器にヨウ化水素ガス 2432 g を入れて、平衡状態に至るまで分解反応を進行させた。容器内は平衡状態において水素、ヨウ素、ヨウ化水素からなる混合気体で満たされ、このうちヨウ化水素の質量は 1920 g であったとする。この分解反応の平衡定数(K)を有効数字 2 桁まで求めなさい。

〔Ⅳ〕 化合物 A, B, C, D は分子式 $C_5H_{12}O$ で表されるアルコールである。これらの化合物について、各問いに答えなさい。計算問題では計算過程も示し、有効数字 3 桁まで求めなさい。構造式は下記の例にならって示しなさい。

(例)



問 1 化合物 A は、分子式 $C_5H_{12}O$ で表されるアルコールの中で最も酸化されにくい。化合物 A の構造式を示しなさい。

問 2 不斉炭素原子を持つ化合物 B を濃硫酸とともに加熱すると、脱離反応により化合物 E と化合物 F が生成し、化合物 E に水を付加させると化合物 A と化合物 B が生成した。化合物 B の構造式を示しなさい。また、化合物 A, B, E, F の中ですべての炭素原子が同一平面上に存在する化合物の構造式を示しなさい。

問 3 84.0 g の化合物 E を臭化水素と反応させた場合、理論上何グラム (g) の臭化水素と反応するか求めなさい。

問 4 化合物 B と異なる、不斉炭素原子を持つ化合物 C を二クロム酸カリウムで酸化すると直鎖状の炭素鎖を持つ化合物 G が生成した。化合物 G の構造式を示しなさい。また、化合物 G の持つ官能基の名称を答えなさい。

問 5 化合物 D と同じ炭素骨格を持つアルカンは、分子式 C_5H_{12} で表されるアルカンの中で、最も沸点が高い。化合物 D を二クロム酸カリウムで酸化すると、還元力を持つ化合物を経て最終的に化合物 H が生成した。化合物 H の水溶液に炭酸水素ナトリウムを加えると気体が発生した。化合物 D の名称と発生する気体の名称を答えなさい。

〔V〕（選択問題） 次の文章を読み、各問いに答えなさい。

衣料として用いられる繊維には天然繊維と（ア）がある。天然繊維は植物繊維と動物繊維に分類される。植物繊維である木綿の主成分は（イ）である。（イ）は（ウ）が脱水縮合して結びついた多糖類である。動物繊維の例として、羊毛と絹があげられる。羊毛は（エ）とよばれるタンパク質からできている。絹はカイコのまゆ糸からつくられる。まゆ糸は（オ）と（カ）という2種類のタンパク質からなる。まゆ糸の（カ）を熱水などで溶かすことにより絹糸が得られる。

問1 文章中の（ア）～（カ）に、適切な語句を入れなさい。

問2 （ア）の1種で、アジピン酸とヘキサメチレンジアミンが縮合重合して生じるポリアミドを特に何と呼ぶか、答えなさい。

問3 （イ）を原料とする再生繊維は何と呼ばれるか、答えなさい。

問4 羊毛にはパーマメントウエーブと同様のカールがみられる。この原因となるアミノ酸の名称と分子間の結合様式を答えなさい。

〔VI〕（選択問題） 次の文章を読み、各問いに答えなさい。

栄養素を構成単位に分解し、吸収しやすくする生体内の働きを（ア）という。（ア）により生じた産物を吸収する器官は（イ）である。しかし（イ）の一部が傷ついたりすると吸収されるべきでないペプチドなども吸収されてしまい、それを異物として認識した免疫系が過剰に反応して（ウ）反応を引き起こすことがある。正常に吸収された物質からは生命活動に必要な物質が再合成される。再合成反応では主に呼吸によりつくられる（エ）をエネルギー源に使う。（エ）をつくる化学反応は、まず1分子の（オ）が体内の解糖系で、水素と2分子の（カ）に分解され、そのとき2分子の（エ）ができる。

問1 文章中の（ア）～（カ）に、適切な語句を入れなさい。

問2 タンパク質の（ア）の過程で働く酵素で、主に胃液中に含まれるものを答えなさい。

問3 2分子の（カ）と生じた水素を原料とした好気呼吸の結果、生じる（エ）の分子数を答えなさい。

問4 嫌気呼吸の代表的な例を2つあげなさい。

訂 正

理科(化学)

問題冊子 2 ページ [I] 問3

- (誤) その木からの β 線の放射量の測定と安定同位体の比で推定できる。
- (正) その木からの β 線の放射量から求まる ^{14}C の存在割合より推定できる。