化学基礎

化学基礎

必要があれば，原子量は次の値を用いること。
原子量　H：1.0　　C：12　　O：16　　Na：23　　Ca：40　　Fe：56
0 ℃，1.013×10^5 Pa（標準状態）で気体 1 mol が占める体積　22.4 L

第１問　次の各問いに答えよ。

問１　陽イオンと陰イオンの数が１：１の割合で結合している物質として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 1

① 塩化マグネシウム　② 炭酸ナトリウム　③ 硝酸銀
④ 水酸化バリウム　⑤ 硫酸アルミニウム　⑥ 酸化銅（Ⅰ）

問２　次の文の下線部について，**誤りを含むもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

① 塩酸は HCl で表される化合物である。
② 18 族に属する貴ガス（希ガス）元素は単原子分子である。
③ ダイヤモンドと黒鉛は炭素の同素体である。
④ 水蒸気と水を表す化学式は同じである。
⑤ 水銀は金属のうち常温で唯一の液体である。

問３　放射性同位体が放射線を放出して他の元素の原子に変化することを壊変（崩壊）といい，次のような壊変がある。

α 壊変：α 線（^{4}He の原子核）を出して他の元素の原子になる。
β 壊変：中性子が電子と陽子に分かれる。

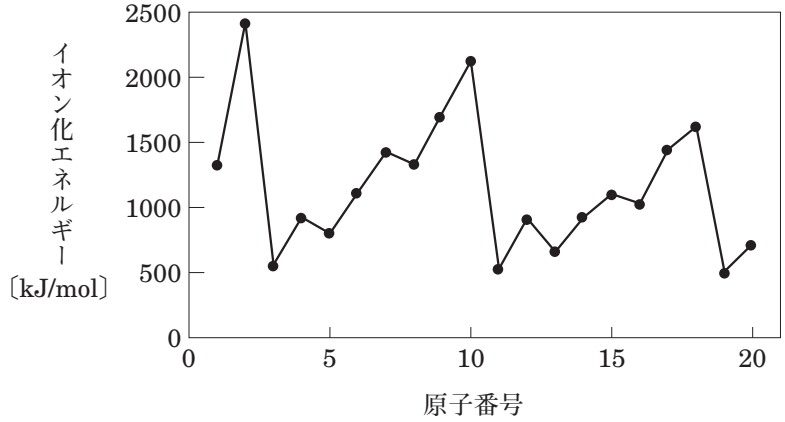
ウラン $^{238}_{92}$U が α 壊変と β 壊変をそれぞれ１回ずつ行って元素Ｘの原子になったときの，原子番号と質量数はいくらか。最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

① $^{230}_{90}$X　② $^{230}_{91}$X　③ $^{234}_{90}$X　④ $^{234}_{91}$X　⑤ $^{234}_{92}$X

問４　銅 Cu には ^{63}Cu（存在比 70％）と ^{65}Cu（存在比 30％）の二種類の同位体が存在する。このことから計算される銅の原子量として最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，相対質量は質量数の値と同じとする。 4

①　63.3　　②　63.6　　③　64.0　　④　64.3　　⑤　64.7

問５　次図は，原子番号が１～20 の元素について，気体状態の原子から電子１個を取り１価の陽イオンにするために必要なエネルギーを示したものである。これに関する記述として**誤りを含むもの**を，下の①～⑤のうちから一つ選べ。 5



①　周期的な変化は，原子の価電子の数が原子番号に対して規則的に変化するためである。

②　最も陽イオンになりやすいのは，カリウムである。

③　最も陽イオンになりにくいのは，ヘリウムである。

④　同じ族に属する原子では，原子番号が大きくなるほど陽イオンになりやすい。

⑤　同一周期に属する原子では，原子番号が大きくなるほど陽イオンになりやすい。

問６　第４周期までの元素の周期表に関する記述として**誤りを含むもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 6

①　周期表は，元素を原子番号順に並べている。

②　典型元素と遷移元素では，遷移元素の数の方が多い。

③　遷移元素はすべて，金属元素である。

④　族の同じ典型元素の原子は，価電子の数が等しい。

⑤　第３周期に属する原子の最外殻は，M 殻である。

問7　プラスチックに関する記述として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

7

① 石油や石炭から抽出された高分子化合物である。

② イオン交換樹脂や導電性樹脂など，新しい機能をもったものが開発されている。

③ 化学薬品に強く，埋め立てると微生物によって分解される。

④ ペットボトル(PET)や食品用ラップは，ポリエチレンからできている。

⑤ 消しゴムには，ポリスチレンからできているものがある。

第２問　次の各問いに答えよ。

問１　次の分子のうち，共有電子対の数が最も多いものはどれか。最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 8

① アンモニア　② 水　③ 二酸化炭素
④ メタン　⑤ エタン　⑥ 四塩化炭素

問２　次の記述ａ～ｃに当てはまる物質の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，物質は次の６種類のいずれかである。 9

アルミニウム，銅，ケイ素，ヨウ素，ナフタレン，塩化ナトリウム

ａ　常温では銀白色の軽い固体で，660℃に加熱すると融解する。固体でも液体でも電気伝導性がある。

ｂ　常温では固体で 801℃まで加熱すると液体になり，固体では電気を通さないが液体にすると電気を通す。

ｃ　常温では黒紫色の固体で，加熱すると昇華し赤紫色の気体になる。

	a	b	c
①	アルミニウム	塩化ナトリウム	ナフタレン
②	アルミニウム	ケイ素	ヨウ素
③	アルミニウム	塩化ナトリウム	ヨウ素
④	銅	ケイ素	ヨウ素
⑤	銅	塩化ナトリウム	ナフタレン
⑥	銅	ケイ素	ナフタレン

問３　分子からなる物質に関する記述として**誤りを含むもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 10

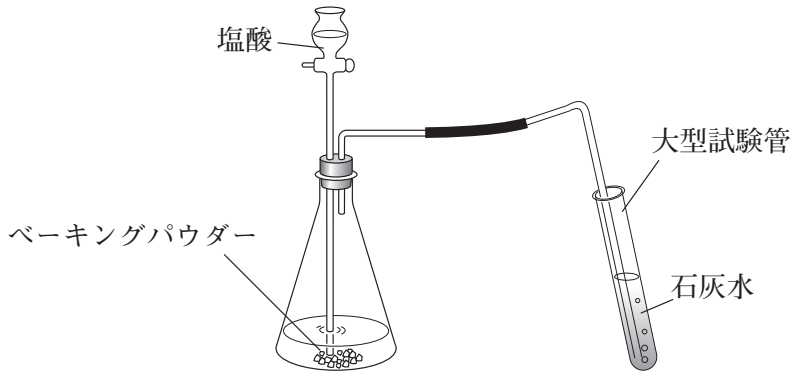
① 酸素や窒素は二原子分子で，原子どうしが二重結合により結びついている。
② 水とエタノールはともに極性分子で，混合すると均一な溶液になる。
③ アンモニアはＨとＮの電気陰性度の差が大きく三角錐形なので，極性分子である。
④ 二酸化炭素は無色無臭の気体で，固体はドライアイスという。
⑤ メタンとエチレンは有機化合物で，いずれも無極性分子である。

問４　ふくらし粉やベーキングパウダーには，炭酸水素ナトリウム $NaHCO_3$ が含まれている。ベーキングパウダーを用いた次の実験操作に関する下の各問いに答えよ。ただし，反応は完全に進み，ベーキングパウダーの成分のうちナトリウムを含む物質，および塩酸と反応する物質は炭酸水素ナトリウムのみとする。また，強電解質の電離度は１とする。

【操作１】　次図のようにベーキングパウダー 5.0 g を三角フラスコに入れ，2.0 mol/L の塩酸 100 mL を加えた。

【操作２】　発生した気体を石灰水に通じたところ，白色沈殿が生成した。

【操作３】　操作２で生成した白色沈殿をろ過，乾燥させて質量をはかったところ，5.0 g であった。



⑴　この実験操作に関する記述として**誤りを含むもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 11

①　操作１では，二酸化炭素が発生すると同時に水も生成している。

②　操作２で生成した白色沈殿は，炭酸カルシウムである。

③　操作１の三角フラスコ内には，塩化ナトリウムが生成している。

④　この実験から炭酸水素ナトリウムは C，H，O を含むことが確認できる。

⑤　炭酸水素ナトリウムは，加熱することでも二酸化炭素が発生する。

⑵　操作１の反応後の水溶液中に存在しているナトリウムイオンのモル濃度は，何 mol/L か。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，水溶液の体積は 100 mL のままで，変化しないものとする。 12 mol/L

①　0.10　　②　0.20　　③　0.50　　④　1.0　　⑤　2.0

⑶　ベーキングパウダー中に含まれていた炭酸水素ナトリウムの質量パーセント濃度は何％か。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 13 %

①　64　　②　70　　③　76　　④　80　　⑤　84

第３問　次の各問いに答えよ。

問１　中和滴定を行う際の注意点として，下線部に**誤りを含むもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 14

① メスフラスコで試料溶液を調製する際には，栓をしてよく振り混ぜる。

② 試料溶液は，ホールピペットで一定量はかり取り，コニカルビーカーに移す。

③ ビュレットを繰り返し使うときは，純水で 2，3 回すすいでから滴定溶液を入れる。

④ ビュレットに滴定溶液を入れた後，コックを開いて事前に溶液を少し流して，気泡を出す。

⑤ 滴定溶液を滴下したら，その都度コニカルビーカーを振り混ぜる。

問２　0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 100 mL に，0.20 mol/L の硝酸 25 mL を加えたとき，混合水溶液中のナトリウムイオンと水酸化物イオンの物質量の比として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，水酸化ナトリウムと硝酸は完全に電離するものとする。 15

① 1：1　　② 1：2　　③ 2：1　　④ 1：4　　⑤ 4：1

問３　次の 3 種類の水溶液 a ～ c のうち，イオンのモル濃度が大きい順に並べたものとして最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。 16

a　0.050 mol/L の酢酸水溶液（電離度 0.025）中の水素イオン濃度

b　0.060 mol/L のアンモニア水（電離度 0.020）中の水酸化物イオン濃度

c　0.0040 mol/L の硫酸（電離度 1.0）中の水素イオン濃度

① a ＞ b ＞ c　　② a ＞ c ＞ b　　③ b ＞ a ＞ c

④ b ＞ c ＞ a　　⑤ c ＞ a ＞ b　　⑥ c ＞ b ＞ a

問4　群馬県にある草津温泉は，強酸性の温泉(pH = 2.0)として知られている。しかし，この湧き水(温泉水)がそのまま川に流れてしまうと酸性が強すぎるため，魚などが住めなかった。そこで，湧き水を中和させるための炭酸カルシウム $CaCO_3$ の粉末製造工場がつくられた。温泉にはさまざまな種類の酸が含まれているが，ここでは硫酸のみとして考え，完全に電離しているものとする。これに関する次の各問いに答えよ。

(1)　炭酸カルシウムの粉末と水を混合した懸濁液(固体と液体が混じった状態)に物質Aを加えたところ，気体が発生した。次の物質のうち，物質Aとして最も適当なものを，①～⑤のうちから一つ選べ。 17

① HCl　　② NH_4Cl　　③ $NaCl$

④ CH_3COOH　　⑤ $(CH_3COO)_2Ca$

(2)　草津温泉の下流にあるダムでは，定期的にダムの底の浚渫工事(ダムの底の土砂を取り除く作業)が必要となる。この工事が必要となる理由について，最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 18

① ダムの底に硫酸由来の強酸性の土砂が堆積するから。

② ダムの底に炭酸カルシウム由来の強塩基性の土砂が堆積するから。

③ ダムの底に正塩の土砂が堆積するから。

④ ダムの底に未反応の消石灰が堆積するから。

⑤ ダムの底に強酸性の温泉水で死滅した動物の死がいが堆積するから。

(3)　この温泉水1L中の硫酸と反応する炭酸カルシウムの量は何gか。最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 19 g

① 0.25　　② 0.50　　③ 1.0　　④ 2.5　　⑤ 5.0　　⑥ 10

第４問　次の各問いに答えよ。

問１　次のａ～ｃの反応中の下線で示す原子について，反応の前後で酸化数が２増加している反応をすべて選んだものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。 20

ａ　$Ca\underline{C}O_3 \longrightarrow CaO + \underline{C}O_2$

ｂ　$\underline{S}O_2 + I_2 + 2H_2O \longrightarrow H_2\underline{S}O_4 + 2HI$

ｃ　$2FeCl_3 + \underline{Sn}Cl_2 \longrightarrow 2FeCl_2 + \underline{Sn}Cl_4$

① ａのみ　② ｂのみ　③ ｃのみ
④ ａとｂ　⑤ ａとｃ　⑥ ｂとｃ

問２　２種類の金属を電極とする電池に関する記述として**誤りを含むもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 21

① 両電極のうち，イオン化傾向の大きいほうの金属は電子を放出して陽イオンになる。
② 充電可能な電池を，二次電池という。
③ 電極に使用する金属のイオン化傾向の差が大きいほど，起電力が大きい。
④ 希硫酸に亜鉛と銅を浸した電池は，充電できない。
⑤ イオン化傾向の小さいほうの極板では還元反応が起こるので，負極になる。

問３　次の文中の空欄 ア ・ イ に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。 22

硫酸酸性条件下において過マンガン酸カリウム水溶液に過酸化水素水を加えていくと，次式のように反応が起こる。

$$2KMnO_4 + 5H_2O_2 + 3H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 5O_2 + 8H_2O$$

このとき，過酸化水素は ア としてはたらき，水溶液の色は イ に変わる。

	ア	イ
①	酸化剤	赤紫色から無色
②	酸化剤	褐色から無色
③	酸化剤	無色から白濁
④	還元剤	赤紫色から無色
⑤	還元剤	褐色から無色
⑥	還元剤	無色から白濁

問4　私たちの身近な金属である鉄は，溶鉱炉(高炉)を用いて製錬されている。次図のように，高炉の上から鉄鉱石(主成分 酸化鉄(Ⅲ)Fe_2O_3)，コークス(炭素)，石灰石を交互に入れ，約1300 ℃の熱風を高圧で吹き込むと，コークスが燃焼して生じた一酸化炭素 CO が，Fe_2O_3 と反応して四酸化三鉄 Fe_3O_4 が生じる。

$3Fe_2O_3 + CO \longrightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2$　……(1式)

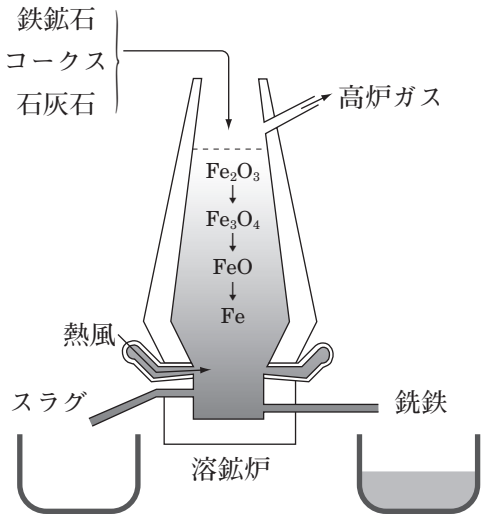
さらに，(1式)で生成した Fe_3O_4 と CO が反応し，FeO が生じる。

$Fe_3O_4 + CO \longrightarrow 3FeO + CO_2$　……(2式)

このように一酸化炭素と鉄の酸化物が次々に反応し，最終的に鉄(銑鉄)ができる。

$FeO + CO \longrightarrow Fe + CO_2$　……(3式)

下の各問いに答えよ。



(1)　(1式)～(3式)を一つにまとめた次の反応式中の係数 [b] に当てはまる数値として最も適当なものを，下の①～⑤のうちから一つ選べ。 [23]

[a] $Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow$ [b] $Fe +$ [c] CO_2

① 1　② 2　③ 3　④ 5　⑤ 6

⑵ 金属の製錬に関するａ～ｃの記述について正しい記述をすべて選んだものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。 24

ａ 銑鉄を転炉の中に入れて酸素を吹きこみ，炭素の含有量を減らしたものを鋼という。

ｂ 石灰石は，鉄鉱石に含まれる不純物をスラグとして取り除くために使用されている。

ｃ 鉄，銅，アルミニウムの酸化物の中で最も還元しやすい物質は，鉄である。

① ａのみ ② ｂのみ ③ ｃのみ

④ ａとｂ ⑤ ａとｃ ⑥ ｂとｃ

⑶ １トンの純粋な鉄を得るためには，理論上何トンの Fe_2O_3 が必要か。最も適当な数値を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 25 トン

① 0.35 ② 0.74 ③ 1.4 ④ 1.8 ⑤ 2.2 ⑥ 2.6

（化学基礎の問題は終わり）