

鉄

1. 鉄は、コークスが燃焼して生じた一酸化炭素によって、赤鉄鉱(主成分 Fe_2O_3)などの鉄鉱石を還元してつくられる。鉄を湿った空气中に放置すると、酸化され赤褐色の(ア)を生成する。空气中で鉄を強熱してできる黒色の(イ)も鉄の酸化物である。

鉄は希硫酸や塩酸に溶けて、鉄(II)イオンを含む(A)の水溶液になる。鉄(II)イオンや鉄(III)イオンを含む水溶液に、試薬を加えると様々な反応がおこる。水酸化ナトリウム水溶液やアンモニア水を、鉄(II)イオンを含む水溶液に加えると(B)の水酸化鉄(II)が沈殿し、鉄(III)イオンを含む水溶液に加えると(C)の水酸化鉄(III)が沈殿する。ヘキサシアノ鉄(II)酸カリウム $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ の水溶液を、鉄(II)イオンを含む水溶液に加えると(D)の沈殿を、鉄(III)イオンを含む水溶液を加えると(E)の沈殿を生じる。

問1 下線の反応の化学反応式を書きなさい。

問2 文中の(ア)と(イ)にあてはまる物質名と化学式を書きなさい。

問3 文中の(A)~(E)にあてはまる最も適当な色を答えなさい。

(2013 県立広島大)

2. 鉄（原子番号 26）は周期表で第 4 周期、[ア] 族の元素で、地殻中に酸化物や硫化物として約含まれ、酸素、[a]、アルミニウムに次いで多量に存在する。鉄には酸化数 [イ] と [ウ] の化合物が存在するが、空気中では酸化数 [ウ] の化合物の方が安定である。鉄の単体は、鉄鉱石とコークス、石灰石を溶炉に入れ、コークスの燃焼で生じた (1) 一酸化炭素により鉄鉱石を還元することにより得られる。こうして得られた鉄は銑鉄と呼ばれ、炭素を数% 含み硬くてもろい。転炉で融解した銑鉄に酸素を吹き込み、炭素を減らしたものが [エ] である。[エ] は硬くて粘り強いので、鉄骨やレールなど多方面に利用されている。鉄は湿った空気中では容易に酸化され Fe_2O_3 (赤さび) となる。一方、(2) 鉄を強熱すると黒さびを生じ、これが鉄の表面を覆って内部を保護する。鉄と [b]、[c] の合金であるステンレスはさびにくいのでよく利用されている。また鉄と [d]、ホウ素との合金は小型で強い希土類磁石として利用されている。鉄は塩酸や (3) 希硫酸には水素を発生して溶けるが、(4) 濃硝酸には不働態となり溶けない。

問 1 空欄 [ア] ~ [エ] に適当な数字もしくは語句を、[a] ~ [d] には元素名を入れよ。

問 2 下線部 (1) について、鉄鉱石の成分 Fe_2O_3 が Fe に還元される式をかけ。

問 3 下線部 (2) について、黒さびの化学式とその化合物名をかけ。

問 4 下線部 (3) の化学反応式をかけ。

問 5 下線部 (4) について、鉄と同様に不働態となり濃硝酸に溶けない金属を二つあげよ。

(2016 福岡教育大)

3. 鉄鉱石にコークスと石灰石を混ぜ、それを溶鉱炉に入れ、熱風を送り、コークスの燃焼で生じた①一酸化炭素によって鉄の酸化物を還元する。こうして得られた鉄は [イ] と呼ばれ、炭素を約 4% 含み、硬くてもろいが融点が高いので鑄物に用いられる。

転炉で融解した [イ] に酸素を吹き込み、炭素の含有量を減らしたものが [ロ] である。[ロ] は硬くて粘り強いので鉄骨やレールに用いられる。

鉄は、比較的軟らかい金属で、融点が高い。②湿った空気中ではさびが生じやすく、このさびはきめが粗く、酸化が内部まで進行する。一方、③鉄を強熱した際に生じるさびは表面を覆い、酸化から内部が保護される。また、鉄にクロムとニッケルなどを加えた合金である [ハ] はさびにくいので、調理器具や医療器具で用いられる。

問1 文中の空所 [イ] ~ [ハ] それぞれにあてはまる語句の組み合わせとしてもっとも適当なものを、次の a ~ h から 1 つ選び、その記号をマークせよ。

	イ	ロ	ハ
a	鋼鉄	銑鉄	ジュラルミン
b	鋼鉄	銑鉄	ステンレス鋼
c	鋼鉄	砂鉄	ジュラルミン
d	鋼鉄	砂鉄	ステンレス鋼
e	銑鉄	鋼鉄	ジュラルミン
f	銑鉄	鋼鉄	ステンレス鋼
g	砂鉄	鋼鉄	ジュラルミン
h	砂鉄	銑鉄	ステンレス鋼

問2 文中の下線部①の化学反応式を記せ。ただし、鉄の酸化物は酸化鉄(Ⅲ)とする。

問3 文中の下線部②のさびの主成分である鉄の化合物を化学式で記せ。

問4 文中の下線部③の鉄を強熱して表面にさびが生じる反応の化学反応式を記せ。

4. 次の文章を読み、問1～問7に答えなさい。

鉄は、古来より重要な金属の一つであり、現代社会においても広く利用されている元素である。古くは、たたら製鉄と呼ばれる精錬法により、砂鉄に含まれる酸化鉄を木炭と共に加熱し[ア]反応により鉄を得ていた。現代では、酸化鉄を含む[イ]と、炭素を主成分とする[ウ]を石灰石とともに溶鉱炉へ投入し製錬を行う。溶鉱炉内に熱風を送り込むと、①[ウ]の燃焼により一酸化炭素が生成する。②生成した一酸化炭素により[イ]中の酸化鉄は[ア]され、約4%の炭素を含み硬くてろい性質の鉄である[エ]となる。これを溶鉱炉より転炉に移し、酸素を吹き込み、炭素含有量を減少させた鉄が[オ]である。これは硬くて粘り強い性質を有するので、建材や鉄道レールなど多方面に利用される。今日では、次世代の製鉄法として、③[ウ]の代わりに[ア]剤として[カ]を用いて鉄を得る方法が検討されている。[オ]を板状に加工し、亜鉛にて表面をめっきしたものを[キ]といい、同様にスズでめっきしたものを[ク]という。④両者に傷がつき鉄が露出した場合、[キ]の方がさびにくいため、建材などの用途では[キ]が使用されることが多い。鉄は、塩酸または希硫酸を加えると可燃性気体である[カ]を発生して溶解するが、⑤濃硝酸を加えても溶解しない。これは鉄表面に化学的に安定な酸化被膜を形成し[ケ]と呼ばれる状態となるからである。

問1 [ア]～[ケ]にあてはまる適切な語句を答えなさい。

問2 下線部①において、一酸化炭素が発生する主たる反応を反応式で書きなさい。

問3 [イ]に含まれる酸化鉄は Fe_2O_3 であるとして、下線部②で述べている反応を反応式で記すとともに、この反応における鉄(Fe)と炭素(C)の酸化数変化を答えなさい。また、この反応式をもとに[イ]中に Fe_2O_3 を90%含むとしたとき、1.0tの[イ]より何tの鉄が製造できるかを答えなさい。計算では、製鉄の過程でに含まれる鉄がすべて鉄単体に変換するものと仮定し、有効数字2桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。

問4 下線部③で述べている次世代の製鉄法は、現在工業的に用いられている製鉄法と比較して、環境への負荷を低減することを目的としている。下線部③の反応について、[イ]に含まれる酸化鉄を Fe_2O_3 として反応式を示し、なぜ環境負荷が低くなるのか理由を説明しなさい。

問5 下線部④について、[キ]がさびにくい理由を、鉄、亜鉛のイオン化傾向の違いという観点から説明なさい。

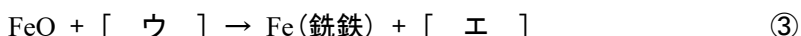
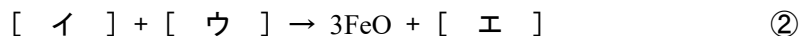
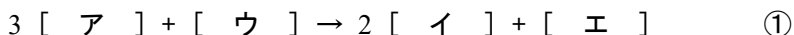
問6 下線部⑤について、鉄と同じく[ケ]のような状態となり濃硝酸に溶解しないその他の元素名を一つ答えなさい。

(2016 鹿児島大)

5. 次の文章を読み、問1から問3に答えよ。

鉄は最も身近に使われる金属元素であり、現在最も生産量の多い金属である。鉄は酸化物や硫化物として岩石中に含まれている。

単体の鉄は、[ア]を主成分とする赤鉄鉱や[イ]を主成分とする磁鉄鉱を、溶鉱炉中でコークスや[ウ]（一酸化炭素）で還元して得る。この過程で[エ]の気体が排出される。溶鉱炉中での一酸化炭素による赤鉄鉱や磁鉄鉱の還元反応は以下の化学反応式で示される。



得られた銑鉄は[オ]を重量で約4%含み硬くてもろいが、融点が低いので鋳物に用いられる。高温にした銑鉄を転炉に入れて酸素を吹き込み[オ]含有量を重量で2～0.02%にしたものを鋼という。鋼は建築材料や自動車、その他多くの材料として用いられている。

鉄はイオン化傾向が比較的大きく、希酸中で溶解する。また、鉄は湿った大気中でも酸化されて赤さびが生じる。鉄をさびにくくするために、キッチンシンク、食器、浴槽やプラントでは、鉄と[カ]やニッケルを合金化したステンレス鋼が用いられている。ステンレス鋼の食器などで見かける[18-8]のような表示はそれぞれの成分の質量パーセント濃度を示したものである。

問1 文中の空欄[ア]から[カ]に入る化学式を書け。

問2 下線部に関して、鉄が溶けにくい溶液を以下の中からすべて選べ。

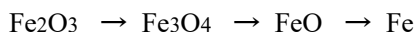
- (a) 希塩酸 (b) 濃塩酸 (c) 希硫酸 (d) 濃硝酸

問3 [エ]の気体を水酸化カルシウム水溶液(石灰水)に吸収させると白濁する。このときに起こる反応を化学反応式で書け。

(2017 東北大改)

6. 次の文章を読み、次の問1～6に答えよ。

鉄は溶鉱炉の中で以下のように精錬される。 Fe_2O_3 と Fe_3O_4 を含む鉄鉱石、石灰石およびコークスに高温の空気が送り込まれ、酸素とコークスの反応によって生じた一酸化炭素によって、鉄鉱石は段階的に[ア]されて銑鉄(Fe)となる。



鉄原子の電子の数は26であり、原子核中の[イ]の数に等しい。一般に電子は、原子核のまわりのいくつかの電子殻(K殻、L殻、M殻、N殻、...)にわかれて存在している。電子は原子核に近いK殻から順番に収容されていくが、鉄原子ではM殻だ電子で満たされないにもかかわらず、N殻に2個の電子が収容されている。このように鉄などの[ウ]元素では、電子で満たされていない内側の電子殻が化学反応に関与するために独特の性質を持つ。

①鉄片に希硫酸を加えたところ、気体を発生しながら完全に溶け、[エ]色の溶液Aになった。この溶液Aにヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム水溶液を加えたところ、[オ]と呼ばれる青色沈殿を生じた。また、溶液A10mLを0.020mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、5.0mLを加えたところで終点に達した。

一方、鉄片に希硝酸を加えると気体が発生して溶けるが、②濃硝酸を加えても溶けない。

問1 空欄[ア]～[オ]にあてはまる最も適切な語句を答えよ。

問2 Fe_3O_4 から FeO を生じる反応を化学反応式で記せ。

問3 下線部①の反応を化学反応式で記せ。

問4 電子配置は、電子殻名のあとの括弧内に収容されている電子を記すことで表される。たとえば、酸素 8O は $\text{K}(2)\text{L}(6)$ 、臭素 35Br は $\text{K}(2)\text{L}(8)\text{M}(18)\text{N}(7)$ と表される。鉄 26Fe の電子配置を記せ。

問5 溶液Aにおける鉄イオンの濃度は何 mol/L か、有効数字2桁で答えよ。

問6 下線部②について、溶けない理由を25字以内で記せ。

7. 次の文章を読み、下の各問いに答えよ。

鉄 Fe は地殻中に酸化物や硫化物として約 5%含まれ、酸素 O、ケイ素 Si、アルミニウム Al に次いで多量に存在する。鉄には酸化数+2 と+3 の化合物が存在するが、空気中では+3 の化合物の方が安定である。鉄は比較的柔らかい金属で、融点が高く、湿った空気中ではさびやすい。

問1 鉄は希硫酸中では、ある気体を発生して溶ける。この時の化学反応式を記せ。

問2 鉄が酸化されて生じる化合物には、赤褐色の酸化鉄(Ⅲ)と黒色の四酸化三鉄がある。鉄を湿った空気中に放置して生じるさびに含まれるのはどちらか。化合物名で答えよ。

問3 四酸化三鉄には+2 と+3 の酸化数の鉄が含まれている。そのモル比はいくつになるか記せ。

問4 赤鉄鉱や磁鉄鉱などの鉄鉱石とコークス C、石灰石 CaCO_3 を溶鉱炉に入れ、下から熱風を送ると、①主にコークスの燃焼で生じた一酸化炭素によって鉄の酸化物が還元されて、単体の Fe が得られる。赤鉄鉱の主成分である酸化鉄(Ⅲ)が、下線部①の反応によって鉄に還元されるとき化学反応式を記せ。

問5 鉄はアルミニウム、ニッケル Ni とともに濃硝酸に溶けない。これは、金属表面に緻密な[ア]を生じ、内部が保護されるからである。このような状態を[イ]という。[ア]と[イ]に入る適当な語句を記せ。

問6 Fe^{2+} を含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると緑白色の沈殿を生じた。この溶液に酸素を通すと、②緑白色の沈殿が赤褐色に変化した。下線部②の変化の化学反応式を記せ。

(次ページに続く)

問7 次の(A)～(E)のうち、 Fe^{2+} について当てはまるものをすべて選び、記号で答えよ。

- (A) 硫酸塩の水溶液は黄褐色を示す。
- (B) 酸性条件で硫化水素を通じても沈殿を生じないが、塩基性条件では沈殿を生じる。
- (C) 希硫酸を加えると沈殿を生じる。
- (D) 塩酸を加えると沈殿を生じる。
- (E) アンモニア水を過剰に加えると、沈殿を生じる。

問8 次の(A)～(E)のうち、 Fe^{3+} について当てはまるものをすべて選び、記号で答えよ。

- (A) シアン化物イオン CN^- と配位数4の錯イオンを形成する。
- (B) 0.1mol/Lのチオシアン酸カリウム KSCN 水溶液を加えても沈殿を生じない。
- (C) 少量を過酸化水素水に加えると、過酸化水素の分解反応が急速に進行する。
- (D) 水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると、沈殿を生じる。
- (E) Cu^{2+} , Zn^{2+} との混合溶液では、希塩酸を加えると分離することができる。

(2016 宮崎大)

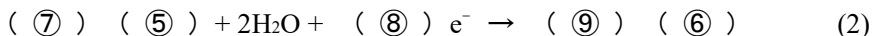
8. 次の分を読み、問1～4に答えよ。

使い捨てカイロ（化学カイロ）の発熱には鉄粉の酸化反応が利用されている。カイロの中身には、鉄粉、塩化ナトリウム、活性炭、水などが含まれている。純水にカイロの中身を加え、よくかき混ぜ、上澄みをろ過した。ろ液に硝酸銀水溶液を滴下したところ、白色沈殿を生じた。これは水に溶けにくい（①）が生成したためである。また、ろ液を白金線の先につけ、ガスバーナーの外炎の中に入れると、炎が黄色になった。これは、ろ液の成分元素として、（②）が含まれていることを示している。

鉄の酸化反応を考えるために、次の実験を行った。3%塩化ナトリウム水溶液にヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム水溶液とフェノールフタレイン溶液を数滴加えた。この溶液を鉄板の上に滴下した。しばらく放置したところ、鉄板の上に濃青色の沈殿が見られ、水滴がしだいに赤くなった。濃青色の沈殿が見られたことは、水溶液中に（③）があることを意味する。これは、鉄板の鉄の原子が電子を失い（③）になったことを示している。これをイオン反応式で示すと(1)式のように書ける。



一方、空気中の（⑤）は、少量ながらこの鉄板上の水滴中に溶けており、(1)式の電子を受け取り、（⑥）を生じる。これをイオン反応式で示すと(2)式のように書ける。



鉄板の上の水滴が、しだいに赤くなったのはこのためである。

問1 ①～③, ⑤, ⑥に適切な化学式を入れよ。

問2 ④, ⑦～⑨に適切な係数を入れよ。係数が1の場合も、省略せずに解答欄に1と記述せよ。

問3 真空密閉した化学カイロは発熱しない。反応が進まない理由を説明せよ。

問4 鉄板の半分を亜鉛でメッキし、鉄と亜鉛の境界に下線部でつくった溶液を滴下した。しばらく放置した後にもみられる変化は、次の記述のうちどれか。記号で答えよ。

(a) 鉄の上に濃青色の沈殿が観察され、水滴は赤くなった。

(b) 鉄の上に濃青色の沈殿が観察されたが、水滴の色変化はなかった。

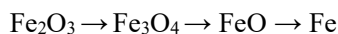
(次ページに続く)

- (c) 亜鉛の上に濃青色の沈殿が観察され、水滴は赤くなった。
- (d) 亜鉛の上に濃青色の沈殿が観察されたが、水滴の色変化はなかった。
- (e) 鉄、亜鉛どちらの上にも濃青色の沈殿は観察されなかったが、水滴は赤くなった。
- (f) 鉄、亜鉛どちらの上にも濃青色の沈殿は観察されず、水滴の色変化もなかった。

(2015 日本女子大)

9. 次の文章を読み、下の問いに答えよ。

鉄は溶鉱炉の中で以下のように精錬される。 Fe_2O_3 と Fe_3O_4 を含む鉄鉱石、石灰石およびコークスに高温の空気が送り込まれ、酸素とコークスとの反応によって生じた一酸化炭素によって、鉄鉱石は段階的に[ア]されて銑鉄(Fe)となる。



鉄原子の電子の数は26であり、原子核中の[イ]の数に等しい。一般に電子は原子核のまわりのいくつかの電子殻(K殻, L殻, M殻, N殻, …)にわかれて存在している。電子は原子核に近いK殻から順番に收容されていくが、鉄原子ではM殻が電子で満たされていないにもかかわらず、N殻に2個の電子が收容されている。このように鉄などの[ウ]元素では、電子で満たされていない内側の電子殻が化学反応に関与するために独特の性質を持つ。

①鉄片に希硫酸を加えたところ、気体を発生しながら完全に溶け、[エ]色の溶液Aになった。この溶液Aにヘキサシアニド鉄(III)酸カリウム水溶液を加えたところ、[オ]と呼ばれる青色沈殿を生じた。また、溶液A 10mLを0.020mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、5.0mLを加えたところで終点に達した。

一方、鉄片に希硝酸を加えると気体を発生して溶けるが、②濃硝酸を加えても溶けない。

(a) 空欄[ア]～[オ]にあてはまる最も適切な語句を答えよ。

(b) Fe_2O_3 から FeO を生じる反応を化学反応式で記せ。

(c) 下線部①の反応を化学反応式で記せ。

(d) 電子配置は、電子殻名のあとの括弧内に收容されている電子数を記すことで表される。たとえば、酸素 $_{8}\text{O}$ はK(2)L(6)、臭素 $_{35}\text{Br}$ はK(2)L(8)M(18)N(7)と表される。鉄 $_{26}\text{Fe}$ の電子配置を記せ。

(e) 溶液Aにおける鉄イオンの濃度は何mol/Lか、有効数字2桁で答えよ。

(f) 下線部②について、溶けない理由を25字以内で記せ。

10. 次の文章を読み、問1～問5に答えなさい。

鉄鉱石には主に赤鉄鉱と磁鉄鉱があり、それぞれの主成分の化学式は、[A]と[B]である。金属の鉄を製造するには、溶鉱炉に(a)鉄鉱石とともに[ア]と石灰石を入れ、熱風を吹き込んで反応させる。この反応によって溶鉱炉の下部に沈んだ鉄は[イ]とよばれ、質量比で約4%の炭素などの不純物が含まれている。高温の[イ]を転炉に移し、これに[ウ]を吹き込んで反応させると、より不純物の少ない鉄が得られる。この鉄を[エ]とよぶ。

(b)鉄は希硫酸と反応して気体を発生して溶ける。また、鉄(II)イオン Fe^{2+} を含む水溶液にアンモニア水を加えると[オ]の沈殿[C]が生成する。この沈殿を空気中の酸素に長時間接触させると、[カ]の[D]になる。

[D]を塩酸に溶かすと溶液が[キ]になり、これにヘキサシアノ鉄(II)酸カリウム(化学式[E])水溶液を加えると、[ク]の沈殿が生じる。また、[D]の沈殿を加熱すると、[A]が生じる。

問1 [ア]～[エ]に入る適切な語句または物質名を記入しなさい。

問2 [オ]～[ク]に入る適切な色を次の①～⑧から選び記号で記入しなさい。

- ① 無色 ② 白色 ③ 淡桃色 ④ 赤褐色 ⑤ 黄褐色 ⑥ 緑白色 ⑦ 濃青色 ⑧ 黒色

問3 [A]～[E]に入る適切な化学式を記入しなさい。

問4 下線部(a)について、次の各問に答えなさい。

- (1) [ア]から生じる、高温において還元作用のある気体の名称を記入しなさい。
(2) (1)で答えた気体と化合物[A]が溶鉱炉中で反応して鉄が生成する。この反応の化学反応式を記入しなさい。

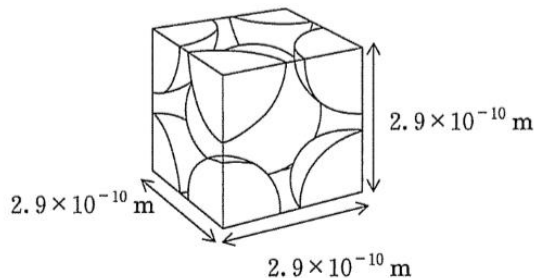
問5 下線部(b)について、次の各問に答えなさい。

- (1) この反応で発生する気体の名物を記入しなさい。
(2) この反応の化学反応式を記入しなさい。
(3) 希硫酸に代えて、鉄に濃硫酸を作用させた場合に起こる現象を40字以内で説明しなさい。

11. 鉄に関する文章(i)および(ii)の空欄[①]～[⑪]にあてはまる最も適切なものを、それぞれの解答群から選び、解答にマークせよ。ただし同じものを何度選んでもよい。また、原子量は $H = 1.00$, $O = 16$, $Fe = 56$. 水の比熱は 4.2J(gK) , アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。

(i) 鉄は、我々の生活には欠かすことのできない金属であり、機械や建築材料をはじめ、使い捨てカイロなどに使われている。また、鉄は単体で用いられるだけでなく、鉄を主元素としてクロムやニッケルなどを添加した[①]として、台所の流し台などにも利用されている。鉄は自然界において、酸化物である鉄鉱石{赤鉄鉱(Fe_2O_3)や磁鉄鉱(Fe_3O_4)}として得られるため、溶鉱炉内においてコークスから生じる一酸化炭素を利用して、高純度の鉄(銑鉄)として取り出されている。この操作をと[②]いい、赤鉄鉱の鉄の酸化数は[③]から[④]に変化している。また、溶鉱炉で得られた銑鉄を転炉に移し、[⑤]を吹き込むと鋼が得られる。

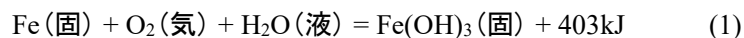
単体となった鉄は図Iで表される結晶構造をとり、立方体の単位格子の一辺の長さが $2.9 \times 10^{-10}\text{m}$ とすると、鉄の密度は[⑥]となる。



図I

溶鉱炉内で用いられるコークスは、ほとんど炭素(黒鉛)からなっている。炭素(黒鉛)から気体の一酸化炭素が生成する際に生じる熱量は、[⑦]が見いだした総熱量保存の法則を用いることにより、炭素(黒鉛)の燃焼熱 394kJ/mol および気体の一酸化炭素の燃焼熱 283kJ/mol から算出することができる。したがって、気体の一酸化炭素の生成熱は[⑧] kJ/mol となる。

(ii) 使い捨てカイロは、鉄の酸化反応により生成する熱量を利用したもので、そのときの鉄の反応は、式(1)に従っている。



使い捨てカイロの中に鉄が 56g 入っているとすると、発生する熱量は、水 2.0kg を [⑨] $^\circ\text{C}$ 上げるのに必要な熱量に相当する。使用済みの使い捨てカイロ中の鉄の状態を

調べるために、中に入っていた粉末に水 100mL を加え、不溶物をろ過した。ろ液を 2 本の試験管にとり、片方の試験管に〔 ⑩ 〕水溶液を数滴加えると、沈殿は生成せずに血赤色溶液となった。また、もう一方の試験管に〔 ⑪ 〕水溶液を数滴加えると、濃青色沈殿を生じた。これらのことから、ろ液には、鉄(Ⅲ)イオンが含まれていることが確認できた。

〔 ① 〕に対する解答群

- ① ジュラルミン ② しんちゅう ③ ステンレス鋼
④ ニクロム ⑤ はんだ ⑥ 洋銀

〔 ② 〕に対する解答群

- ① 再結晶 ② 昇華 ③ 分留 ④ 製錬
⑤ 洗浄 ⑥ 抽出 ⑦ 中和 ⑧ 乾留

〔 ③ 〕および〔 ④ 〕に対する解答群

- ① +1 ② +2 ③ +3 ④ +4 ⑤ 0 ⑥ -1 ⑦ -2 ⑧ -3 ⑨ -4

〔 ⑤ 〕に対する解答群

- ① 一酸化硫黄 ② 一酸化炭素 ③ 二酸化窒素 ④ 酸素
⑤ 二酸化硫黄 ⑥ 二酸化炭素 ⑦ 二酸化窒素 ⑧ 水

〔 ⑥ 〕に対する解答群

- ① 2.1 ② 3.8 ③ 4.2 ④ 7.7 ⑤ 9.3 ⑥ 13 ⑦ 15 ⑧ 19 ⑨ 23

〔 ⑦ 〕に対する解答群

- ① アポガドロ ② アリストテレス ③ アレーニウス ④ ファラデー ⑤ ヘス
⑥ ヘンリー ⑦ メンデレーエフ ⑧ ラボアジェ ⑨ ルシャトリエ

〔 ⑧ 〕に対する解答群

- ① -677 ② -222 ③ -111 ④ -55.5
⑤ 55.5 ⑥ 111 ⑦ 222 ⑧ 677

〔 ⑨ 〕に対する解答群

- ① 5.6 ② 8.4 ③ 11 ④ 15 ⑤ 17 ⑥ 20 ⑦ 22
⑧ 34 ⑨ 44 ⑩ 48 ⑪ 58 ⑫ 67 ⑬ 106 ⑭ 116

〔 ⑩ 〕および〔 ⑪ 〕に対する解答群

- ① アンモニア ② 硝酸銀 ③ 水酸化ナトリウム ④ チオシアン酸カリウム
⑤ ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム(ヘキサシアノ鉄(Ⅱ)酸カリウム)
⑥ ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム(ヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸カリウム)

12. 鉄に関する次の文章を読み、以下の問い(問1～問4)に答えよ。

鉄は、地殻中の元素としては、[a], [b], [c]に次いで多量に存在する。地殻中に酸化物や硫化物として約5%含まれ、人類にとって最も重要な金属元素の一つである。固体の純粋な鉄は体心立方格子や面心立方格子などの結晶構造をとりうる。ここで、体心立方格子の単位格子の中の原子の数は[あ]個であり、単位格子中を原子が占める体積の割合(充填率)は[い]%、面心立方格子の単位格子の中の原子の数は[う]個で充填率は[え]%である。

移元素は、周期表では[お]～[か]族の元素であり、鉄はこの中の8族第4周期の元素である。遷移元素の原子は原子番号が増加しても、内側の電子殻へ電子が配置される特徴を持つ。鉄原子のそれぞれの電子殻に存在する電子の数はK殻：[き]個、L殻：[く]個、M殻：[け]個、N殻：[こ]個である。鉄は、0(ゼロ)、[さ], +3の酸化数をとることができる。ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸イオンは、鉄イオンに[し]のCN⁻が配位結合した[す]価の陰イオンである。このように金属元素の陽イオンに、非共有電子対を持ついくつかの分子や陰イオンが配位結合したイオンを[ア]イオンという。

天然の鉄は赤鉄鉱、磁鉄鉱、褐鉄鉱などの鉄鉱石として存在する。赤鉄鉱の主成分は鉄を温った空気中に放置すると酸化されて生成する[d]であり、磁鉄鉱の主成分は鉄を強熱すると生成する黒色の[e]である。高炉での製鉄ではコークスの主成分である[f]やコークスから生成する[g]で鉄鉱石を還元して鉄とする。このとき、鉄鉱石に含まれる不純物であるSiO₂を取り除くため石灰石も原料として高炉に投入する。高炉の下部から銑鉄を取り出し銑鉄より上の部分からSiO₂と石灰石の反応で生成した化合物である[h]が主成分のスラグを取り除く。

高炉で製造した銑鉄には質量比約4%の[f]などの不純物が含まれており、転炉で[f]の含有率を2～0.02%に減らすと鋼になる。鋼は硬くて強いいため、構造材として広く用いられる。

鉄や鋼はさびるため、塗装、めっきや合金化などの工夫がされているをトタンは鉄に[i]をめっきしたものである。[i]の表面にできる緻密な[j]の層が酸素を遮断して鉄の腐食を防ぐ。この層に傷がついて水中で鉄が露出しても[i]が優先的に陽イオンとして溶出して鉄は酸化されない。これは、[i]が鉄より[イ]が大きいためである。ステンレスは鉄に[k]や[l]などを加した合金であり表面に[k]の酸化物を生じるためにさびにくくなる。

問1 [あ] ~ [す] にあてはまる適切な整数を入れよ。ただし、[あ] には + または - の符号をつけること。

問2 [a] ~ [l] にあてはまる適切な元素記号または化学式を入れよ。なお、[a], [b], [c] は多い順に解答すること。

問3 [ア], [イ] にあてはまる適切な語句を入れよ。

問4 鉄の結晶構造が体心立方格子のとき、単位格子の一辺の長さが $2.87 \times 10^{-8} \text{cm}$ として鉄の密度を求めよ。

(2018 横浜国大)

13. 次の文を読んで、問1～問6に答えよ。ただし、気体はすべて理想気体とする。

製鉄の最初の段階では、「コークス」と呼ばれる蒸し焼きにした石炭(ほぼ純粋な固体の炭素)によって鉄鉱石を還元することにより、炭素濃度の高い鉄(銑鉄)をつくる。この作業には図1に示すような「高炉」と呼ばれる大型の還元炉が用いられ、鉱石としては赤鉄鉱(主成分： Fe_2O_3)や磁鉄鉱(主成分： Fe_3O_4)が使用される。鉱石とコークスは炉の最上部から層状になるように交互に投入され、炉の下部からは空気が送り込まれる。鉱石とコークスはゆっくりと上から下へ移動し、その過程において鉱石は $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}$ のように還元される。コークスは炉の下部で空気中の酸素 O_2 と反応して一酸化炭素 CO と二酸化炭素 CO_2 を生成し、炉の中の気体は CO 、 CO_2 、窒素 N_2 だけの混合物となる。 N_2 は還元反応そのものには関与しない。

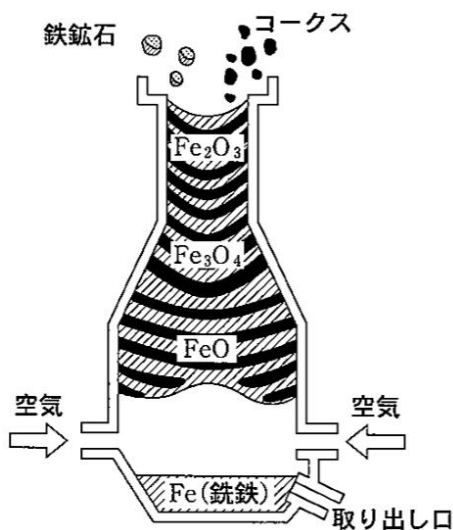


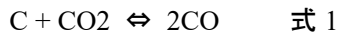
図1 高炉の模式図

炉の上部から中部における、 Fe_2O_3 から Fe_3O_4 への還元および Fe_3O_4 から FeO への還元は、炉の下部で発生して上部に昇ってくる CO との反応によってのみ行われる。一方、炉の下部における FeO から Fe への還元反応については、 FeO の一部は直接コークスによって還元されて Fe と CO を生成し、残りの FeO は CO によって還元され、 Fe と CO_2 を生成する。

問1 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 、 FeO が CO によってそれぞれ Fe_3O_4 、 FeO 、 Fe に還元される化学反応式を記せ。

問2 Fe₂O₃ を原料とする場合、1.00mol の FeO を得るために必要な CO の物質量を求めよ。解答の数値は有効数字 2 桁で記せ。計算過程も記せ。

問3 炉の中部および下部では、コークスと気体の CO、および気体の CO₂ が



という平衡状態になる。1000°Cにおける CO の生成熱は 112kJ/mol, CO₂ の生成熱は 394kJ/mol である。上記の化学反応を熱化学方程式で示せ。解答の数値は有効数字 3 桁で記せ。計算過程も記せ。

問4 問3の反応について、全圧を一定とするとき、CO の濃度を高くしたい場合、温度は 1000°Cより高くすればよいか、低くすればよいか記せ。また、その理由を説明せよ。

問5 式1の反応における平衡定数について考える。温度が一定である場合、固体の炭素の濃度や圧力は定数と考えてよいので、平衡定数 K_c は、それぞれの気体のモル濃度 [CO] と [CO₂] を用いて次の式で示される。

$$K_c = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]} \quad \text{式 2}$$

この平衡定数は気体の濃度だけで決まるので、モル濃度のかわりに分圧を用い、圧平衡定数 K_p として表示する場合もある。CO と CO₂ の分圧をそれぞれ p_{CO} , p_{CO_2} とすると、

$$K_p = \frac{p_{\text{CO}}^2}{p_{\text{CO}_2}} \quad \text{式 3}$$

となる。温度 T , 気体定数 R および K_c を用いて、 K_p を表せ。導出過程も記せ。

問6 実際の炉の下部では、窒素 N₂ が存在する条件の下で、CO と CO₂ が式1によって平衡状態となっている。ある温度において、N₂ のない状態で CO と CO₂ の分圧の比 $\frac{p_{\text{CO}}}{p_{\text{CO}_2}}$ を測定すると、1.00 であった。ここで、温度と全圧を変えずに N₂ を導入したところ、CO と CO₂ の分圧の比 $\frac{p_{\text{CO}}}{p_{\text{CO}_2}}$ は、2.00 となった。全圧 p に対する N₂ の分圧 p_{N_2} の比 $\frac{p_{\text{N}_2}}{p}$ を求めよ。計算過程も記せ。なお、解答の数値は有効数字 2 桁で記せ。

14. 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

元素の周期表において、第4周期以降に現れる[ア]族から[イ]族に属する元素を移元素という。①鉄、銅、銀、金などの元素は移元素である。単体の鉄は天然にほとんど存在しないが、地殻中では鉄鉱石として広く存在する。単体の鉄はこの鉄鉱石を石灰石や[ウ]とともに溶鉱炉(高炉)に入れ、高温で還元して得られる。この反応は、②高温で生成した一酸化炭素による還元反応である。このとき得られる鉄は[エ]とよばれ、炭素を約4%含んでいる。高温にした[エ]を転炉に移し酸素を吹き込み、不純物や余分な炭素を除くと[オ]が得られる。

鉄を湿った空気中に放置すると、おもに化合物Aを含む赤さびが生じる。このようなさびから鉄を守るため、その表面を別の金属で被覆することをめっきという。③トタンは鉄板の表面を[カ]でめっきしたものである。

鉄イオンには、鉄(Ⅱ)イオン Fe^{2+} と鉄(Ⅲ)イオン Fe^{3+} がある。 Fe^{2+} を含む水溶液にアンモニア水または水酸化ナトリウム水溶液を加えると、化合物Bの沈殿が生じる。また、 Fe^{2+} を含む水溶液に $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 水溶液を加えると[キ]色の沈殿が生じる。 Fe^{3+} を含む水溶液にチオシアン酸カリウム水溶液を加えると[ク]色の溶液になる。 Fe^{2+} は容易に酸化されて Fe^{3+} になる。④酸性水液中における Fe^{2+} とニクロム酸カリウムとの反応は酸化還元反応を利用した定量分析の1つである。

問1 上の文章の[ア]～[ク]に適切な用語または数値を書け。

問2 化合物AとBの化学式を書け。

問3 下線①の金属小片をそれぞれ、希硫酸水溶液に投入したところ、1つの金属小片は気体を発生して溶解した。この反応の化学反応式を書け。

問4 鉄鉱石が赤鉄鉱の場合、下線②の反応を化学反応式で示せ。

問5 下線③で、トタンがさびにくい理由を40字以内で書け。

問6 下線④の反応において、 Fe^{2+} を含む水溶液 100mL を採取し、酸性にして、0.20mol/L のニクロム酸カリウムを含む水溶液で滴定したところ、すべての Fe^{2+} を Fe^{3+} に酸化するのに 20mL を要した。 Fe^{2+} のモル濃度(mol/L)を有効数字2桁で求めよ。

(2009 岩手大)

15. 次の文を読んで、問1～問6に答えなさい。

鉄の酸化物には、赤褐色の酸化鉄(Ⅲ)、黒色の(ア)、酸化鉄(Ⅱ)などがある。酸化鉄(Ⅲ)や(ア)は鉄鉱石の主な成分であり、溶鉱炉に鉄鉱石、コークス、(a)石灰石を入れて温風を吹き込むと、コークスが燃焼して高温となり、生成した(イ)が鉄鉱石と反応し、鉄が遊離してくる。このとき得られる鉄は銑鉄と呼ばれ、炭素が約4%含まれている。さらに、転炉の中で、融解した銑鉄に酸素を吹き込んで炭素を0.02～2%に減少させて鋼とする。このとき、残存していた不純物も同時に燃焼、除去される。鋼は、かたくてねばり強く、鋼材として多量に用いられている。

純粋な鉄は、比較的やわらかい銀白色の金属であり、その結晶は(b)体心立方格子に分類され、単位格子中の原子の数は(ウ)であり、(c)最密充填構造にはなっていない。また、鉄は、空気中の酸素や水分によってさびを生じやすい。そのため、(d)めっきや塗装を施し、鉄がさびるのを防いでいる。

鉄は、希硫酸と反応し、水素を発生して溶ける。このとき生成するのは鉄(Ⅱ)イオンであり、(e) $K_3[Fe(CN)_6]$ 水溶液を加えるとターンブル青の沈殿を生じる。また、鉄は塩酸と反応しても、水素を発生して溶ける。これに塩素を通じると鉄(Ⅲ)イオンとなり、 $K_4[Fe(CN)_6]$ 水溶液を加えると(エ)青の沈殿を生じる。(オ)イオンは、ヘム中にも含まれており、酸素の運搬を担っている。

問1 文中の(ア)～(オ)にあてはまる語または数字を記しなさい。

問2 下線部(a)の化学式を書き、溶鉱炉における役割を答えなさい。

問3 下線部(b)の充填率(原子自身が結晶中の空間に占める体積の割合)を求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

問4 下線部(c)について、最密充填構造の金属の結晶格子にはどのようなものがあるか、その名称を記しなさい。

問5 下線部(d)で得られる製品にはトタンとプリキがあるが、めっきする金属をそれぞれ化学式で示しなさい。

問6 下線部(e)の錯イオンの名称を書き、形を図示しなさい。なお、配位結合は→で示しなさい。

16. 次の文章を読んで、問1～10の問いに答えなさい。

鉄は地殻中に酸化物や硫化物、ケイ酸塩として存在し、[ア]元素の中で地殻中にもっとも多量に存在する。鉄は資源が豊富で、比較的安価、機械的強度が高く、建物の構造物や機械器具などに使用されるため、最も生産量が多い金属である。

その原料は、主成分が[イ]の赤鉄鉱や、主成分が[ウ]の磁鉄鉱などを含む鉄鉱石である。鉄鉱石から鉄の単体を取り出す、すなわち鉄[エ]のを行うには溶鉱炉が使用される。砕いた鉄鉱石に、主成分が[オ]であるコークスと石灰石を混ぜて溶鉱炉の上部から入れ、溶鉱炉の下方から熱風を送る。すると、主にコークスの燃焼で生じた[カ]によって鉄鉱石が鉄に[キ]され、溶鉱炉の底部で融解した鉄が得られる。また溶鉱炉に入れた石灰石は、鉄鉱石中の二酸化ケイ素や酸化アルミニウムなどの不純物と反応し[ク]となって溶鉱炉の下方から取り出して分離する。

溶鉱炉の底で融解した状態で得られる鉄は[ケ]と呼ばれ、炭素含有量が約4%で、硬くてもろいが、融点が低いため鋳物に用いられる。[ケ]を転炉に移し融解した[ケ]に酸素を吹き込んで一部の炭素を除き、炭素含有量を2～0.02%にまで減らしたものが[コ]である。[コ]は硬くて粘り強い性質をもち、建築材料や鉄道のレールなどに利用されている。さらに、[コ]は合金の材料としても広く用いられ、身の回りには様々な場面で鉄の合金が使われている。

問1 文中の[ア]～[コ]にもっとも適した語句または化学式等を答えよ。

問2 鉄はさびやすいが、強熱することで鉄の表面を黒さびが覆って鉄の内部を保護することができる。この黒さびのおもな成分の化学式を書け。

問3 金属のさびやすさは、イオン化傾向と関連している。鉄を含む次の5つの金属元素(Fe, Zn, Cu, Sn, Mg)のイオン化傾向の大きさを不等号で表せ。

問4 鉄のさびを防ぐために、鉄表面をめっきによって別の金属で覆ったものにトタンがある。トタンの説明としてもっとも適当な文を解答群から一つ選べ

解答群

- 1 クロムでめっきされ、表面が傷ついても鉄がさびにくい。
- 2 クロムでめっきされ、表面が傷つくと鉄がさびやすい。
- 3 クロムでめっきされ、表面が傷つきにくい。

- 4 スズでめっきされ、表面が傷ついても鉄がさびにくい。
- 5 スズでめっきされ、表面が傷つくと鉄がさびやすい。
- 6 スズでめっきされ、表面が傷つきにくい。
- 7 亜鉛でめっきされ、表面が傷ついても鉄がさびにくい。
- 8 亜鉛でめっきされ、表面が傷つくと鉄がさびやすい。
- 9 亜鉛でめっきされ、表面が傷つきにくい。

問5 鉄はある元素と合金を作ることさびにくくなるため、その合金は食器など身の回りに広く使われている。その鉄との合金に使われるおもな元素はなにか。解答群からもっとも適当なものを一つ選べ。

解答群

- 1 Mg 2 Ti 3 Ni 4 Zn と Ni 5 Cr と Zn 6 Cr と Ni
- 7 Cu と Mg 8 Ag と Cu 9 Al と Zn

問6 鉄にホウ素とある元素を加えた合金は、小型で強力な磁石になるため、イヤホンのスピーカーなどに利用されている。この鉄合金に含まれているある元素はなにか。元素記号で記せ。

問7 自然界の鉄にはおもに三つの同位体が存在し、相対質量 54.0 の ^{54}Fe 、相対質量 56.0 の ^{56}Fe 、相対質量 57.0 の ^{57}Fe の存在比が 6.00 : 92.0 : 2.00 であるとき、鉄の原子量を計算し、有効数字 3 桁で答えよ。

問8 金属結晶において、原子の配列のおもなものに体心立方格子、面心立方格子、六方最密構造がある。これら三つの構造の充填率の大小関係を不等号表せ。

問9 鉄の結晶は、常温常圧では一般に体心立方格子の列をしている。 ^{54}Fe 、 ^{56}Fe 、 ^{57}Fe の存在比が 6.00 : 92.0 : 2.00 であるとき、ある鉄原子が接する全ての鉄原子が Fe になる確率はいくらか。

問10 体心立方格子の配列の鉄が、 ^{54}Fe 、 ^{56}Fe 、 ^{57}Fe の存在比が 6.00 : 92.0 : 2.00 であるとき、一つの体心立方格子の単位格子に含まれる全ての鉄原子が ^{56}Fe である確率はいくらか。

(2018 東京理科大・理 (応用化))

17. 次の文章を読んで、問いに答えよ。

鉄は原子番号 26 の遷移元素であり、地中に 4 番目に多く存在する元素である。資源が豊富で安価であり、機械的強度が強いため、鉄は身の回りで広く使われてきた。単体の鉄は、赤鉄鉱などの酸化物を原料として [ア] 内でコークスなどと一緒に加熱し還元することでえられる。[ア] からえられる鉄は [イ] と呼ばれ約 4% の炭や量の不純物を含む。この [イ] を [ウ] に移して酸素を吹き込み炭素を燃焼させての含有量を 1.7% 以下にしたものを [エ] は弾性に富み、丈夫であるので構造材料に用いられる。

鉄はさびやすいのが欠点である。鉄のさびやすい性質を克服するための工夫の一つとして合金を用いることがあり、約 20% の [オ] と約 10% の [カ] を含む合金であるステンレスは、様々な用途に利用されている。さびやすい性質を克服する別の方法として表面を他の素材で覆うことも行われている。表面を金で覆うのかめっきであり、鋼板に [キ] をめっきしたものがブリキ、[ク] をめっきしたものがトタンである。また鉄と濃硝酸との反応では鉄表面に (a) 酸化被膜ができ、腐食を起こさない状態 になることも知られている。南部鉄びん等にみられる表面の黒い鉄さびは鉄の表面を (b) 酸化物 で覆ったものである。さびをふせぐことは鉄以外の金属材料でも行われており、(c) アルミサッシやアルミ鍋などでは、表面に酸化被膜をつくる処理が行われている。

問 1 地殻中に鉄よりも多く存在する元素を多い順に元素記号で書け。

問 2 [ア] ~ [エ] に適当な語句を書け。

問 3 [オ] ~ [ク] に適当な元素名を書け。

問 4 下線部(a)の状態を何というか書け。

問 5 下線部(b)の化合物の化学式を書け。

問 6 下線部(c)の処理の名称を書け。

問 7 純粋な赤鉄鉱の Fe 含有量を質量%で求め、四捨五入して有効数字 3 桁で書け。

問8 鉄がさびる性質を利用しているものを以下からすべて選び、番号で書け。

1. 乾剤
2. 脱酸素剤
3. 使い捨てカイロ
4. 解熱剤

問9 トタンがさびにくい理由を、句読点を含めて40字以内で書け。

問10 鉄と硫酸との反応を化学式で書け。

(2013 早稲田大)

18. 次の文を読み、下記の問1～3に答えよ。

鉄は、金属元素の中でアルミニウムについて地殻中に多く存在する。鉄を含む鉱物には、赤鉄鉱(主成分 Fe_2O_3) や磁鉄鉱(主成分 Fe_3O_4) などがある。鉄は、溶鉱炉の中で、高温のコークスから発生する一酸化炭素と鉄鉱石を反応させることにより製造する。溶鉱炉から出た鉄は(イ)と呼ばれ、これは4%程度の炭素を含んでいる。(イ)を転炉に移して、酸素を吹き込むと、不純物の少ない鋼となる。

鉄を含む鉱物には、ほかにも黄鉄鉱(主成分 FeS_2) などがある。黄鉄鉱は硫黄の含有量が多いため鉄の原料として用いられることは少ないが、(1)黄鉄鉱を燃焼させ、生成した気体を空気で酸化し、それを水に溶かすことによって硫酸を得ることができる。

鉄はイオン化傾向が比較的大きくさびやすいが、濃硝酸には(ロ)となって反応しない。また、空気中で水蒸気と接触させると化学反応が起こり、その表面に水酸化物や酸化物が生じる。これらの反応は、さびの原因となる。さびから鉄を守る方法として、その表面に他の金属を析出させるめっき法がある。(2)鉄の表面に亜鉛をめっきしたものが(ハ)であり、スズをめっきしたものが(ニ)である。

問1 文中の空所(イ)～(ニ)それぞれにあてはまるもっとも適当な語句または物質名をしるせ。

問2 文中の下線部(1)の一連の反応により96.0%の濃硫酸(密度 $1.84\text{g}/\text{cm}^3$)を0.500L得るために必要な黄鉄鉱の質量をもとめよ。ただし、黄鉄鉱は FeS_2 のみから成るものとする。

問3 文中の下線部(2)の操作により、鉄が腐食されにくくなる理由を2行でしるせ。

(2008 立教大)

19. 次の文を読み、問1～問5に答えよ。ただし原子量は $\text{Fe}=56.0$ とし、標準状態での理想気体 mole の体積は 22.4L とする。

鉄は地殻中に存在する金属元素中で、アルミニウムに次いで多い。鉄の単体は、主に、^(ア)溶鉱炉中で高温のコークスから発生する一酸化炭素で赤鉄鉱を還元して製造される。このようにして得られる鉄を銑鉄という。銑鉄中の鉄の純度を調べるために、^(イ)質量を正確に測った銑鉄を希硫酸に溶かし、過マンガン酸カリウム水溶液で滴定した。この測定法の原理は、次のように説明される。

鉄は希硫酸と反応すると [a] ガスを発生して溶け、淡緑色の鉄(II)イオンを生じる。鉄(II)イオンは過マンガン酸カリウムにより [b] され、黄褐色の鉄(III)イオンとなる。したがって、この反応に要した過マンガン酸カリウムの量から鉄の量を計算で求めることができる。なお、過マンガン酸イオンは赤紫色であるが、鉄(II)イオンにより [c] されて無色のマンガン(II)イオンとなる。滴定の終点は、過マンガン酸イオンの色が消えなくなる点である。

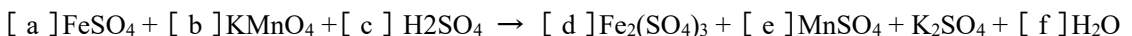
問1 文中の空欄 [a]～[c] に最も適する物質名または語句を解答欄に記せ。

問2 下線部(ア)にしたがい、次の操作で銑鉄をつくった。得られた鉄鉄は何 g か。最も近い値を下の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。

操作 標準状態で 100L の一酸化炭素を用いて、赤鉄鉱 Fe_2O_3 を高温下で完全に還元した。反応後の気体中には二酸化炭素が体積では 15.0% 含まれていた。ただし、消費された一酸化炭素は、鉄の還元のみに使われたものとする。

(1) 12.5 (2) 25.0 (3) 37.5 (4) 50.0 (5) 75.0 (6) 212

問3 下線部(イ)の滴定反応は、次の化学反応式で示される。[a]～[f]にあてはまる係数を答えよ。



問4 銑鉄中の鉄の純度を調べるために次の実験を行った。実験結果から鉄の純度は何%か、量も近い値を下の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。ただし、この試料に含まれる不純物は、過マンガン酸カリウムとは反応しないものとする。

実験 銑鉄試料 0.280g を 1.00mol/L の硫酸に溶解して 50.0mL とし、試料溶液とする。
この試料溶液 25.0mL を 2.00×10^{-2} mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、23.0mL を要した。

- (1) 35 (2) 46 (3) 49 (4) 69 (5) 92 (6) 98

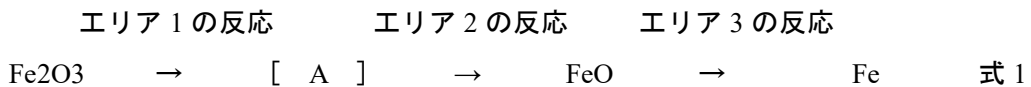
問5 鉄(Ⅲ)イオンを含む水溶液に、ある錯イオンの水溶液を加えたところ、濃青色(紺青)の沈殿を生じた。加えた錯イオンのイオン式を記せ。

(2007 福岡大)

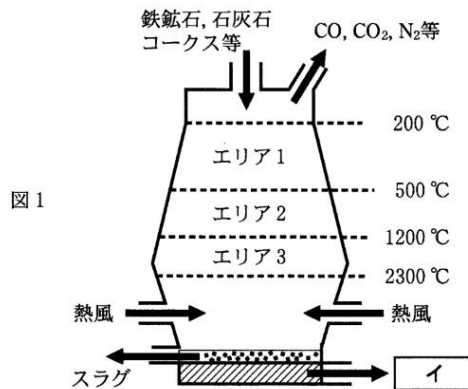
20. 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

鉄は、酸素，ケイ素，[ア]に次いで地殻中(地表付近)に質量比で多く存在する元素で、地殻中では一般に酸化物の形で存在している。われわれが利用している鉄は、鉄鉱石から精錬と呼ばれる過程をへて得られている。

図1は精錬に用いられる溶鉱炉の概路図である。Fe₂O₃などの酸化鉄を主成分とし、ケイ素や[ア]などを不純物として含む鉄鉱石を、コークス，①石灰石(CaCO₃)とともに溶鉱炉の上部から入れ、下部から約1300℃の熱風を送り込む。コークスの燃焼により、熱風は2000℃以上の高温になり、②コークスの炭素は還元性の強い気体である一酸化炭素となる。生成した一酸化炭素は溶鉱炉中のエリア1～3で式1のように段階的に酸化鉄を還元する。



この過程で得られる鉄は[イ]と呼ばれ、質量比で約3～5%の炭素をはじめ、硫黄やリンなどの不純物元素を含み、硬いがもろく、展性，延性に乏しい。さらに転炉において[イ]に高压の[ウ]を吹き込むことによって炭素などの不純物を約2%以下まで減らす。これにより、粘り強い性質をもつ[エ]が得られる。



問1 空欄[ア]～[エ]にあてはまる語句を書け。

問2 下線部①について、溶鉱炉上部より投入される石灰石(CaCO₃)の役割を50字以内で書け。

問3 下線部②について、一酸化炭素が発生する主な反応の化学反応式を書け。

問4 式1の中の化合物Aの化学式を書け。

問5 式1において Fe_2O_3 、化合物A および FeO が一酸化炭素で逐次還元される主な反応の化学反応式をそれぞれ書け、

(2006 大阪大)

解答

1. 2013 県立広島大



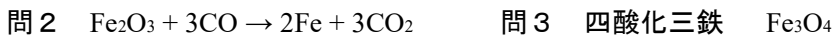
問2 ア 酸化鉄(Ⅲ) Fe_2O_3 イ 四酸化三鉄 Fe_3O_4

問3 A 淡緑色 B 緑白色 C 赤褐色 D 青白色 E 濃青色

2. 2016 福岡教育大

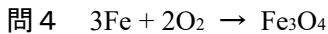
問1 ア 8 イ +2 ウ +3 エ 鋼

a ケイ素 b ニッケル c クロム d ネオジム



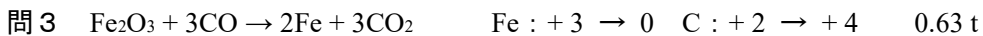
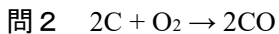
3. 2015 立教大

問1 f 問2 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ 問3 Fe_2O_3



4. 2016 鹿児島大

問1 ア 還元 イ 鉄鉱石 ウ コークス エ 銑鉄 オ 鋼鉄
カ 水素 キ トタン ク ブリキ ケ 不動態



問4 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$ 理由: 温室ガスの原因である CO_2 が発生しない。

問5 亜鉛の方がイオン化傾向が大きく、優先的に酸化され、鉄の酸化を妨げる。

問6 アルミニウム、ニッケルなど

5. 2017 東北大改

問1 ア Fe_2O_3 イ Fe_3O_4 ウ CO エ CO_2 オ C カ Cr



6. 2017 大阪府立大

問1 ア 還元 イ 陽子 ウ 遷移 エ 淡緑色 オ ターンブル青



問4 K(2)L(8)M(14)N(2) 問5 5.0×10^{-2} mol/L

問6 表面に酸化鉄の緻密な被膜ができ、不働態となるから。

7. 2016 宮崎大

問1 $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$ 問2 酸化鉄(Ⅲ) (Fe_2O_3) 問3 1 : 2

問4 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ 問5 ア 酸化物(酸化被膜) イ 不働態

問6 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ 問7 B, E 問8 B, C, D

8. 2015 日本女子大

問1 ① AgCl ② Na ③ Fe^{2+} ⑤ O_2 ⑥ OH^- 問2 ④ 2 ⑦ 1 ⑧ 4 ⑨ 4

問3 真空密閉された状態では鉄を酸化するための酸素が存在しないから 問4 e

9. 2017 大阪府立大

(a) ア 還元 イ 陽子 ウ 遷移 エ 淡緑 オ ターンブル青

(b) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ (c) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$ (d) K(2)L(8)M(14)N(2)

(e) 5.0×10^{-2} mol/L (f) 表面にち密な酸化被膜を生じ、不働態となるため。

10. 2014 金沢大

問1 ア コークス イ 銑鉄 ウ 酸素 エ 鋼 問2 オ ⑥ カ ④ キ ⑤ ク ⑦

問3 A : Fe_2O_3 B : Fe_3O_4 C : $\text{Fe}(\text{OH})_2$ D : $\text{Fe}(\text{OH})_3$ E : $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

問4 (1) 一酸化炭素 (2) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ 問5 (1) 水素

(2) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$ (3) 鉄の表面にち密な酸化被膜が生じ、不働態となるためほとんど反応しない。

11. 2015 近畿大

① 3 ② 4 ③ 3 ④ 5 ⑤ 4 ⑥ 4 ⑦ 5 ⑧ 6 ⑨ 10 ⑩ 4 ⑪ 5

12. 2018 横浜国立大

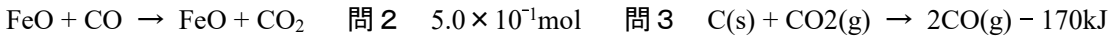
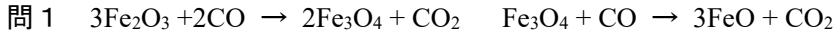
問1 あ 2 い 68 う 4 え 74 お 3 か 11 き 2 く 8 け 14 こ 2 さ +2

し 6 す 3 問2 a : O b : Si c : Al d : Fe_2O_3 e : Fe_3O_4 f : C g : CO

h : CaSiO_3 i : Zn j : ZnO k : Cr l : Ni 問3 ア 錯イオン イ イオン化傾向

問4 $7.8\text{g}/\text{cm}^3$

13. 2014 滋賀県立大



問4 高くすればよい 理由：問3より吸熱反応だから、ルシャトリエの原理により平衡が右に傾いてCOの濃度が高くなる 問5 $K_p = K_cRT$ 問6 6.3×10^{-1}

14. 2009 岩手大

問1 ア 3 イ 11 ウ コークス エ 銑鉄 オ 銅 カ 亜鉛 キ 濃青 ク 血赤



問4 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ 問5 鉄より亜鉛の方がイオン化傾向が大きいいため、亜鉛が先に溶けだし鉄の酸化を防ぐため 問6 0.24mol/L

15. 2009 大分大

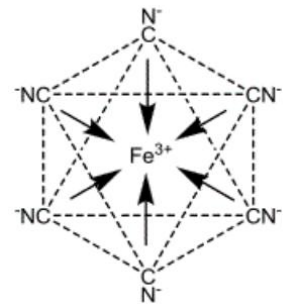
問1 ア 四酸化三鉄 イ 一酸化炭素 ウ 2 エ 濃 オ 鉄(II)

問2 CaCO_3 問3 68% 熱分解によりCaOとCO₂に分解し、CaOは不純物と反応してスラグを形成し、CO₂は高温のCと反応して還元力の強いCOを生成するという働き

問4 六方最密構造 面心立方格子

問5 トタン Zn ブリキ Sn

問6 ヘキサシアノ鉄(III)イオン 右図



16. 2018 東京理科大

問1 ア 遷移 イ Fe_2O_3 ウ Fe_3O_4 エ 精錬 オ 炭素 カ 一酸化炭素 キ 還元
ク スラグ ケ 銑鉄 コ 鋼 問2 Fe_3O_4 問3 $\text{Mg} > \text{Zn} > \text{Fe} > \text{Sn} > \text{Cu}$

問4 7 問5 6 問6 9 問7 55.9

問8 体心立方格子<面心立方格子=六方最密構造 問9 0.51 問10 0.846

17. 2013 早稲田大

問1 $\text{O} > \text{Si} > \text{Al}$ 問2 ア 溶鉱炉 イ 銑鉄 ウ 転炉 エ 銅 問3 オ クロム
カ ニッケル キ スズ ク 亜鉛 問4 不働態 問5 Fe_3O_4

問6 アルマイト処理 問7 69.9% 問8 2, 3

問9 イオン化傾向が $\text{Zn} > \text{Fe}$ なので、めっきしているZnの方が先に酸化されるため



18. 2008 立教大

問1 イ 銹鉄 ロ 不働態 ハ トタン ニ ブリキ 問2 $5.41 \times 10^2 \text{g}$

問3 亜鉛表面が酸化被膜に覆われ、水にさらされなくなるのに加え、傷ができて亜鉛の方が優先的に酸化されるから。

19. 2007 福岡大

問1 a 水素 b 酸化 c 還元 問2 2

問3 a 10 b 2 c 8 d 5 e 2 f 8 問4 5 問5 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$

20. 2006 大阪大

問1 ア アルミニウム イ 銹鉄 ウ 酸素 エ 鋼

問2 不純物である二酸化ケイ素やアルミナと反応しスラグとして分離浮遊させ、銹鉄の酸化を防ぐ役割 問3 $2\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}$ または $\text{C} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO}$

問4 Fe_3O_4

問5 $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$ $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} \rightarrow 3\text{FeO} + \text{CO}_2$

$\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{FeO} + \text{CO}_2$