埼玉医科大学

平成23年度一般入学試験問題

前期入学試験

理　科

化　　学

以下の問題で，体積の単位リットルはLで表す。また必要があれば次の値を用いよ。

原子量：H＝1.0　　He＝4.0　　C＝12　　N＝14　　O＝16　　Na＝23　　S＝32　　Cl＝35.5　　Fe＝56

気体定数＝8.31×10^3〔Pa･L/(K･mol)〕

1　次に示す実験Ⅰ～Ⅵを行った。下の問い(問1～3)に答えよ。

実験Ⅰ　赤紫色をした［1］の水溶液を硫酸で酸性にしてから無色の［2］の水溶液を加えると，水溶液が赤紫色からほぼ無色に変化するとともに，酸素が発生した。

実験Ⅱ　無色の［3］の水溶液に少量のデンプンを溶解し，硫酸で酸性にしてから［2］の水溶液を加えると，水溶液が無色から青紫色に変化した。

実験Ⅲ　実験Ⅱで得られた青紫色の水溶液に無色で刺激臭の気体の［4］を吹き込むと，水溶液が青紫色から無色に変化した。

実験Ⅳ　無色の［5］の水溶液を硫酸で酸性にしてから［1］の水溶液を加えると，二酸化炭素が発生した。

実験Ⅴ　気体の［4］と気体の［6］をそれぞれ水に溶解した水溶液をつくり，それらを混合すると白濁した。

実験Ⅵ　鉛(Ⅱ)イオンを含む水溶液に気体の［6］を吹き込むと，黒色の硫化物が沈殿した。

問1　［1］～［6］に入る物質(化学式)として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから1つずつ選べ。同じ解答番号には同じ物質が入るものとする。

① SO_2　　② H_2O_2　　③ KI　　④ $KMnO_4$　　⑤ H_2S　　⑥ $(COOH)_2$

問2　実験Ⅴで起こった化学変化として適切なものを，次の①～⑧のうちからすべて選べ。該当する番号をすべてマークせよ。［7］

① 硫黄の沈殿が生じた。
② 酸素が発生した。
③ 二酸化炭素が発生した。
④ ヨウ素が遊離した。
⑤ 酸化マンガン(Ⅳ)の沈殿が生じた。
⑥ 硫酸イオンが生じた。
⑦ ヨウ化物イオンが生じた。
⑧ 水が生じた。

問3　実験Ⅰ～Ⅵで使われた物質［1］～［6］を酸化剤または還元剤という観点でみるとき，還元剤どうしの組合せとして適切なものを，次の①～⑧のうちからすべて選べ。該当する番号をすべてマークせよ。［8］

① 実験Ⅰの［1］と実験Ⅱの［2］
② 実験Ⅰの［2］と実験Ⅲの［4］
③ 実験Ⅱの［2］と実験Ⅳの［1］
④ 実験Ⅱの［3］と実験Ⅳの［5］
⑤ 実験Ⅲの［4］と実験Ⅳの［5］
⑥ 実験Ⅲの［4］と実験Ⅴの［6］
⑦ 実験Ⅳの［1］と実験Ⅴの［6］
⑧ 実験Ⅴの［4］と実験Ⅵの［6］

2 気体の平衡に関する次の文章を読み，下の問い(問1～4)に答えよ。

四酸化二窒素(無色の気体)N_2O_4は常温で分解して二酸化窒素(赤褐色の気体)NO_2となる。密閉容器内ではN_2O_4とNO_2の間には次式のような化学平衡が成り立つ。

$$N_2O_4 \rightleftarrows 2\,NO_2$$

体積2.0 Lの密閉容器に純粋なN_2O_4を封入し温度を27 ℃に保つと，N_2O_4が0.014 molだけ分解して平衡状態Aに達し，容器内の圧力は1.0×10^5 Paとなった。

問 1 平衡状態Aにおける容器内のN_2O_4の物質量〔mol〕として最も近い数値を，次の①～⑤のうちから1つ選べ。

9 mol

① 0.012　② 0.026　③ 0.052　④ 0.066　⑤ 0.073

問 2 この実験から得られる平衡定数〔mol/L〕として最も近い数値を，次の①～⑥のうちから1つ選べ。 10 mol/L

① 1.9×10^{-3}　② 3.0×10^{-3}　③ 5.4×10^{-3}

④ 7.5×10^{-3}　⑤ 1.1×10^{-2}　⑥ 1.5×10^{-2}

問 3 平衡状態Aにおける容器内に体積と温度を一定のままヘリウムガスを注入し，容器内の圧力を増加させると，平衡はどのように移動するか。最も適切なものを，次の①～③のうちから1つ選べ。 11

① 右方向へ移動する。

② 左方向へ移動する。

③ 平衡は移動しない。

問 4 平衡状態Aの気体を加熱したところ気体の色が濃くなった。加熱前の平衡定数をK，加熱後の平衡定数をK′とすると，N_2O_4の分解反応は［ア］反応で，KとK′の大小関係は［イ］である。文章中の［ア］，［イ］に入る語または式の組合せとして最も適切なものを，次の①～⑥のうちから1つ選べ。 12

	ア	イ
①	発　熱	$K < K'$
②	吸　熱	$K < K'$
③	発　熱	$K > K'$
④	吸　熱	$K > K'$
⑤	発　熱	$K = K'$
⑥	吸　熱	$K = K'$

3 結晶に関する次の問い(問1～2)に答えよ。

問 1 結晶は，構成する粒子間の結合の仕方により，イオン結晶，共有結合の結晶，金属結晶，分子結晶の4つに大別される。表1に示す4種類の結晶について，該当する一般的性質として最も適切なものをA群の①～④のうちから，該当する物質の例として最も適切なものをB群の①～④のうちから，それぞれ1つずつ選べ。 13 ～ 20

表1

結晶の種類	A群(一般的性質)	B群(物質の例)
イオン結晶	13	14
共有結合の結晶	15	16
金属結晶	17	18
分子結晶	19	20

A 群

① 外部の力により粒子の位置が移動しても結合は保持されるため，結晶は壊れずに変形する。

② 固体では電気を通さないが，融解して液体になると電気を通す。

③ 粒子間の結合エネルギーは他の結晶に比べて小さく，融点は低い。

④ 決まった分子式をもたず，融点が高く，化学的に安定であることが多い。

B 群

① ヨウ素

② 二酸化ケイ素

③ 酸化カルシウム

④ 銅

問 2 図1はある金属結晶の単位格子である。次の(1)～(3)に答えよ。

(1) この結晶構造として最も適切なものを，次の①～③のうちから1つ選べ。 21

① 体心立方格子　② 面心立方格子　③ 六方最密構造

(2) この単位格子中の原子の個数として，最も適切な数字をマークせよ。 22

(3) この金属の単位格子の1辺の長さをL cm，単位格子中の原子の個数をn，結晶の密度をd g/cm^3，アボガドロ数をNとする。この金属の原子量を求める式として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから1つ選べ。 23

① $\frac{L^3N}{nd}$　② $\frac{nd}{L^3N}$　③ $\frac{nN}{dL^3}$　④ $\frac{dL^3}{nN}$　⑤ $\frac{dL^3N}{n}$

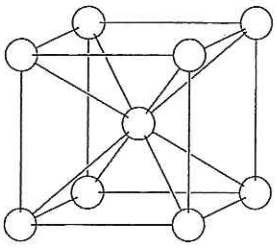

図1

4 鉄の製法に関する次の文章を読み，下の問い(問1～4)に答えよ。

赤鉄鉱や磁鉄鉱などの鉄鉱石を，溶鉱炉内でコークス(C)や石灰石とともに加熱する(図2)。溶鉱炉内で起こる反応は様々であるが，コークスやコークスからできた一酸化炭素により，鉄鉱石が還元されて鉄を生じる。

溶鉱炉から取り出された鉄を銑鉄(せんてつ)といい，炭素のほかにケイ素などの不純物を含み，硬くてもろい。

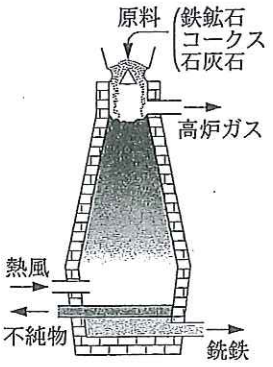

図2

問1 溶鉱炉内で起こる反応のうち，おもなものを以下に示した。ただし，一部の反応式の係数は(ア)～(ク)の記号で示してある。反応式の係数(ア)，(イ)，(ク)の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑨のうちから1つ選べ。 **24**

$2\,C + O_2 \longrightarrow 2\,CO$

$2\,Fe_2O_3 + 3\,C \longrightarrow 4\,Fe + 3\,CO_2$

(ア)Fe_2O_3 + (イ)CO ⟶ (ウ)Fe_3O_4 + (エ)CO_2

(オ)Fe_3O_4 + (カ)CO ⟶ (キ)FeO + (ク)CO_2

$FeO + CO \longrightarrow Fe + CO_2$

	(ア)	(イ)	(ク)
①	1	1	1
②	1	2	2
③	1	3	3
④	2	1	1
⑤	2	2	2
⑥	2	3	3
⑦	3	1	1
⑧	3	2	2
⑨	3	3	3

問2 赤鉄鉱中の酸化鉄(Ⅲ)の含有量を質量比90％とすると，1.0 t(1000 kg)の赤鉄鉱を還元して得られる銑鉄は何kgとなるか。最も近い値を，次の①～⑥のうちから1つ選べ。ただし，赤鉄鉱中の鉄はすべて酸化鉄(Ⅲ)として存在し，また，銑鉄には鉄以外の物質が質量比で5.0％含まれているものとする。 **25** kg

① 540　② 580　③ 620　④ 660　⑤ 700　⑥ 740

問 3　銑鉄に含まれる不純物や余分の炭素を除き，新たに別の金属を混合し，融解させると，様々な特性をもった合金が得られる。また，鉄以外の金属でも様々な合金をつくることができる。表 2 に示す合金の成分 [26] ～ [29] に該当する金属として最も適切なものを，下の①～⑩のうちから 1 つずつ選べ。⑩をマークする場合は，①と⓪をマークせよ。

表 2

合　金	合 金 の 成 分
ステンレス鋼	Fe, [26], Ni
ジュラルミン	[27], Cu, Mg, Mn
はんだ	[28], Pb
黄銅(しんちゅう)	Cu, [29]

① W　② Pb　③ Sn　④ Fe　⑤ Cr
⑥ Zn　⑦ Cu　⑧ Al　⑨ Ni　⑩ Co

問 4　次の文章中の [30] ～ [34] に入る語句，化学式として最も適切なものを，下の①～⑩のうちから 1 つずつ選べ。⑩をマークする場合は，①と⓪をマークせよ。

鉄を希硫酸に入れると水素を発生して溶け，[30] 色の水溶液となる。これに水酸化ナトリウム水溶液を加えると緑白色の沈殿 [31] を生じ，さらに空気中に放置すると，徐々に酸化されて赤褐色の沈殿 [32] に変化する。鉄(Ⅱ)イオンを含む水溶液に [33] の水溶液を加えると濃青色の沈殿を生じる。また，鉄(Ⅲ)イオンを含む水溶液に [34] の水溶液を加えると濃青色の沈殿を生じる。

① NH_3　② NaOH　③ $Ca(OH)_2$　④ $K_4[Fe(CN)_6]$　⑤ $K_3[Fe(CN)_6]$
⑥ 淡　青　⑦ 淡　緑　⑧ 淡　黄　⑨ $Fe(OH)_2$　⑩ $Fe(OH)_3$

5 油脂に関する次の文章を読み，下の問い(問１～４)に答えよ。必要があれば次の値を用いよ。

分子量：パルミチン酸＝256　ステアリン酸＝284　オレイン酸＝282　リノール酸＝280　リノレン酸＝278

大豆油から得られた油脂Ａの581.9ｇに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し，完全に加水分解したあと，常温に冷却して，溶液Ｂを得た(図３)。この溶液Ｂの半分をとり，ア塩化ナトリウム水溶液に加えると，固形物が生成したので，これをろ過して分離した。

次に，イ溶液Ｂの残りの半分に塩酸を加えて酸性としたのち，ジエチルエーテルで抽出すると，パルミチン酸($C_{15}H_{31}COOH$)[10％]，ステアリン酸($C_{17}H_{35}COOH$)[５％]，オレイン酸($CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$)[30％]，リノール酸($CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$)[50％]，およびリノレン酸($CH_3CH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$)[５％]からなる混合物Ｃが得られた([　]内は，混合物Ｃに占める脂肪酸の物質量[mol]の割合)。混合物Ｃの半分を，ニッケルを触媒として水素と反応させると，２種類の飽和脂肪酸からなる混合物140.6ｇが得られた。

一方，混合物Ｃの残りの半分を過マンガン酸カリウムで酸化すると，不飽和脂肪酸に含まれる二重結合(C=C)は炭素原子と炭素原子の間ですべて切断され，それぞれの炭素原子はカルボキシル基となった。その結果，反応しなかった飽和脂肪酸のほかに，ウ[X]種類のモノカルボン酸(１価カルボン酸)と[Y]種類のジカルボン酸(２価カルボン酸)が得られた。

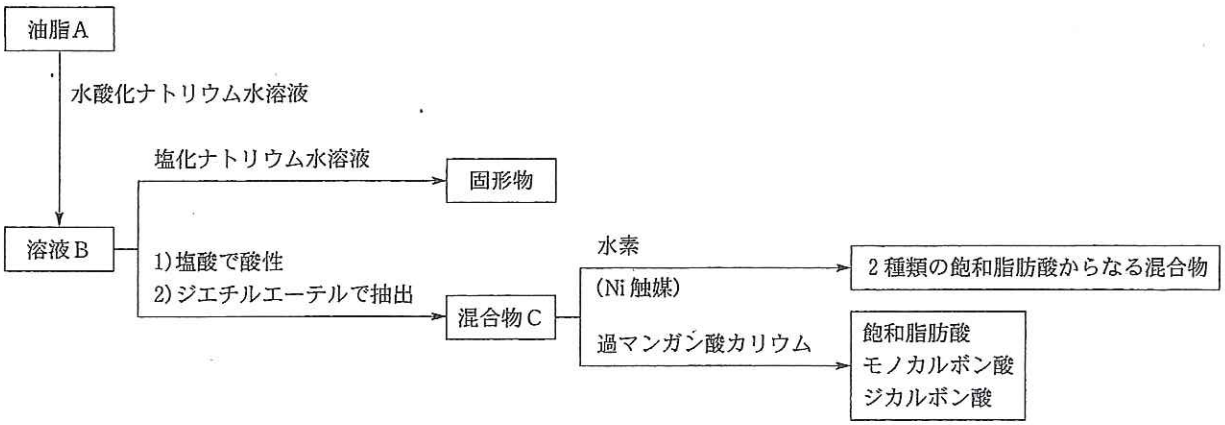

図３

問１　油脂Ａの平均分子量として最も近い数値を，次の①～⑥のうちから１つ選べ。[35]

①　806　　②　820　　③　842　　④　873　　⑤　890　　⑥　927

問２　下線部アに関して，この固形物に関する次の記述ａ～ｃについて，正誤の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから１つ選べ。[36]

ａ．この固形物は合成洗剤の一種である。

ｂ．この固形物は一定の融点を示す。

ｃ．この固形物の水溶液は酸性を示す。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問 3　下線部イに関して，溶液Bに塩酸を加えて酸性とする理由として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから1つ選べ。 37

① 溶液Bの中に残った水酸化ナトリウムを中和する。

② 溶液Bに対するジエチルエーテルの溶解度を上げる。

③ 溶液Bに対するジエチルエーテルの溶解度を下げる。

④ 溶液Bの中で，脂肪酸を遊離させる。

⑤ 溶液Bの中で，脂肪酸の分解を防ぐ。

⑥ ジエチルエーテルの中で，脂肪酸を遊離させる。

問 4　下線部ウに関して，次の(1)～(3)に答えよ。ただし，カルボン酸の炭素数については，カルボキシル基の炭素も含めて数えるものとする。

(1) X ，Y に入る最も適切な数字をそれぞれマークせよ。X 38　Y 39

(2) 下線部ウに示されたカルボン酸のうち，最も水に溶けやすいカルボン酸の炭素数は 40 41 である。十の位の数字を 40 に，一の位の数字を 41 にマークせよ。該当する位がない場合は，⓪をマークせよ。

(3) 下線部ウに示されたカルボン酸のうち，最も水に溶けにくいカルボン酸の炭素数は 42 43 である。十の位の数字を 42 に，一の位の数字を 43 にマークせよ。該当する位がない場合は，⓪をマークせよ。