

T 4 化 学

この冊子は、化学の問題で 1 ページより 13 ページまであります。

〔注 意〕

- (1) 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- (2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら、解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し、さらに受験番号をマークしてください。
- (3) 解答は、所定の解答用マークシートにマークしたものが採点されます。
- (4) 解答用マークシートについて
 - ① 解答用マークシートは、絶対に折り曲げてはいけません。
 - ② マークには黒鉛筆(H BまたはB)を使用してください。指定の黒鉛筆以外でマークした場合、採点できないことがあります。
 - ③ 誤ってマークした場合は、消しゴムで丁寧に消し、消しくずを完全に取り除いたうえ、新たにマークしてください。
 - ④ 解答欄のマークは、横 1 行について 1 箇所に限ります。2 箇所以上マークすると採点されません。あいまいなマークは無効となるので、はっきりマークしてください。
 - ⑤ 解答用マークシート上部に記載されている解答上の注意事項を、必ず読んでから解答してください。
- (5) 試験開始の指示があったら、初めに問題冊子のページ数を確認してください。
ページの落丁・乱丁、印刷不鮮明等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- (6) 問題冊子は、試験終了後、持ち帰ってください。

1.00 mol の気体の標準状態における体積は 22.4 L とする。また、原子量を必要とするときは、次の値を用いなさい。

H 1.0, C 12, N 14, O 16, Al 27, Cl 35.5, I 127

- 1 下記の文章中の空欄 (ア) ~ (ケ) には最も適当なものを指定された解答群から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。同じ番号を何度使ってもよい。また、空欄 ① ~ ⑭ にはあてはまる数字を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。数値は四捨五入し、指示された桁までマークしなさい。ただし、必要のない桁には 0 をマークしなさい。必要であれば、 $10^{0.1} = 1.3$ 、 $10^{0.9} = 7.9$ の数値を用いなさい。また、水のイオン積 K_w を $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ とする。 (25 点)

アルミニウムは、周期表の ① ② 族に属する元素で、最外殻の (ア) 殻にある 3 個の電子を失って 3 価の陽イオンになりやすい。このイオンの電子配置は、(イ) 殻に 8 個の電子をもつ (ウ) 原子の電子配列と同じである。アルミニウムの単体は酸および強塩基の水溶液と反応して水素を発生することから、アルミニウムは両性元素と呼ばれる。両性元素にはアルミニウムの他に (エ) などがある。10.8 g のアルミニウムに水酸化ナトリウム水溶液を加え、アルミニウムがすべて反応すると、標準状態で ③ ④ . ⑤ L の水素が発生する。

↑
小数点

アルミニウムの単体を濃硝酸に入れても表面にち密な酸化被膜ができて、それ以上反応しなくなる。この状態を (オ) という。アルミニウムは (カ) のような合金の材料としても用いられる。

硫酸アルミニウムの水溶液は、(キ) を示す。硫酸アルミニウムと硫酸カリウムの混合溶液を冷却すると、ミョウバンの結晶が析出する。硫酸アルミニウムと硫酸カリウムを物質量の比 1 : 2 で含む溶液を冷却するとき、析出するミョウバンの結晶中の硫酸アルミニウムと硫酸カリウムの物質量の比は、(ク) である。

解答群Ⅰ【アとイの解答群】

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 0 K | 1 L | 2 M | 3 N |
|-----|-----|-----|-----|

解答群Ⅱ【ウとエの解答群】

- | | | |
|---------|-------|----------|
| 0 ヘリウム | 1 ネオン | 2 アルゴン |
| 3 クリプトン | 4 硫 黄 | 5 マグネシウム |
| 6 マンガン | 7 銅 | 8 亜 鉛 |
| 9 銀 | | |

解答群Ⅲ【オの解答群】

- | | | | |
|--------|-------|-------|-------|
| 0 コロイド | 1 過飽和 | 2 凝 析 | 3 潮 解 |
| 4 不動態 | 5 分 極 | | |

解答群Ⅳ【カの解答群】

- | | | |
|----------|----------|----------|
| 0 ジュラルミン | 1 ステンレス鋼 | 2 しんちゅう |
| 3 はんだ | 4 トタン | 5 ポーキサイト |

解答群Ⅴ【キの解答群】

- | | | |
|-------|-------|-------|
| 0 中 性 | 1 酸 性 | 2 塩基性 |
|-------|-------|-------|

解答群Ⅵ【クの解答群】

- | | | | |
|----------|---------|---------|---------|
| 0 1 : 1 | 1 1 : 2 | 2 1 : 4 | 3 1 : 8 |
| 4 1 : 12 | 5 2 : 1 | 6 4 : 1 | 7 8 : 1 |
| 8 12 : 1 | | | |

塩化アルミニウムが希塩酸中に溶けている状態で、水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、水酸化アルミニウムの沈殿が生じる。水酸化アルミニウムは水に溶けにくい塩であるが、水中できわめて少量が溶けて飽和水溶液となる。溶けた水酸化アルミニウムは完全に電離してイオンになっており、沈殿が存在しているときには、イオンと沈殿との間に式 1 の平衡が成り立つ。



アルミニウムイオンおよび水酸化物イオンの濃度をそれぞれ $[\text{Al}^{3+}]$ および $[\text{OH}^-]$ と表すと、水酸化アルミニウムの溶解度積 K_{sp} は ケ と表される。

ここで、水酸化アルミニウムの K_{sp} を以下の実験で求めた。0.0483 g の塩化アルミニウム六水和物を希塩酸中に完全に溶解し、次いで水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、反応液の pH が 4.1 となったときに沈殿が生じ始めた。また、このときの反応液の体積は 50.0 mL であった。pH が 4.1 の溶液の $[\text{OH}^-]$ は

⑥ ⑦ $\times 10^{-\text{⑧\text{⑨}}$ mol/L であり、以上のことから水酸化アルミニウムの K_{sp} の値は ⑩ ⑪ $\times 10^{-\text{⑫\text{⑬}}$ と求められる。

↑
小数点

↑
指数

↑
指数

上記の反応液にさらに水酸化ナトリウム水溶液を加えると、水酸化アルミニウムと水酸化ナトリウムが反応し、反応液が透明になった。この反応により生じた錯イオンには水分子も配位結合しており、この錯イオンの配位数は、⑭ である。

解答群Ⅶ【ケの解答群】

- | | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 0 $[\text{Al}^{3+}][\text{OH}^-]$ | 1 $3[\text{Al}^{3+}][\text{OH}^-]$ | 2 $[\text{Al}^{3+}]^3[\text{OH}^-]$ |
| 3 $[\text{Al}^{3+}][\text{OH}^-]^3$ | 4 $3[\text{Al}^{3+}]^3[\text{OH}^-]$ | 5 $3[\text{Al}^{3+}][\text{OH}^-]^3$ |

右のページは白紙です。

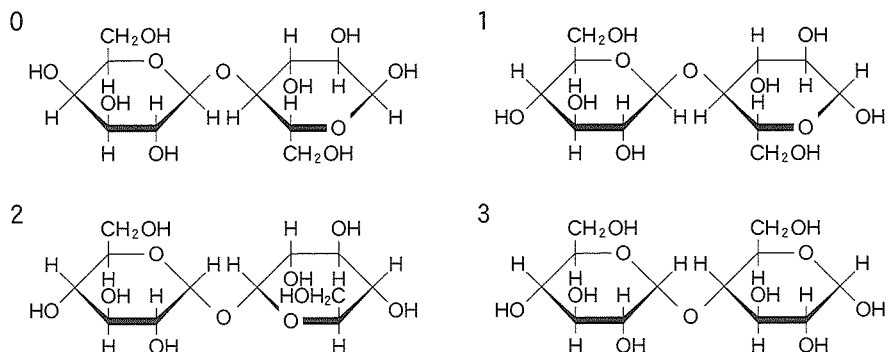
2 文章中の空欄 (ア) ～ (ケ) に最も適当なものを指定された解答群から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。また、① ～ ⑨ には最も適当な数字を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。ただし、小数点以下は切り捨て、必要のない桁には0をマークしなさい。(25 点)

- (1) 植物の細胞壁の主成分であるセルロースは、多数の (ア) 型のグルコースが1位と4位のヒドロキシ基だけを使って縮合重合してできた多糖類であり、セルロース分子間で (イ) 結合が作られるため、熱水や多くの溶媒に溶けない強い繊維状物質となる。セルロースはデンプンに比べて分解されにくい、希硫酸を加えて長時間加熱すると加水分解されグルコースとなる。一方、セルロースは (ウ) などの酵素によって加水分解され、二糖類の (エ) を経て最終的にグルコースが得られ、(エ)の化学構造は (オ) である。

解答群Ⅰ【(ア)～(エ)の解答群】

- | | | |
|-------------|------------|-----------|
| 00 α | 01 β | 02 共有 |
| 03 イオン | 04 水素 | 05 金属 |
| 06 リパーゼ | 07 アミラーゼ | 08 セルラーゼ |
| 09 インベルターゼ | 10 マルトース | 11 セロビオース |
| 12 スクロース | 13 ラクトース | |

解答群Ⅱ【(オ)の解答群】



(2) セルロースは化学修飾することで様々な日常生活に用いる物質として利用されている。例えば、セルロースに濃硫酸と濃硝酸の混合液(混酸)を作用させると、ヒドロキシ基の一部がエステル化された (カ) が生成し、これは無煙火薬の原料となる。一方、セルロースを濃い水酸化ナトリウム水溶液に浸してアルカリセルロースとしたのち二硫化炭素と反応させ、これを薄い水酸化ナトリウム水溶液に溶かすと (キ) となり、再生繊維の原料となる。

また、セルロースに無水酢酸と濃硫酸(触媒)を反応させると (ク) が生成する。さらに、この(ク)はおだやかに加水分解するとアセトンに可溶な (ケ) となり、半合成繊維の原料となる。

解答群 I [(カ)~(ケ)の解答群]

- | | |
|---------------|----------------|
| 00 アクリル | 01 モノアセチルセルロース |
| 02 ジアセチルセルロース | 03 トリアセチルセルロース |
| 04 ポリエチレン | 05 ビスコース |
| 06 ポリイソブレン | 07 ニトロセルロース |
| 08 セロハン | 09 シリコン |
| 10 ビニロン | 11 ポリエステル |
| 12 レーヨン | 13 ナイロン |

(3) セルロース 90 g から(カ)が 140 g が得られた。このとき、セルロース分子中のヒドロキシ基でエステル化されなかったものは、ヒドロキシ基全体の ① ② ③ % である。

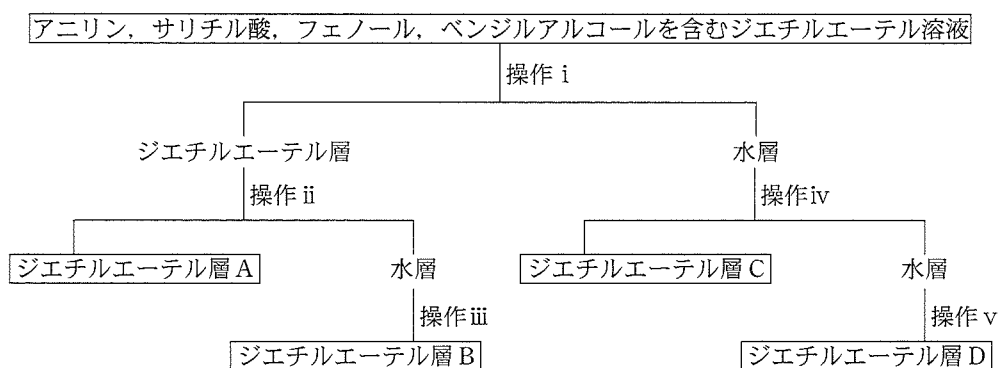
(4) セルロース 324 g と無水酢酸を完全に反応させ(ク)を生成するには、無水酢酸は少なくとも ④ ⑤ ⑥ g 必要である。

(5) (4)で生成された(ク)を加水分解すると(ケ)は ⑦ ⑧ ⑨ g 得られる。

- 3 (1)～(3)の文章中の空欄 (ア) ～ (テ) には最も適当なものを指定された解答群から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。また、空欄 ① ～ ④ にはあてはまる数字を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。ただし、必要のない桁には0をマークしなさい。

(25 点)

- (1) アニリン、サリチル酸、フェノール、ベンジルアルコールを、それぞれ 1.0 g ずつ含んだジエチルエーテル溶液(100 mL)がある。これら 4 種の有機化合物をジエチルエーテル層 A～D に分離するために、分液ろうとを用いて操作 i ～ v を行った。



【操作 i】 操作 i は ア , よく振り混ぜて静置した後, ジエチルエーテル層と水層を分離した。

【操作 ii】 操作 ii は イ , よく振り混ぜて静置した後, ジエチルエーテル層 A と水層を分離した。

【操作 iii】 操作 iii は ウ , よく振り混ぜて静置した後, ジエチルエーテル層 B と水層を分離した。

【操作 iv】 操作 iv は エ , よく振り混ぜて静置した後, ジエチルエーテル層 C と水層を分離した。

【操作 v】 操作 v は オ , よく振り混ぜて静置した後, ジエチルエーテル層 D と水層を分離した。

解答群 I 【アとイの解答群】

- 0 飽和塩化ナトリウム水溶液(50 mL)を加え
- 1 水(50 mL)を加えた後に二酸化炭素を十分に通じて
- 2 2 mol/L 塩酸(50 mL)を加え
- 3 2 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液(50 mL)を加え

解答群 II 【ウ～オの解答群】

- 0 ジエチルエーテル(50 mL)と飽和塩化ナトリウム水溶液(50 mL)を加え
- 1 二酸化炭素を十分に通じた後にジエチルエーテル(50 mL)を加えて
- 2 ジエチルエーテル(50 mL)と 6 mol/L 塩酸(50 mL)を加え
- 3 ジエチルエーテル(50 mL)と 6 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液(50 mL)を加え

ジエチルエーテル層 A には (カ)，ジエチルエーテル層 B には (キ)，ジエチルエーテル層 C には (ク)，ジエチルエーテル層 D には (ケ) が最も多く含まれた。

解答群Ⅲ【(カ)～(ケ)の解答群】

0 アニリン

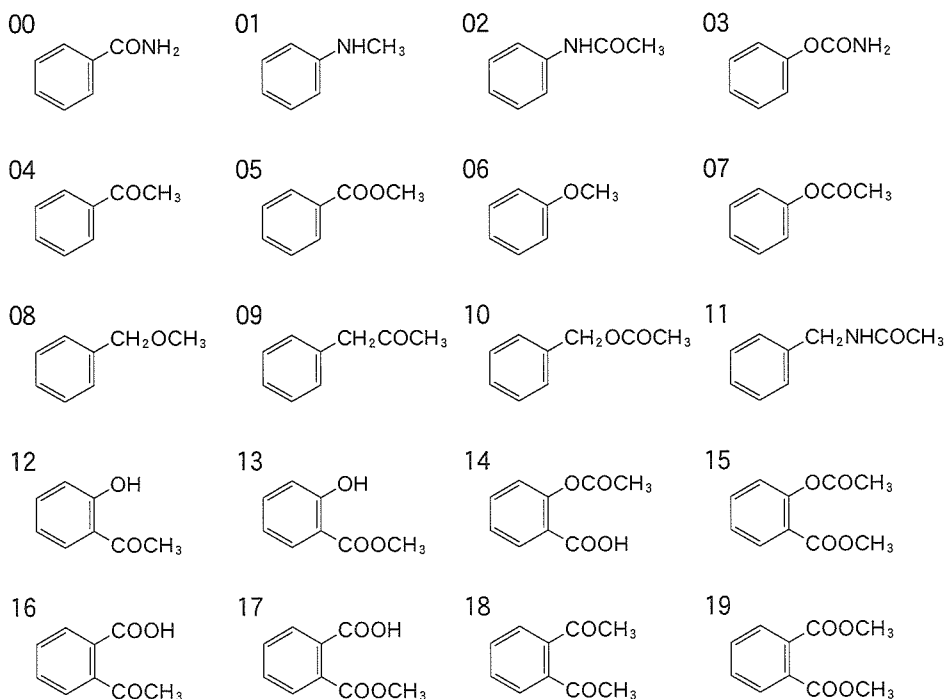
1 サリチル酸

2 フェノール

3 ベンジルアルコール

アニリン，サリチル酸，フェノール，ベンジルアルコールを，適当な反応条件下で無水酢酸と反応させた。アニリンから (コ)，サリチル酸から (サ)，フェノールから (シ)，ベンジルアルコールから (ス) が得られた。

解答群Ⅳ【(コ)～(ス)の解答群】



(2) 分子式 $C_8H_{10}O$ で表される芳香族化合物 E, F, G, H, I について、以下の反応 1 ~ 4 を行った。化合物 E と F はベンゼン環に 1 つの置換基をもつ化合物であり、化合物 G, H, I は 2 つの置換基をベンゼン環のパラ位にもつ化合物である。化合物 I は セ，化合物 J は ソ，化合物 K は タ，化合物 L は チ の性質をもつ。

【反応 1】 化合物 E は穏やかに酸化すると、還元性を示す化合物 J を生じた。

【反応 2】 化合物 F は不斉炭素を有し、酸化すると化合物 K を生じた。

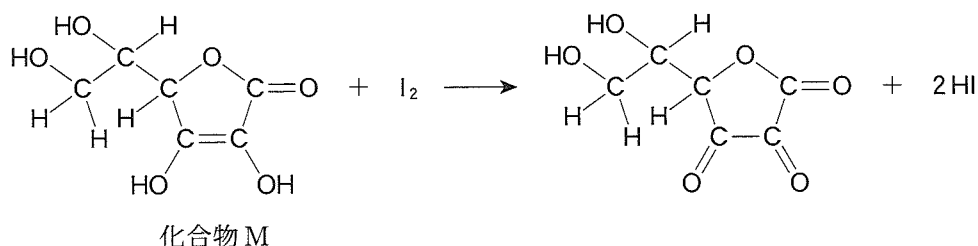
【反応 3】 化合物 G は金属ナトリウムを加えても水素を発生しなかったが、化合物 H と I は水素を発生した。

【反応 4】 化合物 H は過マンガン酸カリウムで完全に酸化すると 2 価のカルボン酸である化合物 L が生じた。

解答群 V 【セ～チの解答群】

- 0 エチレングリコールと縮合重合させた高分子は、ポリエステルとして広く用いられる。
- 1 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると青～紫色に変化する。
- 2 さらし粉水溶液を加えると赤紫色に呈色する。
- 3 フェーリング液に加えて加熱すると、赤色沈殿が生ずる。
- 4 メタノールおよび濃硫酸を加えて数分間加熱すると、特異臭をもつ油状物質が遊離した。生成物は消炎鎮痛薬として外用薬に用いられる。
- 5 ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると、特有の臭気をもつ黄色沈殿が生じる。
- 6 硫酸と加熱して分子内脱水反応させると、シスおよびトランス異性体が生成する。

(3) 以下には、化合物 M とヨウ素 I_2 との反応を示した。



- (a) 化合物 M には不斉炭素原子は ① 個存在する。
- (b) 上記の反応は (ツ) 反応である。
- (c) 化合物 M の立体異性体のうちの一つはアスコルビン酸であり、その性質を利用して (テ) に用いられている。
- (d) 上記の反応はアスコルビン酸の定量に用いられる。アスコルビン酸を含む溶液 10 mL を 0.05 mol/L のヨウ素液を用いて滴定したところ、反応の終点に達するまでに 20 mL 必要であった。
- アスコルビン酸溶液の濃度は、② . ③ ④ mol/L であることが分かった。
- ↑
小数点

解答群Ⅵ【(ツ)の解答群】

- | | | |
|--------|-------|-------|
| 0 酸化還元 | 1 脱 水 | 2 脱 離 |
| 3 中 和 | 4 付 加 | |

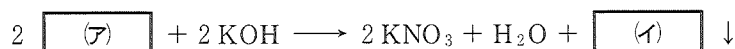
解答群Ⅶ【(テ)の解答群】

- | | |
|----------------|----------------|
| 0 色を鮮やかに見せる発色剤 | 1 塩基として pH 調整剤 |
| 2 香りを着けるために着香料 | 3 還元剤として酸化防止剤 |
| 4 酸化力を使用して殺菌剤 | |

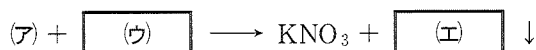
右のページは白紙です。

- 4 (1)～(11)の実験結果を表す化学反応式中の空欄 (ア) ～ (ト) にあてはまる最も適当な化学式を解答群の中から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。ただし、複数の実験結果にわたって記載されている場合でも、同じ記号の箇所には同じ化学式があてはまるものとする。また、空欄 ① ～ ⑤ には、これにあてはまる係数を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。(25 点)

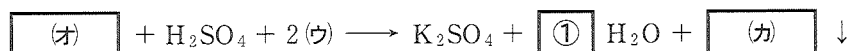
(1) (ア)の水溶液に水酸化カリウム水溶液を加えると、(イ)の褐色沈殿が生成した。



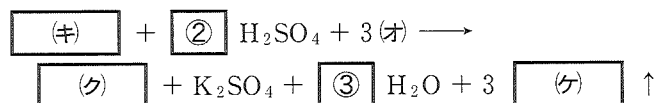
(2) (ア)の水溶液に(ウ)の水溶液を加えると、(エ)の黄色沈殿が生成した。



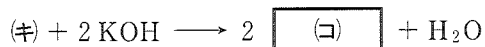
(3) (オ)の水溶液を硫酸酸性にした後に(ウ)の水溶液を加えると、(カ)が生成し、溶液が褐色に変化した。



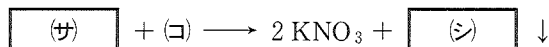
(4) 硫酸酸性の(キ)水溶液に(オ)の水溶液を加えると、気体(ケ)が発生した。



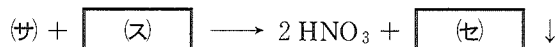
(5) (キ)の水溶液に水酸化カリウム水溶液を加えると、(コ)が生成して溶液が赤橙色から黄色に変化した。



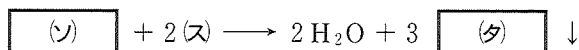
- (6) (サ)の水溶液に(コ)の水溶液を加えると、(シ)の黄色沈殿が生成した。



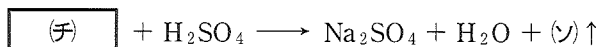
- (7) (サ)の水溶液に(ス)の水溶液を加えると、(セ)の黒色沈殿が生成した。



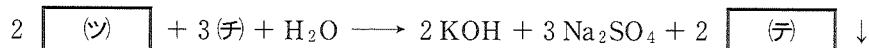
- (8) (ソ)の水溶液に(ズ)の水溶液を加えると、(タ)が生成して白濁した。



- (9) (チ)に希硫酸を加えると、気体(ツ)が発生した。



- (10) (ツ)の水溶液に(テ)の水溶液を加えると、(ト)の黒色沈殿が生成した。



- (11) 赤紫色の(ツ)水溶液に(ソ)の水溶液を加えると、ほぼ無色の溶液となった。



解答群

00 AgBr	01 AgCl	02 Ag ₂ CrO ₄
03 AgI	04 AgNO ₃	05 Ag ₂ O
06 Ag ₂ S	07 BaCrO ₄	08 Ba(NO ₃) ₂
09 BaSO ₄	10 Br ₂	11 CO ₂
12 Cl ₂	13 Cr(NO ₃) ₃	14 Cr ₂ (SO ₄) ₃
15 Cu(NO ₃) ₂	16 Cu(OH) ₂	17 CuS
18 Fe(NO ₃) ₂	19 Fe(NO ₃) ₃	20 Fe(OH) ₂
21 Fe(OH) ₃	22 FeS	23 H ₂
24 HBr	25 H ₂ C ₂ O ₄	26 HCl
27 HI	28 H ₂ O ₂	29 H ₂ S
30 I ₂	31 KBr	32 KCl
33 K ₂ CrO ₄	34 K ₂ Cr ₂ O ₇	35 KI
36 KMnO ₄	37 MnO ₂	38 MnSO ₄
39 Na ₂ CO ₃	40 NaHCO ₃	41 Na ₂ SO ₃
42 NaHSO ₃	43 O ₂	44 PbCl ₂
45 PbCrO ₄	46 Pb(NO ₃) ₂	47 Pb(OH) ₂
48 PbS	49 PbSO ₄	50 S
51 SO ₂	52 Zn(NO ₃) ₂	53 Zn(OH) ₂
54 ZnS		

左のページは白紙です。

