

第 1 回

実戦問題 解答・解説

●設問別正答率表

解答番号	1. ①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	2. ⑨	⑩
配点	3点	3点	3点	3点	4点	3点	3点	3点	3点	4点
正答率(%)	71.3	89.4	72.0	56.9	62.7	59.5	58.7	45.9	45.1	34.0
解答番号	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯				
配点	3点	3点	3点	3点	3点	3点				
正答率(%)	23.8	45.2	44.8	69.1	51.1	29.5				

●設問別平均点・標準偏差表

設問	設問内容	配点	全体	現役	既卒	標準偏差
1	物質の構成	25	16.1	15.4	17.2	5.7
2	物質の変化	25	10.6	10.2	11.3	6.3
	合計	50	26.7	25.5	28.6	10.4

●第1回 得点別偏差値・順位表

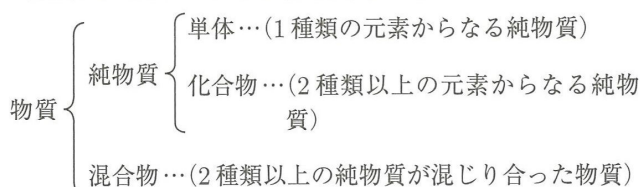
得点	偏差値	順位	得点	偏差値	順位	得点	偏差値	順位
50	72.4	1						
49	71.4		29	52.2	3201	9	33.0	7594
48	70.5		28	51.3	3367	8	32.0	
47	69.5	76	27	50.3	3936	7	31.1	7784
46	68.6	238	26	49.3	4104	6	30.1	7813
45	67.6		25	48.4	4227	5	29.1	
44	66.6	259	24	47.4	4729	4	28.2	7936
43	65.7	490	23	46.5	4971	3	27.2	7944
42	64.7	575	22	45.5	5039	2	26.3	
41	63.8	577	21	44.5	5466	1	25.3	
40	62.8	872	20	43.6	5793	0	24.3	7999
39	61.8	1037	19	42.6	5834			
38	60.9	1049	18	41.6	6187			
37	59.9	1344	17	40.7	6497			
36	58.9	1594	16	39.7	6509			
35	58.0	1623	15	38.8	6745			
34	57.0	1903	14	37.8	7042			
33	56.1	2298	13	36.8	7048			
32	55.1	2370	12	35.9	7202			
31	54.1	2618	11	34.9	7515			
30	53.2	3085	10	34.0	7516			

解 説

第 1 問

問 1 1 正解 ③

物質は、以下のように分類される。



純物質は、構成する元素の割合が変わらないため、その物質に固有の密度や融点などがある。混合物は、混じり合う物質の割合が変わると、構成する元素の割合が変わり、その結果、密度や融点などが変化する。

①～⑥の各物質を分類すると、以下のようになる。

単 体：黒鉛(C)，アルゴン(Ar)，斜方硫黄(S₈)

化合物：塩化ナトリウム(NaCl)

混合物：塩酸(塩化水素 HCl が水に溶けたもの)，

海水(塩化ナトリウムなど複数の塩が水に溶けたもの)

問 2 2 正解 ⑤

典型元素が単原子イオンを形成するとき、一般に最も原子番号の近い貴ガス(希ガス)と同じ電子配置となる。ネオン Ne の原子番号は 10 なので、原子番号が 10 に近い ${}_8\text{O}^{2-}$ 、 ${}_9\text{F}^-$ 、 ${}_{11}\text{Na}^+$ 、 ${}_{12}\text{Mg}^{2+}$ 、 ${}_{13}\text{Al}^{3+}$ などが当てはまる。

①(誤) ${}_{19}\text{K}$ は K 殻に 2 個、L 殻に 8 個、M 殻に 8 個、N 殻に 1 個の電子がある。よって N 殻の電子を 1 個放出して K^+ となり、アルゴン Ar と同じ電子配置となる。

②(誤) ${}_{17}\text{Cl}$ は K 殻に 2 個、L 殻に 8 個、M 殻に 7 個の電子がある。よって M 殻に電子を 1 個受け入れて Cl^- となり、アルゴン Ar と同じ電子配置となる。

③(誤) ${}_3\text{Li}$ は K 殻に 2 個、L 殻に 1 個の電子がある。よって L 殻の電子を 1 個放出して Li^+ となり、ヘリウム He と同じ電子配置となる。

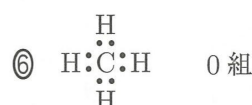
④(誤) ${}_{16}\text{S}$ は K 殻に 2 個、L 殻に 8 個、M 殻に 6 個の電子がある。よって M 殻に電子を 2 個受け入れて S^{2-} となり、アルゴン Ar と同じ電子配置となる。

⑤(正) ${}_9\text{F}$ は K 殻に 2 個、L 殻に 7 個の電子がある。よって L 殻に電子を 1 個受け入れて F^- となり、ネオン Ne と同じ電子配置となる。

⑥(誤) ${}_{20}\text{Ca}$ は K 殻に 2 個、L 殻に 8 個、M 殻に 8 個、N 殻に 2 個の電子がある。よって N 殻の電子を 2 個放出して Ca^{2+} となり、アルゴン Ar と同じ電子配置となる。

問 3 a 3 正解 ⑥

①～⑥の各分子の電子式と非共有電子対の組の数を示す。



したがって、非共有電子対をもたないのは、 CH_4 (⑥) である。

b 4 正解 ②

異なる元素の原子どうしがつくる共有結合では、電気陰性度のより大きい原子の方に共有電子対がかたよって存在している。そのため、電気陰性度のより大きい原子の方は少しだけ負の電荷をもち、電気陰性度のより小さい原子の方は少しだけ正の電荷をもつ。このように、結合に電荷のかたよりが生じていることを、結合に極性があるという。

一方、同じ元素の原子間で共有結合をつくると、電気陰性度に差がないので、結合に電荷のかたよりを生じない。したがって、分子内の結合に極性がないのは、 Cl_2 (②) である。

問 4 5 正解 ⑥

M の原子量を x とすると、酸化物 MO と単体 M のモル質量はそれぞれ $x + 16$ [g/mol]、 x [g/mol] である。酸化物 MO と生成する単体 M は同じ物質質量であるから、

$$\frac{3.00 \text{ g}}{x + 16 [\text{g/mol}]} = \frac{2.40 \text{ g}}{x [\text{g/mol}]}$$

$$\therefore x = 64$$

〈別解〉酸化物 MO 3.00 g を還元すると M の単体が 2.40 g 得られたから、酸化物 MO 中に含まれる酸素原子 O の質量は、

$$3.00 \text{ g} - 2.40 \text{ g} = 0.60 \text{ g}$$

酸化物 MO 中の M と O の物質質量比は 1 : 1、つまり同じ物質質量であるから、

$$\frac{2.40 \text{ g}}{x [\text{g/mol}]} = \frac{0.60 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}}$$

$$\therefore x = 64$$

問 5 6 正解 ⑧

ヨウ素は昇華性のある物質であり、加熱するとすぐに固体から気体に変化する。生成したヨウ素の気体を冷やすとまた固体に戻るため、これを利用してヨウ素だけを取り出すことができる。実験装置ウでは、加熱により生成したヨウ素の気体が、冷水の入ったフラスコにより冷やされて、フラスコの底の部分にヨウ素の結晶が析出する。

実験装置アはろ過を行う装置であり、液体とその液体に溶けない固体を分離するための装置である。

例：砂の混じった食塩水から砂を分離

実験装置イは抽出を行う装置であり、溶媒に対する溶けやすさの違いを利用して、目的の物質のみを分離するための装置である。

例：ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液(ヨウ素液)からヨウ素を分離

問6 7 正解 ④

①(正) 固体が液体に変化することを融解、液体が固体に変化することを凝固、液体が気体に変化することを蒸発、気体が液体に変化することを凝縮、固体が直接気体に変化することを昇華という。また、気体が直接固体に変化することを凝華ということがある。

②(正) 固体は、分子間に強い引力がはたらいているため、分子が規則正しく並んでおり、分子間の距離は小さい。また、互いの位置関係を変えることなく、振動などの熱運動をしている。液体は、分子間に引力がはたらいているが、分子の配列は無秩序であり、熱運動により位置を変えることができる。分子間の平均の距離は固体より少し大きい(水など例外もある)。

③(正) 気体は、分子間の平均の距離が非常に大きく、分子間の引力はほとんどはたらかない。分子が互いの影響をほとんど受けずに、激しく飛び回っている。

④(誤) 沸点は、沸騰するときの温度である。沸騰とは、液体表面からだけでなく液体内部からも起こる激しい蒸発(気化)のことであり、沸騰すると液体内部から大きな泡が発生することが確認できる。例えば液体を常温で長時間放置すると液体の量が減少することからわかるように、沸点より低い温度でも、蒸発が起こっている。

⑤(正) 分子間の平均の距離は液体よりも気体の方が大きいので、体積も大きくなる。

問7 8 正解 ①

①(誤) 洗剤は、水になじみやすい部分(親水基)と、水になじみにくく油になじみやすい部分(疎水基)の両方をもつため、水にも油にも溶けやすい。水中で油污れに洗剤を加えると、洗剤の疎水基部分が油污れにくっついて、油污れを包み込んで繊維や食器から引き離す。

②(正) プラスチックは、単量体とよばれる比較的小分子の小さな分子が重合することで得られる。プラスチックは軽くて加工がしやすいことなどから、ペットボトル(ポリエチレンテレフタレート)、ポリ袋(ポリエチレン)、パイプ(ポリ塩化ビニル)など、身の回りのさまざまな製品に用いられている。

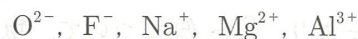
③(正) アルミニウム合金の代表例として、ジュラルミンが挙げられる。ジュラルミンは軽くて強いので、航空機や鉄道車両などに用いられている。

④(正) 単体の鉄は、赤鉄鉱(主成分 Fe_2O_3)などの鉄鉱石を原料とし、コークス(炭素)と石灰石を加えて溶鉱炉で高温の空気を送りこむことにより得られる。溶鉱炉内では、鉄鉱石が還元され、鉄が作られる。

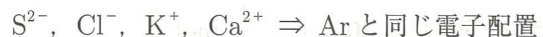
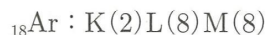
⑤(正) ケイ素の単体は、金属と非金属の中間の電気伝導性を示し、純度の高いケイ素は、半導体として太陽電池やコンピュータのLSI(大規模集積回路)などに用いられている。

ポイント

Ne と Ar の電子配置



⇒ Ne と同じ電子配置



結合の極性と分子の極性

・結合の極性…異なる元素の原子どうしの共有結合では、二原子間に電荷の偏りを生じる。これを結合の極性という。二原子間の電気陰性度の差が大きいほど結合の極性は大きい。

・極性分子…分子全体として極性をもつ分子。

例：HCl, H_2O など

・無極性分子…分子全体として極性をもたない分子。

結合に極性がある場合でも、分子全体でそれらが打ち消されているときは無極性分子となる。

例： H_2 , Cl_2 , CO_2 , CH_4 など

混合物の分離

ろ過：液体中に混ざっている不溶性の固体物質を、粒径の差を利用してろ紙などを用いて分離する。

蒸留：成分物質の沸点の差を利用して、液体を分離する。特に2種類以上の液体混合物を、蒸留によって各成分に分離する方法を分留という。

再結晶：不純物を含む結晶を高温の液体に溶かしてから冷却し、温度による溶解度の差を利用して、純粋な結晶を析出させる。

抽出：物質の溶媒への溶解度の差を利用して、混合物から特定の成分だけを液体中に溶かして分離する。

昇華法：ヨウ素やナフタレンなどの昇華しやすい物質の性質を利用して分離する。

物質の三態とその変化



第2問

問1 9 正解③

同温・同圧において、気体の体積は物質質量に比例する。同じ質量での比較なので、例えば、それぞれの気体1gあたりの物質質量を求めて比較すればよい。

物質質量 = $\frac{\text{質量}}{\text{モル質量}}$ より、①～⑤について、物質質量は以下のように表される。

- ① Ar の分子量は 40 より、 $\frac{1}{40}$ mol
- ② O₃ の分子量は $16 \times 3 = 48$ より、 $\frac{1}{48}$ mol
- ③ F₂ の分子量は $19 \times 2 = 38$ より、 $\frac{1}{38}$ mol
- ④ CO₂ の分子量は $12 + 16 \times 2 = 44$ より、 $\frac{1}{44}$ mol
- ⑤ C₃H₈ の分子量は $12 \times 3 + 1.0 \times 8 = 44$ より、 $\frac{1}{44}$ mol

したがって、物質質量は F₂ (③) が最も大きい。よって、体積が最も大きい気体は ③ である。

問2 10 正解①

硫酸水溶液の密度を d [g/cm³] とする。硫酸水溶液が 1.0 L (1000 cm³) あるとすると、その質量は

$$1000 \text{ cm}^3 \times d \text{ [g/cm}^3\text{]} = 1000d \text{ [g]}$$

質量パーセント濃度は a [%] なので、含まれる硫酸の質量は、

$$1000d \text{ [g]} \times \frac{a}{100} = 10ad \text{ [g]}$$

硫酸 H₂SO₄ の分子量は $1.0 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 98$ より、硫酸の物質質量は、

$$\frac{10ad \text{ [g]}}{98 \text{ g/mol}} = \frac{ad}{9.8} \text{ [mol]} \quad \dots(i)$$

一方、モル濃度 C [mol/L] なので、水溶液 1.0 L に含まれる硫酸の物質質量は、

$$C \text{ [mol/L]} \times 1.0 \text{ L} = C \text{ [mol]} \quad \dots(ii)$$

(i) と (ii) が等しいので、

$$C = \frac{ad}{9.8} \text{ より、} d = \frac{9.8C}{a} \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

問3 11 正解⑤

生じた一酸化炭素 CO を x [mol]、二酸化炭素 CO₂ を y [mol] とする。反応式の係数より、各物質質量の比は、

$$C : CO = 1 : 1$$

$$C : CO_2 = 1 : 1$$

したがって、燃焼させた黒鉛の物質質量は、生じた CO と CO₂ の物質質量の和に等しい。

黒鉛の原子量は 12 (モル質量は 12 g/mol) より、燃焼させた黒鉛 12 g の物質質量は、 $\frac{12 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}} = 1.0 \text{ mol}$ なので、

$$x + y = 1.0 \text{ mol} \quad \dots(i)$$

一方、反応式の係数より、各物質質量の比は、

$$O_2 : CO = 1 : 2$$

$$O_2 : CO_2 = 1 : 1$$

したがって、消費された O₂ の物質質量は CO の物質質量の $\frac{1}{2}$ と CO₂ の物質質量の和に等しい。消費された O₂ は 0.80 mol なので、

$$\frac{x}{2} + y = 0.80 \text{ mol} \quad \dots(ii)$$

(i), (ii) より、 $x = 0.40 \text{ mol}$, $y = 0.60 \text{ mol}$ よって、物質質量の比 (CO : CO₂) について、

$$x : y = 0.40 : 0.60 = 2 : 3$$

問4 12 正解④

ブレンステッド・ローリーの定義によると、水素イオンを与える分子やイオンが酸、水素イオンを受け取る分子やイオンが塩基である。

a HCO₃⁻ は、OH⁻ に H⁺ を与えて CO₃²⁻ になっているので、酸としてはたらいっている。

b HCO₃⁻ は、HCl から H⁺ を受け取って H₂O と CO₂ になっているので、塩基としてはたらいっている。

c H₂O は、CH₃COOH から H⁺ を受け取って H₃O⁺ になっているので、塩基としてはたらいっている。

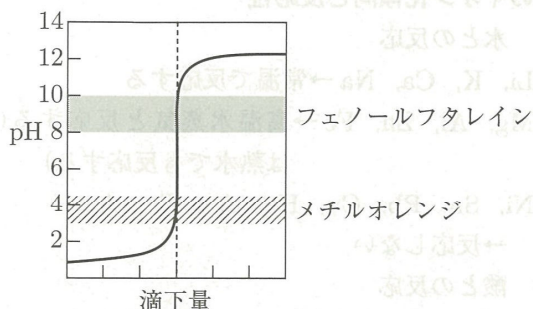
d H₂O は、NH₃ に H⁺ を与えて OH⁻ になっているので、酸としてはたらいっている。

したがって、ブレンステッド・ローリーの定義におい

て、塩基であるものは**b**と**c**である。

問5 a **13** 正解①

硫酸のような強酸と、水酸化ナトリウムのような強塩基との中和滴定では、中和点は7付近になり、その前後で、pHは急激に変化する。よって、硫酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したときの滴定曲線はアになる。そのため、変色域が中和点付近の急激なpH変化の範囲内にあるフェノールフタレインとメチルオレンジのどちらを用いても中和点を知ることができる。よって、指示薬は、フェノールフタレインとメチルオレンジのどちらでもよい。



b **14** 正解④

化学反応式は次の通り。



中和点までに、酸が放出した水素イオン H^+ の物質量 [mol] と、塩基が放出した水酸化物イオン OH^- の物質量 [mol] は等しい。

H_2SO_4 は2価、 NaOH は1価なので、硫酸水溶液の濃度を x [mol/L] とすると、次式が成り立つ。

$$2(\text{価}) \times x [\text{mol/L}] \times \frac{10.0}{1000} \text{L} = 1(\text{価}) \times 0.25 \text{mol/L} \times \frac{12.0}{1000} \text{L}$$

$$\therefore x = 0.15 \text{mol/L}$$

問6 **15** 正解②

ある物質が還元剤としてはたらいっているとき、その物質は酸化されており、物質中の特定の原子の酸化数は増加する。したがって、酸化数の変化を調べればよい。下線部の物質の酸化数の変化は次の通り。

- ① H: +1 → +1, Cl: -1 → -1
- ② Li: 0 → +1
- ③ H: +1 → +1, S: +6 → +6, O: -2 → -2
- ④ S: +4 → 0, O: -2 → -2
- ⑤ H: +1 → +1, O: -1 → -2

よって、還元剤としてはたらいっているのはLi(②)である。

問7 **16** 正解③

問題文より、金属AはNaかMgのいずれか、金属Bと金属CはFe, Cu, Agのいずれかである。

実験1より、Aは冷水に溶けて水素を発生するので、Naである(Mgは冷水に溶けない)。



実験2より、希塩酸に溶けないのはCuとAgであるから、BはCuとAgのいずれかである。CuとAgはいずれも希硝酸には溶ける。

実験3より、Cのイオンを含む水溶液にBの単体を入れると、Cのイオンが還元されて、Bがイオンになったことがわかる。



したがって、BとCのイオン化傾向の大小関係は、 $\text{B} > \text{C}$ である。実験2より、BはCuかAgのいずれかなので、BはCu、CはAgである。

以上より、Aはナトリウム、Bは銅、Cは銀と決まる。

ポイント

物質量の求め方

$$\begin{aligned} \text{物質量} [\text{mol}] &= \frac{\text{標準状態における気体の体積} [\text{L}]}{22.4 \text{ L/mol}} \\ &= \frac{\text{粒子の個数}}{\text{アボガドロ定数} [/\text{mol}]} = \frac{\text{質量} [\text{g}]}{\text{モル質量} [\text{g/mol}]} \end{aligned}$$

溶液の濃度

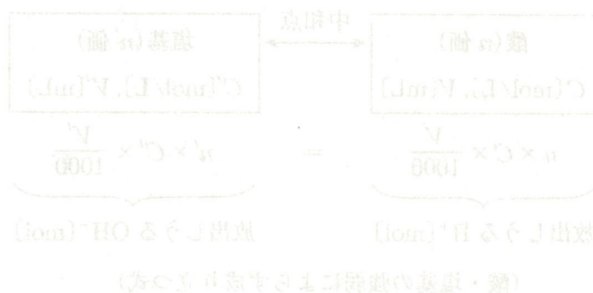
$$\begin{aligned} \text{質量パーセント濃度} [\%] &= \frac{\text{溶質の質量} [\text{g}]}{\text{溶液の質量} [\text{g}]} \times 100 \\ \text{モル濃度} [\text{mol/L}] &= \frac{\text{溶質の物質量} [\text{mol}]}{\text{溶液の体積} [\text{L}]} \end{aligned}$$

溶液中の溶質の物質量の求め方

$$\begin{aligned} \text{溶質の物質量} [\text{mol}] \\ &= \text{溶液のモル濃度} [\text{mol/L}] \times \text{溶液の体積} [\text{L}] \end{aligned}$$

ブレンステッド・ローリーによる酸・塩基の定義

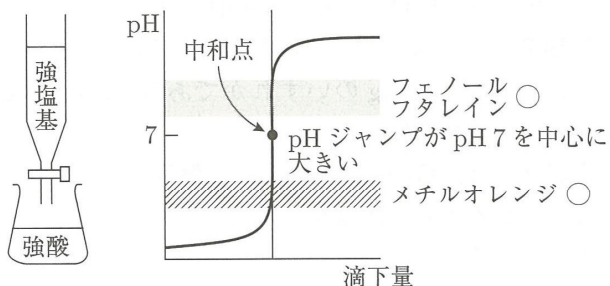
酸 → 水素イオンを与える分子・イオン
塩基 → 水素イオンを受け取る分子・イオン



いろいろな滴定曲線と指示薬

滴定曲線：中和滴定において加えた酸または塩基の体積と混合溶液の pH との関係を表した曲線。

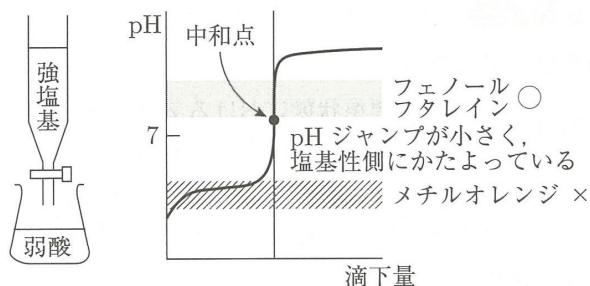
強酸と強塩基の滴定⇒生成する正塩の水溶液：中性



指示薬：フェノールフタレイン，メチルオレンジともに使用できる

弱酸と強塩基の滴定

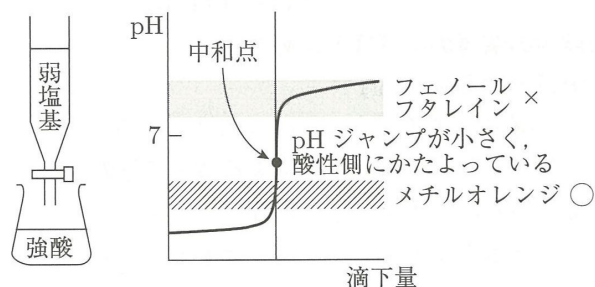
⇒生成する正塩の水溶液：弱塩基性



指示薬：フェノールフタレインのみ使用できる

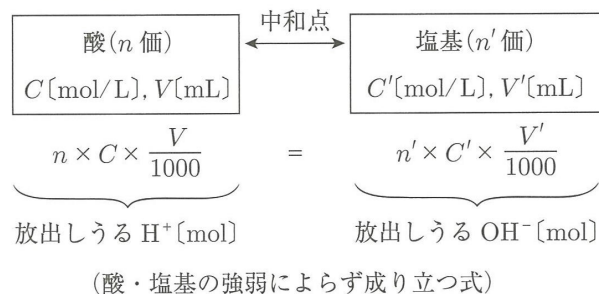
強酸と弱塩基の滴定

⇒生成する正塩の水溶液：弱酸性



指示薬：メチルオレンジのみ使用できる

中和点の計算



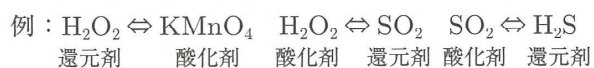
酸化剤と還元剤

酸化剤：相手を酸化する = 相手から電子を奪う

還元剤：相手を還元する = 相手に電子を与える

(酸化剤自体は還元される⇒酸化数減少の原子を含む)
(還元剤自体は酸化される⇒酸化数増加の原子を含む)

H_2O_2 は主に酸化剤としてはたらくが、還元剤にもなり得る。また、 SO_2 は主に還元剤としてはたらくが、酸化剤にもなり得る。



金属のイオン化傾向と反応性

(1) 水との反応

Li, K, Ca, Na → 常温で反応する

Mg, Al, Zn, Fe → 高温水蒸気と反応する (Mg は熱水でも反応する)

Ni, Sn, Pb, Cu, Hg, Ag, Pt, Au
→ 反応しない

(2) 酸との反応

Li, K, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Ni, Sn

→ 塩酸や希硫酸に溶けて H_2 を発生する (Pb は難溶の塩を生じるため反応しにくい)

Cu, Hg, Ag → 硝酸や熱濃硫酸 (酸化力のある酸) には溶ける

Pt, Au → 王水には溶ける