

化 学

以下の問題を解答するにあたって必要なときには、次に示す値を用いなさい。

原子量 H : 1.0 C : 12 O : 16 Na : 23 S : 32 Ca : 40

Fe : 56

アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

0℃, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (標準状態) での気体 1 mol の体積 22.4 L

[1] 物質の構成と構成粒子に関する以下の(1)～(6)の問いに答えなさい。

(1) 混合物でないものを、次の 1 ～ 5 のうちから一つ選びなさい。解答番号は 。

- | | | |
|-------|------|------|
| 1 水銀 | 2 空気 | 3 石油 |
| 4 水道水 | 5 塩酸 | |

(2) ヨウ素やナフタレンが固体から直接気体になる現象を、次の 1 ～ 5 のうちから一つ選びなさい。解答番号は 。

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 1 蒸発 | 2 凝縮 | 3 昇華 | 4 沸騰 | 5 融解 |
|------|------|------|------|------|

(3) 陽子の質量に対する電子の質量のおよその割合として最も適当なものを、次の 1 ～ 5 のうちから一つ選びなさい。解答番号は 。

- | | | | | |
|-----------------|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| 1 $\frac{1}{2}$ | 2 $\frac{1}{20}$ | 3 $\frac{1}{200}$ | 4 $\frac{1}{2000}$ | 5 $\frac{1}{20000}$ |
|-----------------|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|

(4) 最外殻電子の数が異なる原子の組み合わせを、次の 1 ～ 5 のうちから一つ選びなさい。解答番号は 。

- | | | |
|-----------|----------|-----------|
| 1 He と Ne | 2 Cl と F | 3 Mg と Ba |
| 4 N と P | 5 C と Si | |

(5) 原子とその構成粒子に関する記述として誤りを含むものを、次の1～5のうちから一つ選びなさい。解答番号は 。

- 1 原子番号は、原子核に含まれる陽子の数に等しい。
- 2 電氣的に中性な原子に含まれる陽子の数と電子の数は等しい。
- 3 原子の質量は、原子核の質量にほぼ等しい。
- 4 原子の大きさは、原子核の大きさにほぼ等しい。
- 5 ナトリウム原子と塩素原子のうち、原子半径が大きいのはナトリウム原子である。

(6) 元素や原子に関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の1～5のうちから一つ選びなさい。解答番号は 。

- 1 周期表の1, 2族の元素は典型元素に分類される。
- 2 ${}^1_1\text{H}$ と ${}^2_1\text{H}$ のように、同一元素の原子で中性子の数が異なる原子どうしを同素体という。
- 3 原子から最外殻電子1個を取り去って、1価の陽イオンにするのに必要なエネルギーをイオン化エネルギーという。
- 4 元素を原子番号順にならべると、性質の似た元素が周期的に現れることを元素の周期律という。
- 5 原子がイオンになる、あるいはほかの原子と結合するとき重要な役割を果たす電子を価電子という。

[2] 粒子の結合に関する以下の(1)～(6)の問いに答えなさい。

(1) 非共有電子対が最も多い分子を、次の1～5のうちから一つ選びなさい。解答番号は 7。

- 1 窒素 2 フッ素 3 ネオン
4 塩化水素 5 硫化水素

(2) 陽イオンをA、陰イオンをBとしたとき、組成式が A_2B で表されるイオンの組み合わせを、次の1～5のうちから一つ選びなさい。解答番号は 8。

	A	B
1	カリウムイオン	フッ化物イオン
2	アルミニウムイオン	酸化物イオン
3	マグネシウムイオン	水酸化物イオン
4	ナトリウムイオン	硫酸イオン
5	カルシウムイオン	塩化物イオン

(3) 分子内に二重結合を一組含む分子を、次の1～5のうちから一つ選びなさい。解答番号は 9。

- 1 H_2 2 Cl_2 3 BF_3 4 HCN 5 C_2H_4

(4) 四塩化炭素 CCl_4 と同じ立体構造をとる分子またはイオンの化学式として最も適当なものを、次の1～5のうちから一つ選びなさい。解答番号は 10。

- 1 NH_4^+ 2 H_3O^+ 3 H_2O 4 NH_3 5 CO_2

(5) イオンおよびイオン結晶に関する記述として誤りを含むものを、次の1～5のうちから一つ選びなさい。解答番号は 11。

- 1 同じ電子配置を持つ単原子イオンのイオン半径は原子番号の大きなものほど小さい。
2 F^- のイオン半径は、 I^- のイオン半径より小さい。
3 イオン結晶には塩化カルシウムがあり、道路の凍結防止剤などに利用される。
4 イオン結晶の物質はすべて水に溶けやすい。
5 イオン結晶は一般に融点が高く硬いが、強い力を加えると割れやすい。

(6) 金属の利用・性質に関する記述として誤りを含むものを，次の1～5のうちから一つ選びなさい。解答番号は 12。

- 1 鉄とクロム・ニッケルの合金であるステンレス鋼はさびにくい。
- 2 水銀は，常温・常圧で液体である。
- 3 アルミニウムをボーキサイトから得るには大量の電力を要する。
- 4 金属の電気伝導性が良いのは，金属原子どうしの結合が自由電子によるものだからである。
- 5 室温において，金の熱・電気伝導性は銀より高い。

[3] 物質質量と化学反応式に関する以下の(1)～(5)の問いに答えなさい。

- (1) ある原子には、相対質量が a と b の 2 種類の同位体がある。この原子の原子量を M とすると、相対質量 a の同位体の存在割合を表す式として最も適当なものを、次の 1 ～ 5 のうちから一つ選びなさい。解答番号は 13。

1 $\frac{M+b}{a+b}$ 2 $\frac{M-b}{a+b}$ 3 $\frac{M+b}{a-b}$ 4 $\frac{M-b}{a-b}$ 5 $\frac{a-b}{M-b}$

- (2) 次の記述 1 ～ 5 のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。解答番号は 14。

- 1 硫化水素 H_2S 3.4 g は、 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ において 2.24 L の体積を占める。
2 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 112 L を占める窒素 N_2 の物質量は 5.0 mol である。
3 硫酸 H_2SO_4 0.050 mol の質量は 4.9 g である。
4 炭酸カルシウム CaCO_3 1.8×10^{23} 個の質量は 30 g である。
5 酸化アルミニウム Al_2O_3 2.0 mol 中に含まれる Al^{3+} の個数は 1.2×10^{24} 個である。

- (3) メタン CH_4 を完全燃焼させるのに必要な酸素の物質量は、メタン CH_4 と同じ質量の黒鉛 C を完全燃焼させるのに必要な酸素の物質量の何倍か。最も適当な数値を次の 1 ～ 5 のうちから一つ選びなさい。解答番号は 15。

1 0.20 2 0.50 3 1.2 4 1.5 5 1.8

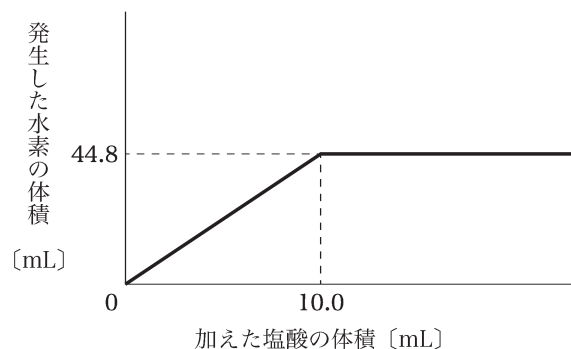
- (4) 密度 1.2 g/cm^3 、質量パーセント濃度 20% の水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を次の 1 ～ 8 のうちから一つ選びなさい。解答番号は 16。

1 0.030 2 0.50 3 0.60 4 1.2
5 2.4 6 5.0 7 6.0 8 12

- (5) 鉄に塩酸を加えると、次の反応が起こり、水素が発生する。



一定量の鉄にある濃度の塩酸を加えていったとき、加えた塩酸の体積〔mL〕と発生した水素の体積〔mL〕の関係は次の図のようになった。ただし、発生した水素の体積は 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ の状態で測定した値とする。(i)および(ii)の問いに答えなさい。



- (i) この実験で用いた鉄の質量は何 g か。最も適当な数値を、次の 1～8 のうちから一つ選びなさい。解答番号は

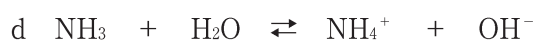
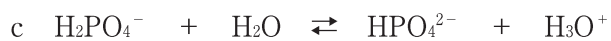
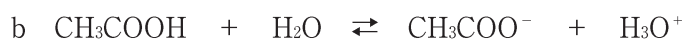
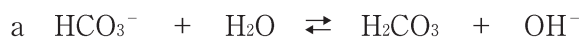
- | | | | | | | | |
|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|
| 1 | 0.011 | 2 | 0.022 | 3 | 0.033 | 4 | 0.056 |
| 5 | 0.11 | 6 | 0.22 | 7 | 0.33 | 8 | 0.56 |

- (ii) この実験で加えた塩酸のモル濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の 1～8 のうちから一つ選びなさい。解答番号は

- | | | | | | | | |
|---|-------|---|-------|---|-------|---|------|
| 1 | 0.020 | 2 | 0.040 | 3 | 0.080 | 4 | 0.12 |
| 5 | 0.20 | 6 | 0.40 | 7 | 0.80 | 8 | 1.2 |

[4] 酸と塩基に関する以下の(1)～(5)の問いに答えなさい。

- (1) 次の反応 a～d のうち、下線を付した分子やイオンがブレンステッド・ローリーの定義による塩基としてはたらいっているものの組み合わせとして最も適当なものを、下の 1～6 のうちから一つ選びなさい。解答番号は 19。



1 a・b 2 a・c 3 a・d

4 b・c 5 b・d 6 c・d

- (2) 水に溶かしたとき、水溶液が酸性を示す塩として最も適当なものを、次の 1～5 のうちから一つ選びなさい。解答番号は 20。

1 NaCl 2 NH_4NO_3 3 NaHCO_3

4 K_2SO_4 5 CH_3COONa

- (3) 濃度が $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ の塩酸を水で 10^3 倍に薄めた水溶液の pH はいくらか。最も適当な数値を、次の 1～5 のうちから一つ選びなさい。ただし、塩酸の電離度は 1.0 とする。解答番号は 21。

1 2 2 3 3 5 4 7 5 8

- (4) 次の 1～4 についての大小関係を示したもののうち、大小関係が誤っているものはどれか。次の 1～4 のうちから一つ選びなさい。解答番号は 22。

1 pH (水素イオン指数)

純水 > 酸性雨

2 次の酸を完全に中和するのに必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積

0.10 mol/L 塩酸 10 mL > 0.10 mol/L 酢酸水溶液 10 mL

3 次の物質を塩酸に溶かしたときに発生する二酸化炭素の物質質量

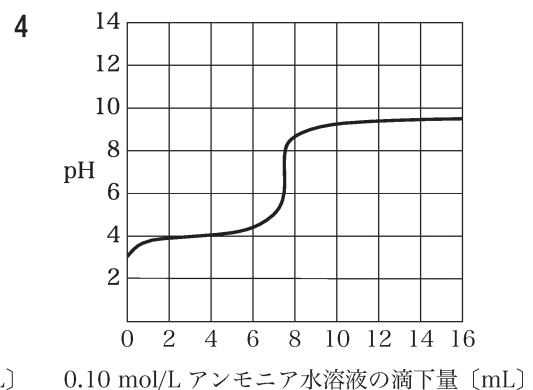
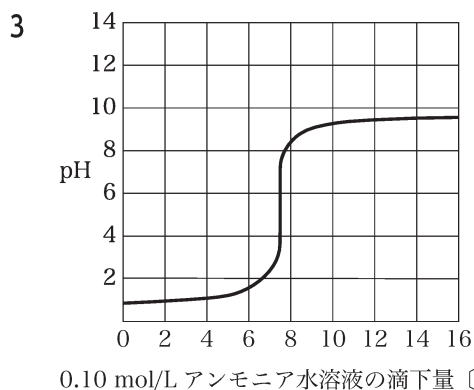
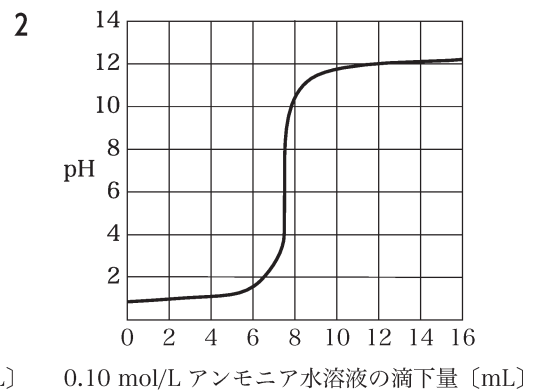
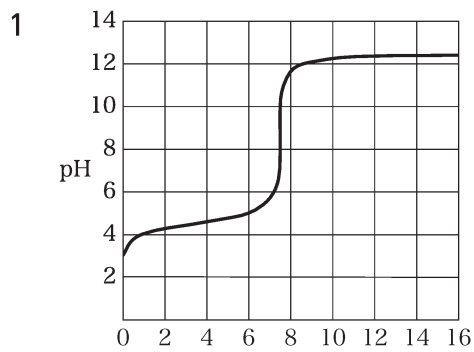
1.0 g の炭酸カルシウム > 1.0 g の炭酸ナトリウム

4 水酸化物イオン濃度

0.10 mol/L 炭酸水素ナトリウム水溶液 > 0.10 mol/L 炭酸水

- (5) 濃度がわからない塩酸の濃度を中和滴定により求めた。この塩酸 5.0 mL を中和するのに、0.10 mol/L アンモニア水溶液を滴下したところ、7.5 mL を要した。(i)および(ii)の間に答えなさい。

- (i) この中和滴定の滴定曲線として最も適当なものを、次の 1～4 のうちから一つ選びなさい。解答番号は 23。

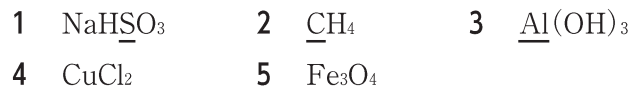


- (ii) この塩酸のモル濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の 1～5 のうちから一つ選びなさい。解答番号は 24。

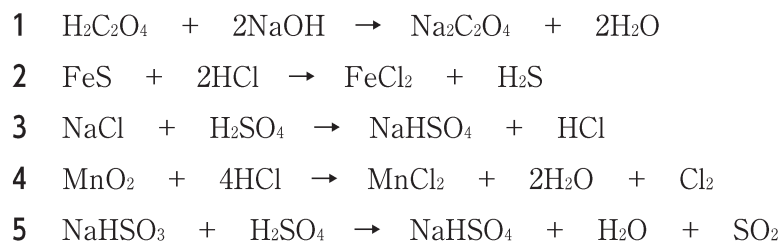
- 1 0.019 2 0.038 3 0.075 4 0.11 5 0.15

[5] 酸化還元反応に関する以下の(1)～(5)の問いに答えなさい。

- (1) 次の 1 ～ 5 の下線を付した原子のうち、二酸化窒素 NO_2 に含まれる窒素原子と同じ酸化数のものを一つ選びなさい。解答番号は 25。



- (2) 次の反応 1 ～ 5 のうち、酸化還元反応を一つ選びなさい。解答番号は 26。



- (3) 硫酸酸性水溶液における過マンガン酸カリウムと過酸化水素は次のように反応する。文章中の a , b に当てはまる語と数値の組み合わせとして最も適当なものを、下の 1 ～ 6 のうちから一つ選びなさい。解答番号は 27。



濃度未知の過酸化水素水 10.0 mL に、硫酸酸性にした 0.0100 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を徐々に滴下したところ、過マンガン酸イオンの a 色が薄く残り消えなくなるまでに 25.0 mL を要した。この過酸化水素水のモル濃度は b mol/L である。

	a	b
1	青紫	0.0100
2	青紫	0.0250
3	青紫	0.0625
4	赤紫	0.0100
5	赤紫	0.0250
6	赤紫	0.0625

- (4) 金属 A～C はナトリウム，アルミニウム，亜鉛，銅，銀のうちどれかである。金属 A～C に関する次の実験 1～3 を行った。(i)および(ii)の問いに答えなさい。

実験 1 A は希塩酸に溶けて水素を発生するが，B，C は溶けなかった。

実験 2 A は濃硝酸に溶けなかった。

実験 3 B の硝酸塩の水溶液に C を入れたところ，C の表面に B が析出した。

- (i) A に当てはまる金属を，次の 1～5 のうちから一つ選びなさい。解答番号は 。

1 ナトリウム 2 アルミニウム 3 亜鉛 4 銅 5 銀

- (ii) C に当てはまる金属を，次の 1～5 のうちから一つ選びなさい。解答番号は 。

1 ナトリウム 2 アルミニウム 3 亜鉛 4 銅 5 銀

- (5) 電池に関する次の文章中の ～ に当てはまる語の組み合わせとして最も適当なものを，下の 1～8 のうちから一つ選びなさい。解答番号は 。

イオン化傾向の異なる 2 種類の金属板を電解質水溶液に浸し，導線でつなぐとイオン化傾向の 方の金属がイオンとなって溶け出し，電子が導線を伝わってもう一方の金属板に移動する。このとき，電子を放出する金属板が で，その金属板では 反応が起こる。

	a	b	c
1	大きい	正極	酸化
2	大きい	正極	還元
3	大きい	負極	酸化
4	大きい	負極	還元
5	小さい	正極	酸化
6	小さい	正極	還元
7	小さい	負極	酸化
8	小さい	負極	還元