

必要があれば原子量は以下の値を用いること。

H = 1.0 O = 16 Na = 23 Al = 27 S = 32 Fe = 56 Cu = 63.5

Zn = 65 Ag = 108

第1問

問1 以下の各分子の中で、非共有電子対を最も多く持つものを一つ選べ。 1

1 H₂O 2 CO₂ 3 C₂H₆ 4 F₂ 5 H₂S 6 HCl

問2 以下の原子やイオンの中で、最も半径が大きいものを一つ選べ。 2

1 Na⁺ 2 Ca²⁺ 3 S²⁻ 4 O²⁻ 5 Cl⁻

問3 銅 Cu には ⁶³Cu と ⁶⁵Cu の2種類の安定同位体が存在する。銅の原子量は 63.5 であることから、⁶³Cu の存在比 (%) として最も適切なものを次のうちから一つ選べ。ただし、⁶³Cu と ⁶⁵Cu の相対質量は質量数と同じであるとする。 3

1 55% 2 60% 3 65% 4 70% 5 75% 6 80%

問4 炭素の同位体の中で、¹⁴C は放射性同位体と呼ばれる。この放射性同位体は電子を放出し、¹⁴N に変化する。この ¹⁴C の原子数が半分になる時間を半減期といい、¹⁴C の半減期は 5730 年である。いま、地中で発見された木片中の ¹⁴C の割合を測定したところ、1/8 に減少していた。この木片は何年前のものと考えられるか。最も適切なものを次のうちから一つ選べ。 4

1 1万7千年前 2 2万3千年前 3 2万9千年前 4 3万4千年前
5 4万年前 6 4万6千年前

問5 金属とその利用について述べた以下の文章の中で、誤っているものを一つ選べ。 5

- 1 ジェラルミンはアルミニウム合金の一種で、軽くて耐久性が高く、航空機の機体などに使われる。
- 2 水銀は常温では固体であるが、加熱していくと融解する金属であり、その蒸気は毒性がきわめて高い。
- 3 銀は銀白色の金属で、金属の中で電気伝導性と熱伝導性は最大である。
- 4 鉄は鉄道のレールや建築物の鉄筋、鉄骨などに利用される。クロムやニッケルなどとの合金はステンレス鋼と呼ばれる。
- 5 金は黄金色の光沢をもち、化学的に非常に安定している。金属の中で展性や延性が最大である。

問6 ある金属 X の酸化物 $X_\alpha O_\beta$ がある。この化合物中での X と O の質量比は常に 7 : 3 になることがわかっている。この時、金属 X として、最も適切なものを次のうちから一つ選べ。 6

- | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| 1 Al | 2 Fe | 3 Cu | 4 Ag | 5 Zn | 6 Na |
|------|------|------|------|------|------|

第2問

- 問1 一般に炭化水素を完全燃焼させると、二酸化炭素が排出される。家庭用の都市ガスの主成分であるメタン CH_4 をはじめ、さまざまな炭化水素を完全燃焼させた時、発生する二酸化炭素量を調べた。

炭化水素 1 g を完全燃焼させた時に発生する CO_2 の質量 (g)

	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_2H_2	C_2H_4
CO_2 発生量 (g)	2.75	2.93	3.00	3.03	3.38	3.14

- (1) 炭化水素 1 mol あたりで考えた時、発生する CO_2 の質量が最も大きいものを次のうちから一つ選べ。 7

1 CH_4 2 C_2H_6 3 C_3H_8 4 C_4H_{10} 5 C_2H_2 6 C_2H_4

- (2) 炭化水素 1 g を完全燃焼させた時に発生する二酸化炭素の標準状態での体積が最も大きくなるものを次のうちから一つ選べ。 8

1 CH_4 2 C_2H_6 3 C_3H_8 4 C_4H_{10} 5 C_2H_2 6 C_2H_4

- (3) 炭化水素 1 mol を完全燃焼させる時に必要となる酸素 O_2 の物質量が、最も大きいものを次のうちから一つ選べ。 9

1 CH_4 2 C_2H_6 3 C_3H_8 4 C_4H_{10} 5 C_2H_2 6 C_2H_4

問2 二酸化炭素の定量をするために、以下のような実験を行った。

まず、二酸化炭素を 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 100 mL に完全に吸収させた。この溶液 10 mL を正確にはかりとりコニカルビーカーに加えた。その後、0.10 mol/L 希硫酸で滴定したところ 3.5 mL 加えたところで終点となった。

(1) この実験操作に関して述べた以下の文章の中で誤っているものを一つ選べ。

10

- 1 水酸化ナトリウム水溶液 10 mL を正確にはかりとる時にはホールピペットを使用する。
- 2 水酸化ナトリウム水溶液を 10 mL はかりとった後、適切な指示薬を加える以外には水などを加えてはいけない。
- 3 滴下する希硫酸はビュレットを用いて滴定する。ビュレットが水で濡れていたら、使用する希硫酸を用いて共洗いをしておく。
- 4 ビュレットに希硫酸を入れる時には、必ずビュレットの先端まで希硫酸が満たされた状態で滴定を始めなければならない。
- 5 もう一度実験する場合、使用したコニカルビーカーを純水でよくすすぎ、そのまま使用してよい。

(2) 二酸化炭素の物質量 (mol) として、最も適切なものを次のうちから一つ選べ。ただし、二酸化炭素と水酸化ナトリウムは次のように反応するものとする。

11



- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 1.5×10^{-3} | 2 3.2×10^{-3} | 3 4.1×10^{-3} |
| 4 4.7×10^{-3} | 5 5.3×10^{-3} | 6 6.4×10^{-3} |

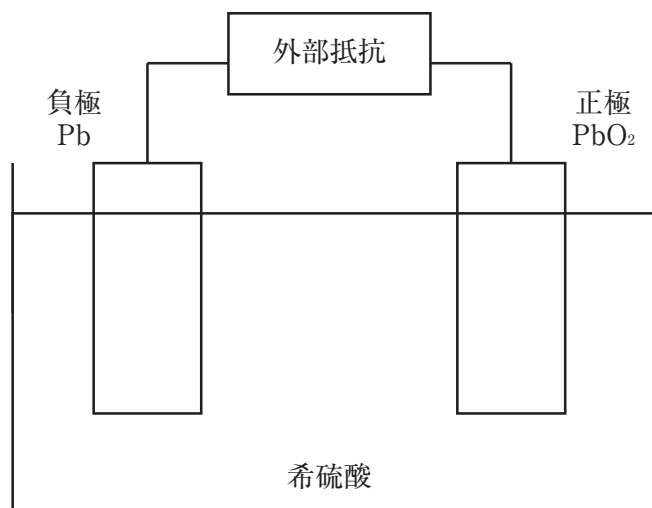
問3 pH に関して述べた以下の文章の中で正しいものを一つ選べ。

12

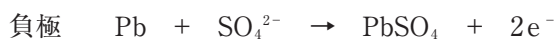
- 1 酸と塩基が過不足なく中和する時、中和点の pH は必ず 7 になる。
- 2 pH = 3 の溶液の濃度を 100 倍希釈すると、pH は 1 になる。
- 3 pH = 6 の溶液の濃度を 100 倍希釈すると、pH は 8 になる。
- 4 1 mol の硝酸 1 L と、1 mol の酢酸 1 L の pH を比べると、硝酸の pH の方が大きい。
- 5 0.10 mol/L の酢酸水溶液（電離度 0.01）100 mL の pH は 5 である。
- 6 0.10 mol/L の希塩酸 20 mL と 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 10 mL を混合し、水を加えて全量を 100 mL にした溶液の pH は 2 である。

第3問

問1 自動車のバッテリーに使用されている電池に鉛蓄電池がある。この鉛蓄電池は以下の図のように、正極に酸化鉛（Ⅳ） PbO_2 、負極に鉛 Pb を用い、電解液として希硫酸が使われている。この鉛蓄電池に関して以下の各問いに答えよ。



(1) この鉛蓄電池の各電極での反応は以下の通りである。これを参考にして、鉛蓄電池について述べた以下の文章について誤っているものを一つ選べ。 13



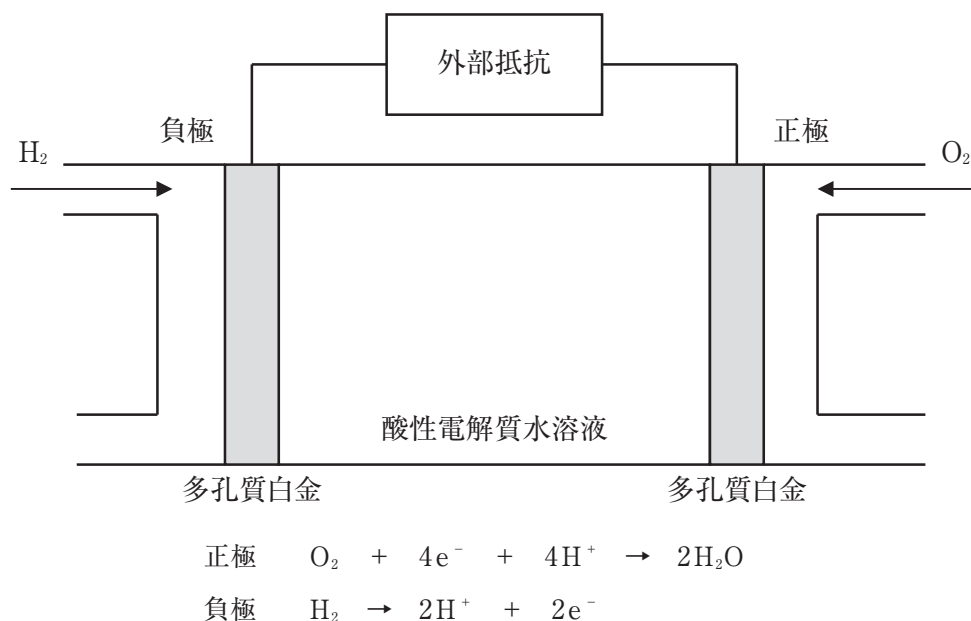
- 1 正極では還元反応が起こっている。
- 2 負極では酸化反応が起こっている。
- 3 電子は負極から正極へ移動する。
- 4 電流は正極から負極へ流れる。
- 5 放電後の電解液の pH は放電前と比べて小さくなる。
- 6 PbO_2 と Pb の反応する物質質量 (mol) の比は常に 1 : 1 である。

(2) 各電極の質量の変化と電解液の濃度変化について, 最も適切なものを次のうちから一つ選べ。

14

	正極質量	負極質量	電解液濃度
1	増加	増加	増加
2	増加	増加	減少
3	増加	減少	増加
4	増加	減少	減少
5	減少	増加	増加
6	減少	増加	減少
7	減少	減少	増加
8	減少	減少	減少

問2 以下の図は、水素と酸素を用いた燃料電池の構造を模式的に表したものであり、電池の正極および負極で起こる反応も以下の通りである。これについて、各問いに答えよ。



(1) 燃料電池について述べた以下の文章の中で、誤っているものを一つ選べ。

15

- 1 正極では酸素が還元されている。
- 2 負極では水素が酸化されている。
- 3 酸素や水素を供給し続けると放電し続けることができる。
- 4 供給する酸素や水素の物質量を増加させても起電力は変化しない。
- 5 放電後は水のみが生成するためクリーンエネルギーとして注目されている。
- 6 反応させる酸素および水素は、ともに大気中から得ている。

(2) 正極で反応した酸素 O₂ の体積が標準状態で 56 L だった時、負極で反応する水素 H₂ の質量は何 g か。有効数字 2 桁で表す時、以下の表記に適する数字を答えよ。ただし、同じ数字を選んでも構わない。

16

.

17

× 10 g

問 3 以下の酸と金属の組み合わせの中で、活発に反応が起こる組み合わせを一つ選べ。

18

	酸	金属
1	濃硝酸	鉄
2	希塩酸	銅
3	希塩酸	亜鉛
4	希硫酸	鉛
5	希硝酸	白金
6	濃塩酸	銀