

クラス		受験番号	
出席番号		氏名	

2015年度

## 第2回 全統記述模試問題

# 理 科

(物理基礎 化学基礎) (1科目 30分)  
(生物基礎 地学基礎)

2015年8月実施

(物 理 化 学) (1科目 60分)  
(生 物 地 学)

試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かず、下記の注意事項をよく読むこと。

### 注 意 事 項

1. 問題冊子は82ページである(物理基礎 1～4ページ, 化学基礎 5～8ページ, 生物基礎 9～14ページ, 地学基礎 15～25ページ, 物理 27～32ページ, 化学 33～47ページ, 生物 49～64ページ, 地学 65～82ページ)。
2. 解答用紙は別冊になっている。(解答用紙冊子表紙の注意事項を熟読すること。)
3. 本冊子に脱落や印刷不鮮明の箇所及び解答用紙の汚れ等があれば、試験監督者に申し出ること。
4. 理科の「基礎を付した科目」のみを受験する場合は、1時間目の前半30分(2科目の場合は1時間目60分)が受験時間となる。「基礎を付した科目」と「基礎を付していない科目」の組み合わせで受験する場合は、1時間目が「基礎を付していない科目」の受験時間となる。
5. 試験開始の合図で解答用紙冊子の理科の解答用紙を切り離し、下段の所定欄に **氏名**・**在**・**卒高校名**・**クラス名**・**出席番号**・**受験番号**(受験票の発行を受けている場合のみ)を明確に記入すること。なお、氏名には必ずフリガナも記入のこと。
6. 解答には、必ず黒色鉛筆を使用し、解答用紙の所定欄に記入すること。解答欄外に記入された解答部分は、採点対象外となる。
7. 試験終了の合図で上記5.の事項を再度確認し、試験監督者の指示に従って解答用紙を提出すること。

河合塾



1561220114110000



# 化 学

## 1 (配点 26点)

次の文を読み、問1～問6に答えよ。

周期表の  族に属する元素はハロゲン元素とよばれる。<sup>(a)</sup>ハロゲンの単体には酸化力があり、その強さは、フッ素 > 塩素 > 臭素 > ヨウ素の順である。

塩素の単体は常温・常圧で  色の気体であり、実験室では<sup>(b)</sup>酸化マンガン(IV)と濃塩酸を反応させてつくられる。塩素を水に溶かすと、塩素の一部が水と反応して、塩化水素と  が生じる。 には強い酸化力があるため、塩素は水道水の殺菌などに用いられる。また、塩素と水素の混合気体に常温で光を当てると、爆発的に反応して塩化水素が生じる。

問1 空欄  ～  に適する数、色または化合物名を記せ。ただし、 には次のうちから一つ選んで記せ。

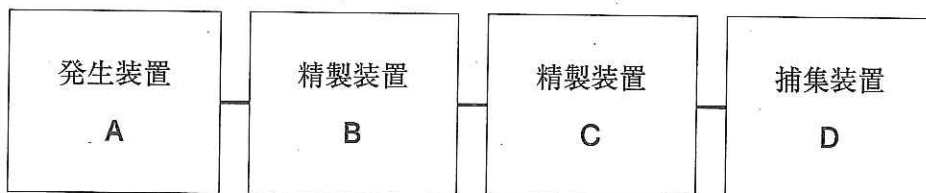
無, 淡黄, 淡青, 黄緑, 赤褐

問2 下線部(a)について、塩素の方が臭素より酸化力が強いことは、臭化カリウム水溶液に塩素を通じたときに変化が起こることで確認できる。このときに起こる変化を化学反応式で記せ。

問3 下線部(b)について、次の(1)、(2)に答えよ。

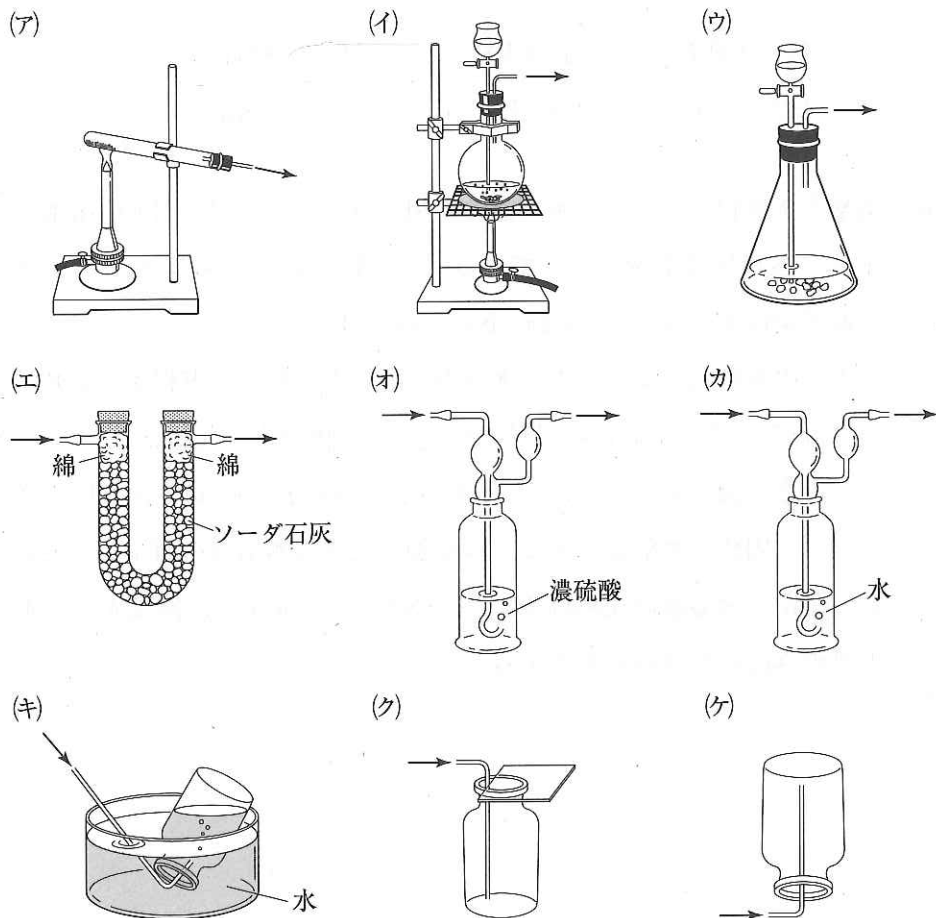
(1) 下線部(b)で起こる変化を化学反応式で記せ。

(2) 実験室では、次のようにA～Dの4つの装置をゴム管でつなぎ、乾燥した塩素を得る。





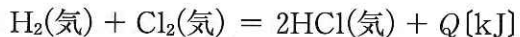
A～Dに最も適する装置を次の(ア)～(ケ)のうちから一つずつ選び、その記号を記せ。ただし、装置(ア)～(ケ)の図中の矢印(→)は気体が出る向きを表している。



問4 塩化水素に関する記述として正しいものを、次の(ア)～(オ)のうちから二つ選び、その記号を記せ。

- (ア) 常温・常圧で無色、無臭の気体である。
- (イ) 水によく溶け、その水溶液はガラスを溶かす。
- (ウ) 濃アンモニア水を近づけると、白煙が生じる。
- (エ) 湿った水酸化カルシウムに吸収させると、さらし粉が得られる。
- (オ) 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて、加熱して発生させる。

問5 塩素と水素から塩化水素が生成するときの反応は次の熱化学方程式で表される。



この反応熱  $Q[\text{kJ}]$  の値はいくらか。四捨五入により整数で記せ。必要があれば次の結合エネルギーの値を用いよ。

H-H 結合	Cl-Cl 結合	H-Cl 結合
432 kJ/mol	239 kJ/mol	428 kJ/mol

問6 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和熱は 56 kJ/mol, 固体の水酸化ナトリウムの水への溶解熱は 44 kJ/mol である。これについて, 次の(1), (2)に答えよ。ただし, 原子量は  $\text{H}=1.0$ ,  $\text{O}=16$ ,  $\text{Na}=23$  とする。

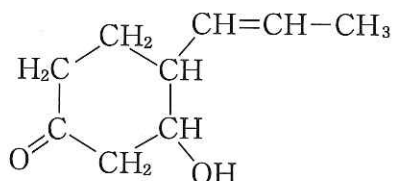
- (1) 固体の水酸化ナトリウムの水への溶解を表す熱化学方程式を記せ。
- (2) 室温で, 0.10 mol/L の塩酸 100 mL に固体の水酸化ナトリウム 0.20 g を加えると, 水溶液の温度は何 K 上昇するか。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。ただし, 固体の水酸化ナトリウムを加えた後の水溶液の質量は 100 g であるとする。また, 水溶液の比熱は  $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$  とし, 発生した熱はすべて水溶液の温度上昇のみに使われるものとする。

化学の問題は次のページに続く。

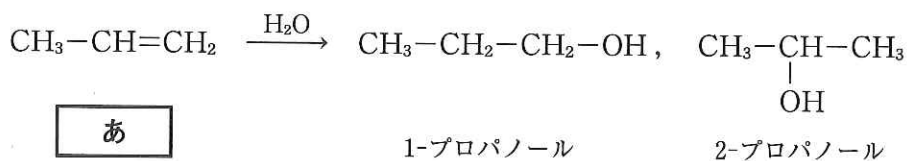
2 (配点 25点)

次の文を読み、問1～問7に答えよ。ただし、構造式は次の例にならって記せ。立体異性体が存在する場合、それらを区別して記す必要はない。

例：



アルケンは、分子式が一般式  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  で表され、炭素原子間の二重結合を一つもつ鎖状炭化水素である。アルケンは付加反応を起こしやすく、例えば、エチレンに水を付加させるとエタノールが生じる。炭素数3のアルケンである あ に水を付加させると、次のように、たがいに異性体の関係にある1-プロパノールと2-プロパノールが得られる。



問1 下線部の反応を化学反応式で記せ。ただし、有機化合物は構造式または示性式で表せ。

問2 空欄 あ に適する化合物名を記せ。

問3 1-プロパノール、2-プロパノールと同じ分子式  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$  で表される化合物には、これらのほかにもう一つ異性体が存在する。この異性体の構造式を記せ。

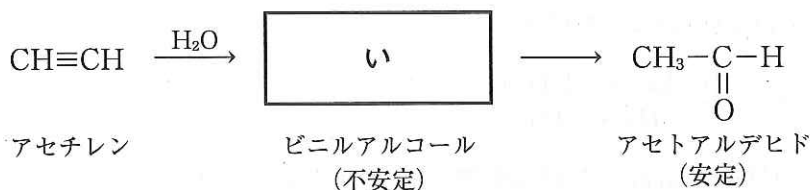
問4 1-プロパノールと2-プロパノールを二クロム酸カリウムなどの酸化剤を用いて酸化すると、1-プロパノールからは化合物Aを経て、化合物Bが得られ、2-プロパノールからは化合物Cが得られる。これについて、次の(1)、(2)に答えよ。





- (1) A の構造式を記せ。
- (2) 次の (a), (b) の記述に当てはまる化合物を A ~ C のうちから一つずつ選び、A ~ C の記号を記せ。
- (a) 酢酸カルシウムの熱分解によってつくることができる。
- (b) 炭酸水素ナトリウム水溶液に加えると気体が発生する。

アルキンは、分子式が一般式  $C_nH_{2n-2}$  で表され、炭素原子間の三重結合を一つもつ鎖式炭化水素である。アルキンもアルケンと同様に付加反応を起こしやすく、例えば、アセチレンに水を付加させるとビニルアルコールが生成するが、ビニルアルコールは不安定であるため、ただちにアセトアルデヒドに変化する。



炭化水素 D は、分子式が  $C_6H_{10}$  で表され、不斉炭素原子をもつアルキンである。1 mol の D に 2 mol の水素を付加させると、不斉炭素原子をもたないアルカン E が得られる。また、D に水を付加させると、たがいに異性体の関係にある化合物 F と G が得られる。F にフェーリング液を加えて温めると赤色沈殿が生じ、G に水酸化ナトリウムとヨウ素を加えて温めると黄色沈殿が生じる。

炭化水素 H は、分子式が  $C_6H_{10}$  で表され、五員環構造<sup>(注)</sup>と炭素原子間の二重結合を一つずつもつ。H に水を付加させると、たがいに異性体の関係にある化合物 I と J が得られる。I は不斉炭素原子をもたないが、J は不斉炭素原子をもつ。

(注) 五員環構造とは 5 個の原子が環状に結合した構造である。

問 5 空欄  に適するビニルアルコールの構造式を記せ。

問 6 D と G の構造式を記せ。

問 7 H の構造式を記せ。

3 (配点 25点)

次の文を読み、問1～問5に答えよ。ただし、 $[X]$ はXのモル濃度を表す。また、水溶液の温度はすべて同じであるとし、必要があれば次の値を用いよ。

$$\text{酢酸の電離定数 } K_a = 2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$\text{水のイオン積 } K_w = [H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$$

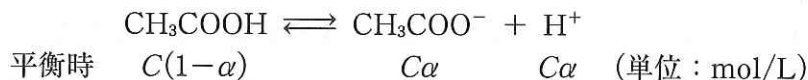
$$\sqrt{2} = 1.41, \sqrt{3} = 1.73, \sqrt{5} = 2.24, \log_{10} 2 = 0.30, \log_{10} 3 = 0.48$$

酢酸は水溶液中で(i)式に示す電離平衡の状態にあり、酢酸の電離定数  $K_a$  は、平衡時のモル濃度を用いて、(ii)式で表される。



$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad \dots \text{(ii)}$$

$C$  [mol/L] の酢酸水溶液における酢酸の電離度を  $\alpha$  とすると、平衡時の酢酸、酢酸イオン、水素イオンのモル濃度は次のようになる。



したがって、 $K_a$  は  $C$  と  $\alpha$  を用いて (iii) 式のように表すことができる。

$$K_a = \boxed{\text{あ}} \quad \dots \text{(iii)}$$

(iii) 式において、 $\alpha$  が 1 に比べて十分に小さいときは、 $1-\alpha \doteq 1$  とおけるので、酢酸の電離度  $\alpha$  は、 $C$  と  $K_a$  を用いて近似的に (iv) 式のように表すことができる。

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}} \quad \dots \text{(iv)}$$

(iv) 式より、水素イオン濃度  $[H^+]$  は、 $C$  と  $K_a$  を用いて (v) 式のように表すことができる。

$$[H^+] = \boxed{\text{い}} \quad \dots \text{(v)}$$

問1 空欄 あ , い に適する文字式を記せ。

問2 酢酸水溶液に水を加えて希釈すると、(i)式の平衡はどちらに移動するか。次の

(ア)～(ウ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

(ア) 右に移動する      (イ) 左に移動する      (ウ) 移動しない

問3 0.27 mol/L の酢酸水溶液について、次の(1)～(3)に答えよ。

(1) 酢酸の電離度  $\alpha$  はいくらか。四捨五入により有効数字2桁で記せ。

(2) この水溶液の pH はいくらか。四捨五入により小数第1位まで記せ。

(3) この水溶液に水を加えて2.0倍に希釈すると、水素イオン濃度は何倍になるか。四捨五入により有効数字2桁で記せ。

0.050 mol の酢酸と 0.050 mol の酢酸ナトリウムを水に溶かし、全量を 1.0 L とした (これを水溶液 A とする)。水溶液 A に少量の酸を加えると、(vi)式の反応が起こり、水素イオン濃度の増加が抑えられるため、水溶液の pH はほとんど変化しない。



また、水溶液 A に少量の塩基を加えると、(vii)式の反応が起こり、水酸化物イオン濃度の増加が抑えられるため、水溶液の pH はほとんど変化しない。



このように、少量の酸や塩基を加えたときに pH の変化を抑えるはたらきを緩衝作用といい、水溶液 A のように緩衝作用を示す溶液を緩衝液という。

弱塩基とその塩の混合水溶液も、水溶液 A と同じように緩衝液となる。

問4 0.10 mol/L のアンモニア水に同体積の水溶液 B を加えたところ、混合後の水溶液は緩衝液となった。水溶液 B として適するものを、次の(ア)～(オ)のうちから二つ選び、その記号を記せ。

(ア) 0.20 mol/L の塩化アンモニウム水溶液

(イ) 0.050 mol/L の塩酸

(ウ) 0.050 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液

(エ) 0.20 mol/L の塩酸

(オ) 0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液

問5 水溶液 A について、次の(1)～(3)に答えよ。ただし、水溶液を混合するとき、混合後の水溶液の体積は、混合前の水溶液の体積の和に等しいものとする。

- (1) 水素イオン濃度は何 mol/L か。四捨五入により有効数字2桁で記せ。
- (2) 水溶液 A 200 mL に 1.0 mol/L の塩酸 2.0 mL を加えると、pH はいくらになるか。四捨五入により小数第1位まで記せ。
- (3) 水溶液 A 200 mL に 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 200 mL を加えると、pH はいくらになるか。四捨五入により小数第1位まで記せ。

化学の問題は次のページに続く。

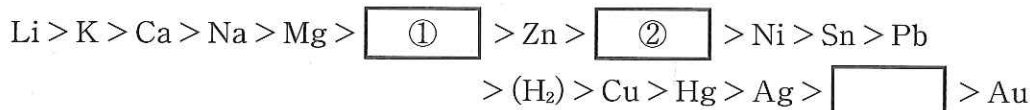
4 (配点 24点)

次の I, II に答えよ。

I 次の文を読み、問 1～問 4 に答えよ。ただし、温度は 25℃ とする。

金属単体中の原子が電子を放出し、水溶液中で陽イオンになろうとする性質を金属のイオン化傾向という。イオン化傾向が大きい金属ほど、その単体は酸化されやすい。

金属をイオン化傾向が大きいものから順に並べたものを金属のイオン化列という。次に、代表的な金属についてイオン化列を示す(比較のために  $H_2$  も含めて示す)。空欄には、鉄、白金、アルミニウムのいずれかが入る。



問 1 空欄  $\boxed{\text{①}}$  ,  $\boxed{\text{②}}$  に適する金属を、鉄、白金、アルミニウムから一つずつ選び、その元素記号を記せ。

金属のイオン化傾向の大きさは、標準電極電位の値と関係がある。標準電極電位は次ページの図 1 のようにして測定することができる。

白金電極を 1 mol/L の希塩酸に浸して  $1.013 \times 10^5$  Pa の水素ガスを吹き込んだもの(標準水素電極)と、金属 M を 1 mol/L の陽イオン  $M^{n+}$  の水溶液に浸したものを用意し、これら 2 つの水溶液を塩橋<sup>(注)</sup>でつないで作成した電池の起電力を、電位差計を用いて測定する。この起電力に M が正極の場合は +、負極の場合は - の符号を付けた値が M の標準電極電位であり、標準水素電極の電位を 0 V としたときの M の電位を表す。

(注) 塩橋とは、KCl などの濃厚な電解質水溶液を、寒天などを用いてガラス管などの中で固めたものであり、両側の電解液を電氣的に接続するはたらきをする。

亜鉛、銅、銀の標準電極電位を次の表に示す。表の値から、標準電極電位が小さい金属ほどイオン化傾向が大きいことがわかる。

金属	電極反応	標準電極電位 [V]
Zn	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}$	- 0.76
(H <sub>2</sub> )	$(2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2)$	( 0 )
Cu	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$	+ 0.34
Ag	$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}$	+ 0.80

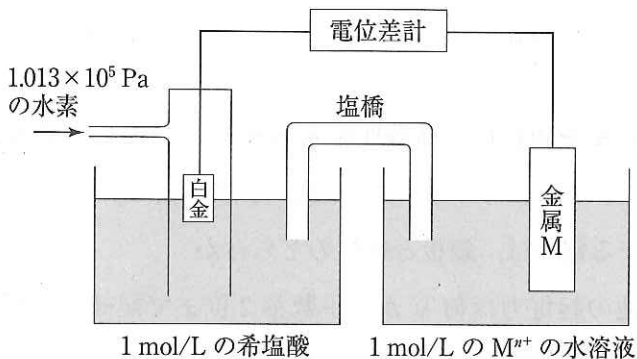


図 1

2種類の金属を電極に用いた電池の起電力は、標準電極電位を利用して求めることができる。例えば、図2のダニエル電池の起電力は、標準電極電位が大きい銅(正極)の標準電極電位の値から、標準電極電位が小さい亜鉛(負極)の標準電極電位の値を引いて、求めることができる。

$$\text{ダニエル電池の起電力；} + 0.34 \text{ V} - (- 0.76 \text{ V}) = 1.10 \text{ V}$$

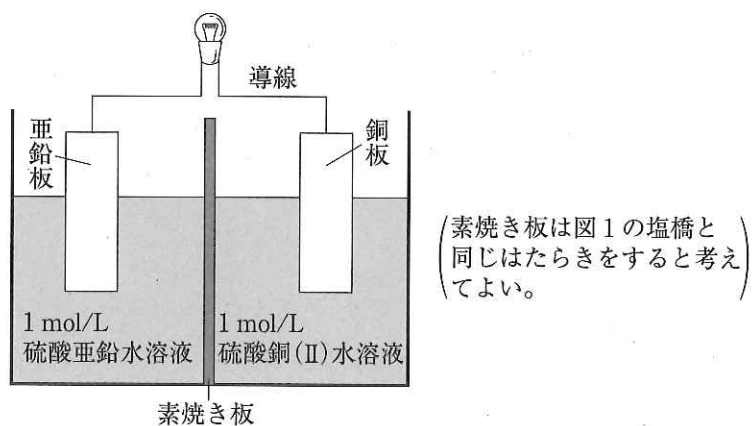


図 2

問2 図2のダニエル電池において、亜鉛板で起こる反応と導線を通る電流の向きの組合せとして正しいものを、次の(ア)～(エ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

	亜鉛板で起こる反応	電流の向き
(ア)	$\text{Zn} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-}$	亜鉛板 $\longrightarrow$ 銅板
(イ)	$\text{Zn} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-}$	銅板 $\longrightarrow$ 亜鉛板
(ウ)	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \longrightarrow \text{Zn}$	亜鉛板 $\longrightarrow$ 銅板
(エ)	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \longrightarrow \text{Zn}$	銅板 $\longrightarrow$ 亜鉛板

問3 図2の亜鉛板を銀板に、硫酸亜鉛水溶液を1 mol/Lの硝酸銀水溶液にかえて電池をつくった。これについて、次の(1)、(2)に答えよ。

- (1) 正極となる電極は、銀板と銅板のどちらか。
- (2) この電池の起電力は何Vか。小数第2位まで記せ。ただし、陰イオンが異なることの影響は考えなくてよい。

問4 図2の銅板を金属Xに、硫酸銅(II)水溶液を1 mol/LのXの陽イオン $\text{X}^{2+}$ を含む水溶液にかえて電池をつくったところ、亜鉛が負極となり、起電力が0.50 Vになった。Xの標準電極電位は何Vか。+または-の符号を付けて、小数第2位まで記せ。



Ⅱ 次の文を読み、問5～問7に答えよ。ただし、ファラデー定数は  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、標準状態における気体のモル体積は  $22.4 \text{ L/mol}$  とする。

図3のように、 $4.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  の硫酸銅(Ⅱ)水溶液 500 mL を、直流電源と白金電極を用いて  $0.500 \text{ A}$  の一定電流で 32 分 10 秒間電気分解した。陽極では気体の発生だけが起こったが、陰極では、はじめのうちは (a) 金属の析出だけが起こり、その後、しばらくすると、(b) 気体の発生が起こった。電気分解終了時には、電解液中に銅(Ⅱ)イオンは存在していなかった。

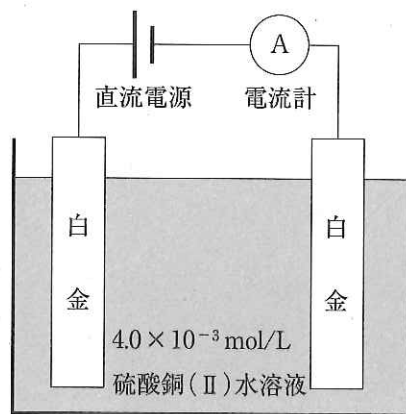


図3

- 問5 下線部(a)、(b)で起こった反応を、それぞれ電子  $e^-$  を含むイオン反応式で記せ。
- 問6 陽極、陰極で発生した気体の体積はそれぞれ標準状態で何 mL か。四捨五入により有効数字2桁で記せ。
- 問7 次の(ア)～(エ)の電極(陽極、陰極とも同じものを用いる)と電解液 500 mL を用いて、上記と同様に、 $0.500 \text{ A}$  の一定電流で 32 分 10 秒間電気分解した。陽極と陰極で発生した気体の標準状態での体積の合計が最も大きい電極と電解液の組合せを、(ア)～(エ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。ただし、電解液に用いる水溶液のモル濃度はすべて  $0.10 \text{ mol/L}$  とし、発生した気体の水への溶解、および気体と水溶液中のイオンとの反応は無視できるものとする。

	電極	電解液
(ア)	銅	硫酸銅(Ⅱ)水溶液
(イ)	炭素	塩化銅(Ⅱ)水溶液
(ウ)	白金	硫酸ナトリウム水溶液
(エ)	炭素	塩化ナトリウム水溶液