

本科第 72 期学生 採用試験（推薦・総合選抜）

数 学 ・ 理 科（物理 化学）試 験 問 題

（ 理 工 学 専 攻 ）

（注 意）

1. 解答用紙の注意事項を確認のうえ、例にならって氏名及び受験番号を解答用紙に必ず記入及びマークすること。

※専攻区分記入要領  
 推 薦 採 用 試 験：理工学専攻→推 理  
 総 合 選 抜 採 用 試 験：理工学専攻→総 理

例 【氏名】 防大 渚 【受験番号】 神奈川推理W1234の場合

※氏名及び受験番号の記入について

	氏	名		志願地本名	試験・専攻区分	番 号
フリガナ	ボウダイ	ナギサ	受験番号	神奈川	推理	W1234
漢 字	防大	渚				

※受験番号等のマークについて（女子受験者は、番号のWはマークしない。）

志願地本名	札幌：(01)	福島：(10)	試験区分	推薦	●	番 号	(0)	(0)	(0)	(0)	
	函館：(02)	茨城：(11)		総合	(2)		(0)	(1)	(1)	(1)	
	旭川：(03)	栃木：(12)		専攻区分			(2)	●	(2)	(2)	(2)
	帯広：(04)	群馬：(13)		理工	●		(3)	(3)	●	(3)	(3)
	青森：(05)	埼玉：(14)					(4)	(4)	(4)	●	(4)
	岩手：(06)	千葉：(15)		性別			(5)	(5)	(5)	(5)	(5)
	宮城：(07)	東京：(16)		男	(1)		(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
	秋田：(08)	神奈川：●		女	●		(7)	(7)	(7)	(7)	(7)
	山形：(09)	新潟：(18)					(8)	(8)	(8)	(8)	(8)
							(9)	(9)	(9)	(9)	(9)

2. 試験時間中は、すべて試験係官の指示に従うこと。  
 3. 数学は必答であるが、理科学科目は物理又は化学から一科目選択し解答すること。  
 4. 選択した理科学科目（物理又は化学）を解答欄上部にある選択科目記入欄にはっきりと記入すること。  
 5. 解答方法は、択一式であり、設問ごとの指示に従い、解答用紙の解答欄にマークすること。

例えば、数学において【1】の（1）と表示のある問題に対して⑥と解答する場合は、次の例のように

【1】の（1）解答欄の⑥にマークすること。

例

解 答 欄								
【1】	(1)	(a)	●	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)

# 数学

## (必答)

【1】 以下の  ～  にあてはまるものを，問題文に続く選択肢 (a)～(f) より選び，解答欄にマークせよ。あてはまるものが選択肢にないときは，解答欄の (g) にマークせよ。

(1) 放物線  $y = 2x^2 + x - 5$  と直線  $y = -x + 7$  で囲まれた図形の面積は  である。

- (a)  $2\sqrt{6}$     (b)  $\frac{5}{2}$     (c)  $\frac{25}{2}$     (d)  $\frac{70}{3}$     (e)  $\frac{95}{3}$     (f)  $\frac{125}{3}$

(2) 2次方程式  $3x^2 + 2(m-1)x - m + 1 = 0$  が異なる2つの実数解をもつとき，定数  $m$  の値の範囲は  である。

- (a)  $m < 1, \frac{7}{4} < m$     (b)  $1 < m < \frac{7}{4}$     (c)  $m < -2, 1 < m$   
 (d)  $-2 < m < 1$     (e)  $m < 1, 4 < m$     (f)  $1 < m < 4$

(3)  $\sum_{n=1}^{30} \frac{1}{(3n-2)(3n+1)} =$   である。

- (a)  $\frac{10}{91}$     (b)  $\frac{20}{91}$     (c)  $\frac{30}{91}$     (d)  $\frac{40}{91}$     (e)  $\frac{50}{91}$     (f)  $\frac{60}{91}$

(4)  $\triangle ABC$  の重心を  $G$  とする。 $\overrightarrow{AB} = \vec{b}$ ， $\overrightarrow{AC} = \vec{c}$  とするとき， $\overrightarrow{BG}$  を  $\vec{b}$ ， $\vec{c}$  を用いて表すと， $\overrightarrow{BG} =$   である。

- (a)  $\frac{-2\vec{b} + \vec{c}}{3}$     (b)  $\frac{-4\vec{b} + 2\vec{c}}{3}$     (c)  $\frac{\vec{b} - 2\vec{c}}{3}$   
 (d)  $\frac{2\vec{b} - 4\vec{c}}{3}$     (e)  $\frac{\vec{b} + \vec{c}}{3}$     (f)  $\frac{2\vec{b} + 2\vec{c}}{3}$

(5) 関数  $y = x^2 + 2x + 3$  のグラフについて、直線  $-x + 2y = 0$  と垂直である接線の  $y$  切片は  である。

- (a)  $-2$       (b)  $2$       (c)  $-\frac{1}{2}$       (d)  $\frac{1}{2}$       (e)  $-1$       (f)  $1$

(6) 関数  $y = xe^{-x}$  の第3次導関数  $y'''$  は  である。

- (a)  $(1+x)e^{-x}$       (b)  $(1-x)e^{-x}$       (c)  $(2+x)e^{-x}$   
(d)  $(2-x)e^{-x}$       (e)  $(3+x)e^{-x}$       (f)  $(3-x)e^{-x}$

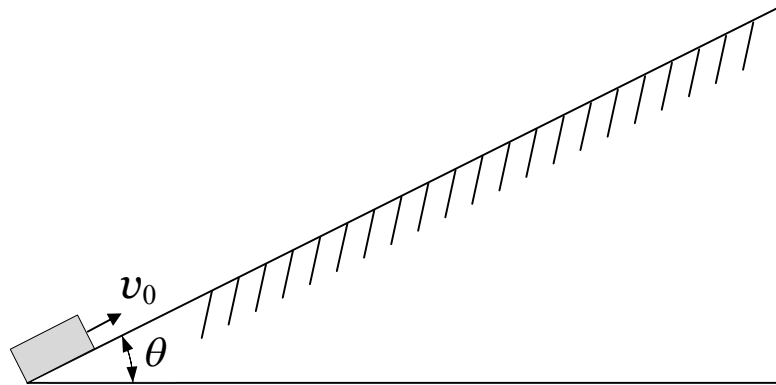
(7) 条件  $a_1 = 1, a_{n+1} = a_n + \frac{1}{4^n}$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) によって定められる数列  $\{a_n\}$  の極限は  である。

- (a)  $\frac{1}{3}$       (b)  $\frac{2}{3}$       (c)  $1$       (d)  $\frac{4}{3}$       (e)  $\frac{5}{3}$       (f)  $2$

# 物理

## (選択解答)

【1】 図のように水平な床面に対して傾きが $\theta$  ( $0 < \theta < 90^\circ$ ) である粗い斜面がある。斜面の最下点から質量  $m$  の小物体に、斜面に沿って上向きに速さ  $v_0$  の初速度を与えたところ、小物体は距離  $l$  だけ斜面を上って最高点に達し、その後折り返して斜面をすべり下りた。なお、小物体と斜面との間の動摩擦係数と静摩擦係数をそれぞれ  $\mu$ ,  $\mu_0$  とする。重力加速度を  $g$  とし、空気抵抗は無視できるものとして、以下に答えよ。



(1) 打ち出してから最高点まで上がる時間として、最も適当なものを以下の選択肢から 1 つ選べ。

- ㉑  $\frac{v_0}{(\cos\theta + \mu\sin\theta)g}$     ㉒  $\frac{v_0^2}{2(1 + \mu\cos\theta)g}$     ㉓  $\frac{v_0}{g}$     ㉔  $\frac{v_0}{(\sin\theta + \mu\cos\theta)g}$   
 ㉕  $\frac{v_0}{(1 + \mu\tan\theta)g}$     ㉖  $\frac{v_0}{(\sin\theta - \mu\cos\theta)g}$     ㉗  $\frac{v_0}{(\sin\theta + \mu\tan\theta)g}$

(2) その距離  $l$  はいくらか。最も適当なものを以下の選択肢から 1 つ選べ。

- ㉘  $\frac{v_0^2}{2(1 + \mu\tan\theta)g}$     ㉙  $\frac{v_0^2}{2(\sin\theta + \mu\cos\theta)g}$     ㉚  $\frac{v_0^2}{2(\cos\theta + \mu\sin\theta)g}$   
 ㉛  $\frac{v_0^2}{2(1 + \mu\cos\theta)g}$     ㉜  $\frac{v_0^2}{2(\sin\theta - \mu\cos\theta)g}$     ㉝  $\frac{v_0^2}{2g}$     ㉞  $\frac{v_0^2}{2(\sin\theta + \mu\tan\theta)g}$

(3) 最高点で折り返すための静止摩擦係数 $\mu_0$ の満たすべき条件として最も適当なものを、以下の選択肢から1つ選べ。

Ⓐ  $\mu_0 > \sin \theta$    Ⓑ  $\mu_0 < \sin \theta$    Ⓒ  $\mu_0 > \cos \theta$    Ⓓ  $\mu_0 < \cos \theta$

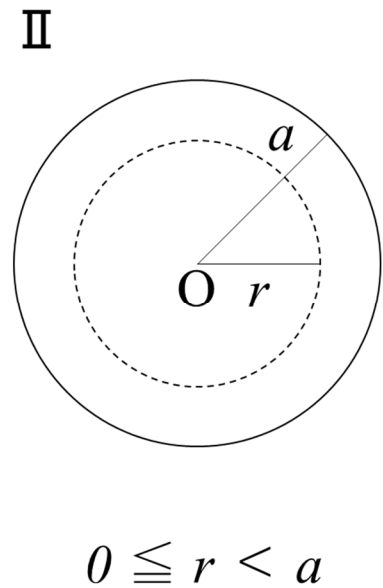
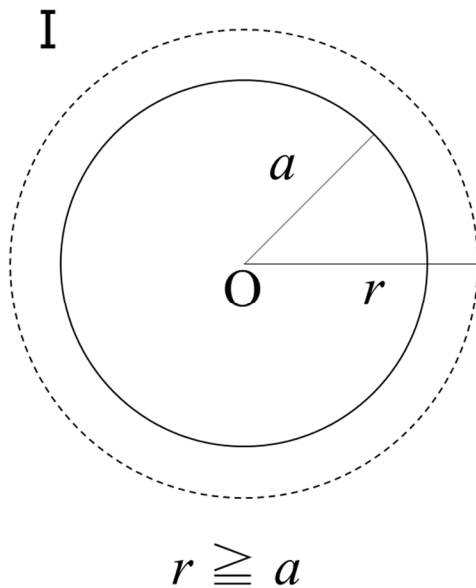
Ⓔ  $\mu_0 > \tan \theta$    Ⓕ  $\mu_0 < \tan \theta$

(4) 最高点からもとの打ち出した位置まですべり下りたときの速さ $v'$ はいくらか。最も適当なものを以下の選択肢から1つ選べ。

Ⓐ  $\sqrt{2gl(\sin \theta - \mu \cos \theta)}$    Ⓑ  $\sqrt{2gl(\sin \theta + \mu \cos \theta)}$    Ⓒ  $\sqrt{2gl(\cos \theta - \mu \sin \theta)}$

Ⓓ  $\sqrt{2gl(\cos \theta + \mu \sin \theta)}$    Ⓔ  $\sqrt{2gl(1 - \mu \tan \theta)}$    Ⓕ  $\sqrt{2gl(1 + \mu \tan \theta)}$

【2】下の図に示すように、真空中にある半径  $a$  の薄い導体球殻の表面に正の電荷が一様に分布しており、その電荷量の総和を  $Q$  とする。この球の中心  $O$  からの距離を  $r$  とし、真空中のクーロンの法則の比例定数を  $k$  とする。なお、物体が正の電荷  $q$  を持っているとき、この物体から出る電気力線の総数は  $4\pi kq$  である。また、電場の強さ  $E$  は電場に垂直な面を貫く単位面積あたりの電気力線の本数に等しい。これらを踏まえて、以下の問いに答えよ。



- (1) 導体球殻から出ていく電気力線の総数は  であるため、図 I のような球殻の外側 ( $r \geq a$ ) での電場の強さ  $E$  は  となる。  
,  として最も適当なものを、以下のそれぞれの選択肢から 1 つずつ選べ。

の選択肢：

- (a) 0    (b)  $\pi k$     (c)  $\pi k Q$     (d)  $4\pi k$     (e)  $4\pi k Q$     (f)  $8\pi k Q$     (g)  $\frac{4\pi k Q r^2}{a^2}$

の選択肢：

- (a) 0    (b)  $\frac{kQ}{a^2}$     (c)  $\frac{4\pi k Q}{r}$     (d)  $\frac{kQ}{r}$     (e)  $\frac{kQr}{a^3}$     (f)  $\frac{4\pi k Q}{r^2}$     (g)  $\frac{kQ}{r^2}$



- (2) 導体球殻内の電荷量は  $\boxed{\text{ウ}}$  であるため、図Ⅱのような球殻の内側 ( $0 \leq r < a$ ) での電気力線の本数は  $\boxed{\text{エ}}$  となる。従って、球殻の内側での電場の強さ  $E$  は  $\boxed{\text{オ}}$  となる。 $\boxed{\text{ウ}}$ 、 $\boxed{\text{エ}}$ 、 $\boxed{\text{オ}}$  として最も適当なものを、以下のそれぞれの選択肢から1つずつ選べ。

$\boxed{\text{ウ}}$  の選択肢：

- (a) 0 (b)  $Q$  (c)  $4\pi Q$  (d)  $4\pi kQ$  (e)  $\frac{rQ}{a}$  (f)  $\frac{(a-r)Q}{a}$  (g)  $\frac{r^2Q}{a^2}$

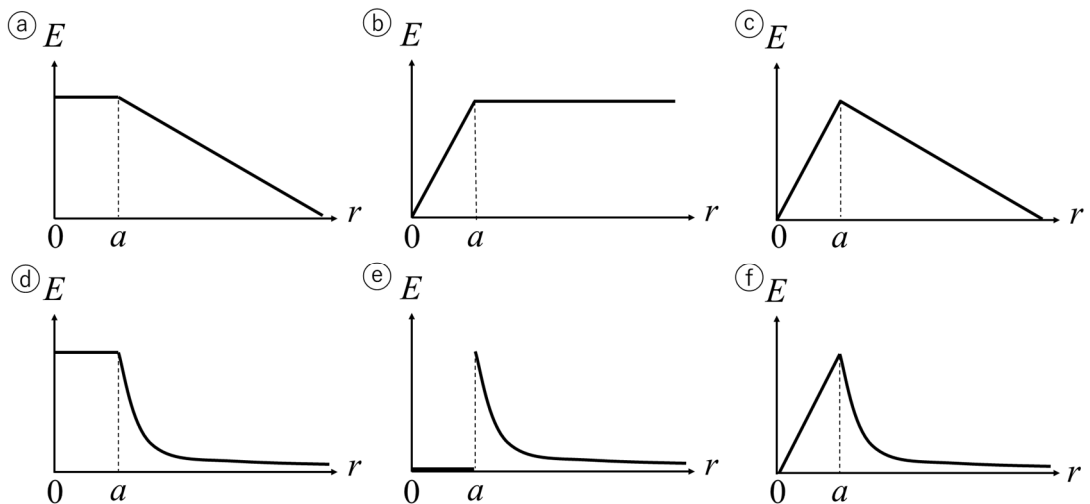
$\boxed{\text{エ}}$  の選択肢：

- (a) 0 (b)  $\pi kQ$  (c)  $4\pi k$  (d)  $4\pi kQ$  (e)  $\frac{4\pi kQr}{a}$  (f)  $\frac{4\pi kQ(a-r)}{a}$  (g)  $\frac{4\pi kQr^2}{a^2}$

$\boxed{\text{オ}}$  の選択肢：

- (a) 0 (b)  $\frac{kQ}{a}$  (c)  $kQa$  (d)  $\frac{kQr}{a^3}$  (e)  $\frac{4\pi kQr}{a^3}$  (f)  $\frac{kQ}{r^2}$  (g)  $\frac{kQ}{a^2}$

- (3) 距離  $r$  と電場の強さ  $E$  との関係を図示した  $E$ - $r$  グラフとして、最も適当なものを、以下の選択肢から1つ選べ。

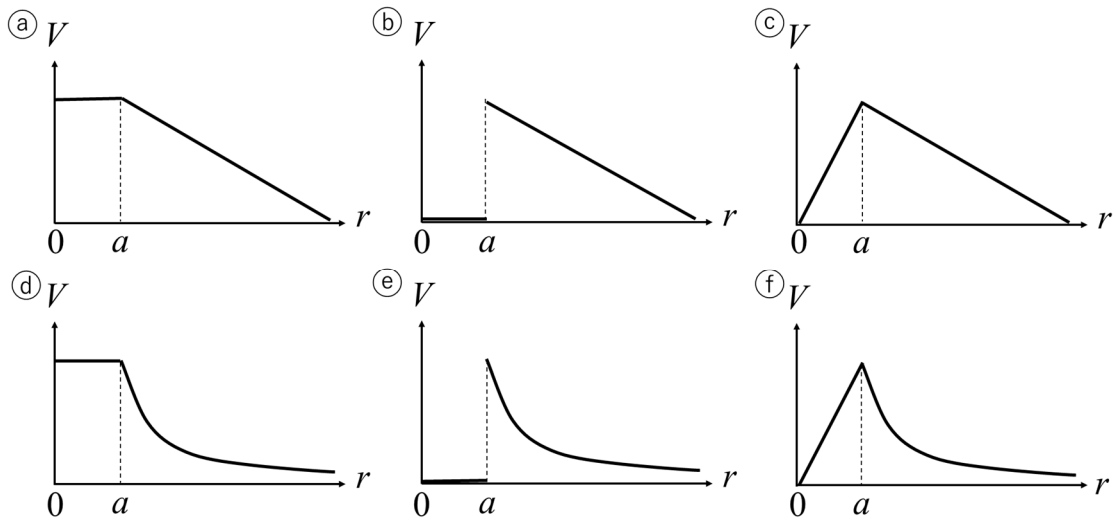


- (4) この球殻の外側 ( $r \geq a$ ) と内側 ( $0 \leq r < a$ ) の電位  $V$  をそれぞれ ,  とする。,  として最も適当なものを, 以下の選択肢からそれぞれ1つずつ選べ。ただし, 無限遠の電位を0とする。

,  の選択肢:

- (a) 0   (b)  $\frac{4\pi kQ}{r}$    (c)  $\frac{kQ}{r}$    (d)  $\frac{4\pi kQ}{a}$    (e)  $\frac{kQ(4a-r)}{a^2}$    (f)  $\frac{kQ}{a}$    (g)  $\frac{kQr}{a^2}$

- (5) 距離  $r$  と電位  $V$  との関係を図示した  $V$ - $r$  グラフとして最も適切なものを, 以下の選択肢から1つ選べ。



- (6) 導体球殻がもつ静電容量として最も適当なものを, 以下の選択肢から1つ選べ。

- (a) 0   (b)  $\frac{a}{k}$    (c)  $\frac{a}{4\pi k}$    (d)  $\frac{a}{4\pi kQ}$    (e)  $\frac{k}{a}$    (f)  $\frac{4\pi k}{a}$    (g)  $\frac{4\pi kQ}{a}$

# 化学

## (選択解答)

【1】 以下の問い（1）および（2）に答えよ。

（1） 次のア～エに当てはまるものを、それぞれの解答群のⒶ～Ⓔのうちから一つずつ選べ。

ア. 固体が分子結晶のもの

Ⓐ 黒鉛   Ⓑ ケイ素   Ⓒ ミョウバン   Ⓓ ヨウ素   Ⓔ 白金

イ. 同素体である組合せ

Ⓐ ヘリウムとネオン   Ⓑ  $^{35}\text{Cl}$  と  $^{37}\text{Cl}$   
Ⓒ 塩化鉄（II）と塩化鉄（III）   Ⓓ 黄リンと赤リン  
Ⓔ 一酸化窒素と二酸化窒素

ウ. 中性子の数が最も多いもの

Ⓐ  $^{38}\text{Ar}$    Ⓑ  $^{40}\text{Ar}$    Ⓒ  $^{40}\text{Ca}$    Ⓓ  $^{37}\text{Cl}$    Ⓔ  $^{39}\text{K}$

エ. 単結合のみからなるもの

Ⓐ  $\text{N}_2$    Ⓑ  $\text{O}_2$    Ⓒ  $\text{H}_2\text{O}$    Ⓓ  $\text{C}_2\text{H}_2$    Ⓔ  $\text{C}_2\text{H}_4$

(2) 原子AおよびBからなり、化学式が $A_2B_3$ で表される物質がある。AおよびBのモル質量がそれぞれ $X$  (g/mol)および $Y$  (g/mol)であるとき、物質 $A_2B_3$  5 gに含まれているAの質量を求める式として正しいものを次の(a)~(f)のうちから一つ選べ。 5

(a)  $\frac{2X}{2X+3Y}$

(b)  $\frac{5X}{2X+3Y}$

(c)  $\frac{10X}{2X+3Y}$

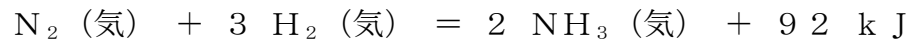
(d)  $\frac{2X}{3X+2Y}$

(e)  $\frac{5X}{3X+2Y}$

(f)  $\frac{10X}{3X+2Y}$

【2】 次の文章を読み、下記の問い（1）および（2）に答えよ。

アンモニアの工業的製法は、四酸化三鉄を主成分とする鉄触媒を用いて窒素と水素を高温・高圧で直接反応させて合成する。この反応は可逆反応であり、その熱化学方程式は次の式で表される。



（1） 文中の下線部について、この製法は何とよばれるか。次の㉑～㉕のうちから最も適当なものを選べ。

- ㉑ オストワルト法    ㉒ ハーバー・ボッシュ法    ㉓ アンモニアソーダ法  
㉔ テルミット法    ㉕ クメン法

（2） 一定の温度と圧力において窒素と水素を物質質量比1：3で混合した気体を鉄触媒の存在下で反応させたときの、アンモニアの生成量の時間変化を図1（破線）に示す。次のページに示した問いに答えよ。

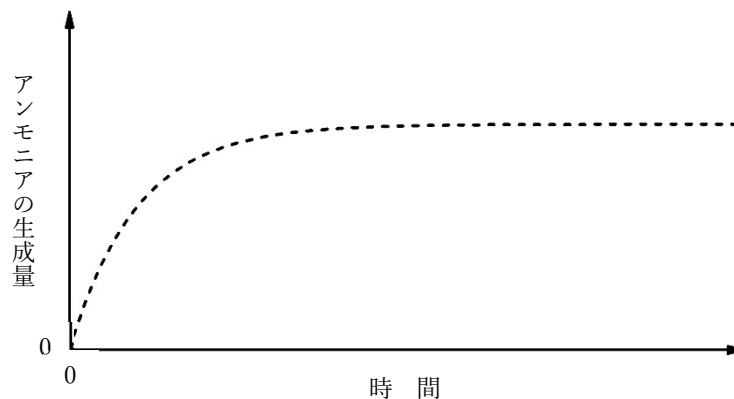


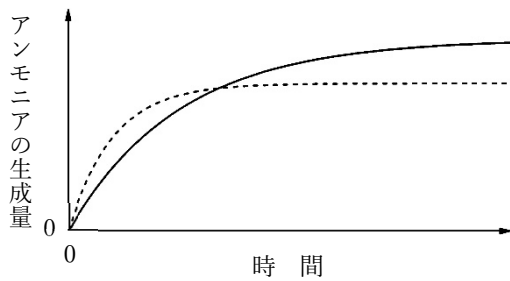
図 1

この実験の反応条件を，“ア”および“イ”に変えて同様の実験を行い、アンモニアの生成量の時間変化を測定した。その結果を図1に重ねて実線で示したものと最も適当なものを、下の①～⑥のうちから、それぞれ一つずつ選べ。

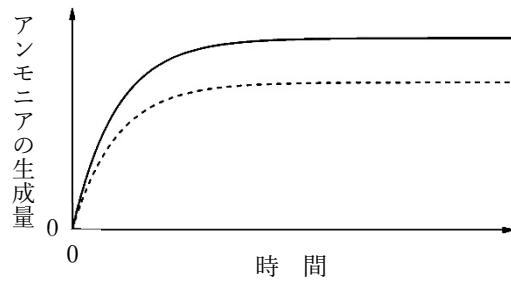
ア. 他の条件は同じにして、反応中の温度を低くする。 7

イ. 他の条件は同じにして、反応中の圧力を高くする。 8

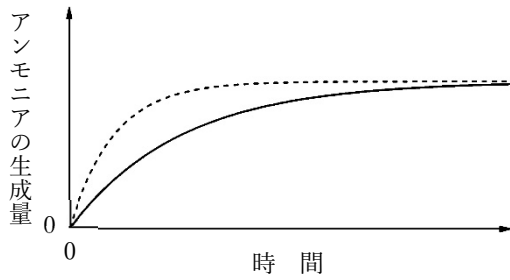
①



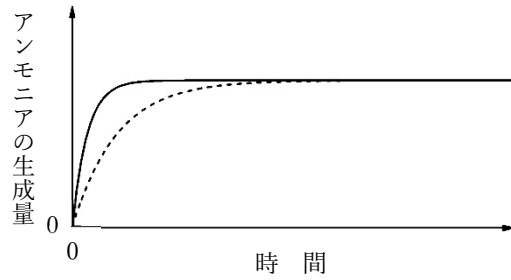
②



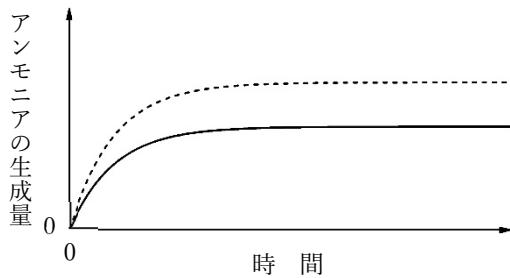
③



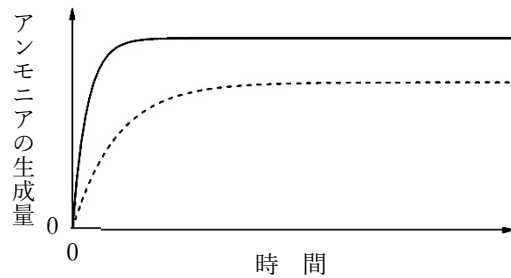
④



⑤



⑥



【3】  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ の4種類の金属イオンを含む水溶液Xから、図2に示す操作I・IIにより各イオンをそれぞれ分離することができた。この実験に関して、次ページの問い(1)～(3)に答えよ。

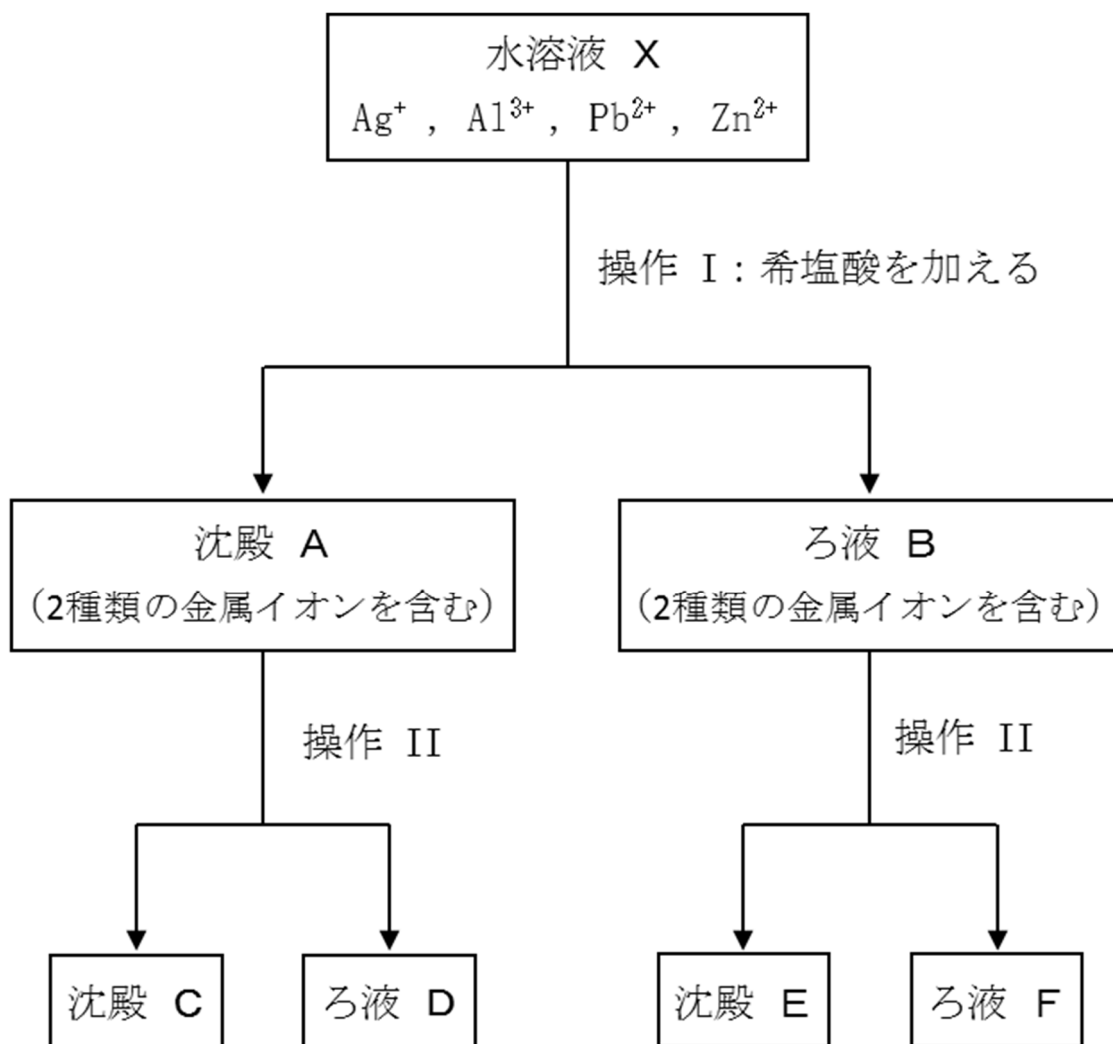


図 2



(1) 沈殿Aに含まれる2種類の金属イオンの組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ①  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$       ②  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$       ③  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Zn}^{2+}$   
④  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$       ⑤  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$       ⑥  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$

(2) 操作IIとして最も適切なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 過剰のアンモニア水を加える  
② 過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加える  
③ 希硫酸を加える  
④ 希硝酸を加える

(3) 図2の沈殿Eとろ液Fとして分離される金属イオンはどれか。それぞれについて、下の①～④のうちから一つずつ選べ。

沈殿 E :   
ろ液 F :

- ①  $\text{Ag}^+$       ②  $\text{Al}^{3+}$       ③  $\text{Pb}^{2+}$       ④  $\text{Zn}^{2+}$

【4】 次の文章を読み、下記の問い（1）および（2）に答えよ。

炭素と水素だけでできている化合物は炭化水素と呼ばれる。アルカンは炭素原子間の結合がすべて単結合の鎖式炭化水素であり、その一般式は（ア）で表される。アルケンには炭素原子間の二重結合を1個もつ鎖式炭化水素であり、その一般式は（イ）で表される。アルキンは炭素原子間の三重結合を1個もつ鎖式炭化水素であり、その一般式は（ウ）で表される。炭化水素にはこれらの他に炭素原子間の結合がすべて単結合の環式炭化水素であるシクロアルカンやベンゼン環をもつ炭化水素である芳香族炭化水素などがある。

（1） 文中の（ア）～（ウ）にあてはまるものを、下の㉑～㉕から一つずつ選べ。（ア）：（イ）：（ウ）：



（2） 次のア～ウにあてはまるものを、下の㉖～㉙のうちから一つずつ選べ。

ア. 炭素数3のアルケン

イ. 炭素数5のシクロアルカン

ウ. 炭素数6のアルカン

㉖ シクロヘキサン   ㉗ ヘキサン   ㉘ シクロペンタン

㉙ ペンタン   ㉚ プロペン（プロピレン）   ㉛ ベンゼン