

# 令5 高等学校理科 (化学) (5枚のうち1)

(解答はすべて、解答用紙に記入すること)

I 天気と空気中の水蒸気に関する次の問いに答えなさい。

1 次の文は天気と天気記号について述べたものである。

天気図における各地点の天気は、① や ● などの天気記号を用いて表す。天気が快晴の場合、天気記号は ( ① ) でその時の雲量は ( ② ) 以下であり、天気が曇りの場合、天気記号は ( ③ ) でその時の雲量は ( ④ ) 以上である。

- (1) 文中の空欄①～④に適切な記号、または数値を書きなさい。  
 (2) 次の3種類の雲を、発生する高度が低いものから順に並べ、その符号を書きなさい。

ア 巻雲 イ 層積雲 ウ 高層雲

2 表は温度と飽和水蒸気量の関係を示している。次の問いに答えなさい。

- (1) 空気を冷やしたときに、含まれていた水蒸気が水滴に変わり始める温度を何というか、書きなさい。  
 (2) 温度が20℃のとき、その空気1 m<sup>3</sup>に9.4gの水蒸気が含まれていたとすると、その空気の湿度は何%になるか、整数で求めなさい。  
 (3) 温度30℃、湿度56%の空気1 m<sup>3</sup>に含まれる水蒸気の質量は何gか、整数で求めなさい。  
 (4) ある日、室内で温度と湿度を調べたところ、温度10℃、湿度70%であった。空気中の水蒸気量を変えずに、室内の温度を20℃にすると湿度は何%になるか、整数で求めなさい。

表

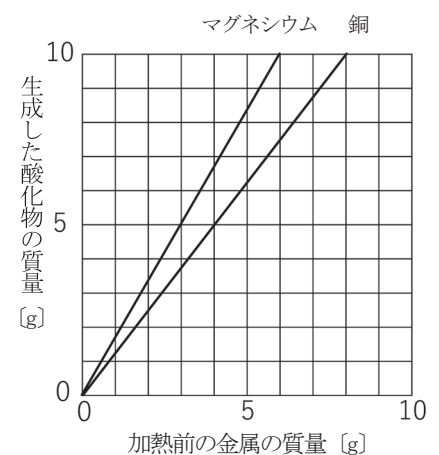
温度 [℃]	0	10	20	30
飽和水蒸気量 [g/m <sup>3</sup> ]	4.8	9.4	17.3	30.4

II 化学変化に関する次の問いに答えなさい。

1 マグネシウム、銅をそれぞれ加熱して完全に酸化させた。図は、加熱前の金属の質量と生成した酸化物の質量の関係を示したグラフである。

- (1) マグネシウムの酸化を表す化学反応式を書きなさい。  
 (2) マグネシウム7.2gを完全に酸化させたとき、マグネシウムと化合する酸素の質量は何gか、求めなさい。  
 (3) 銅1.4gを完全に酸化させたとき、化合した酸素と同じ質量の酸素と化合するマグネシウムの質量は何gか、小数第2位まで求めなさい。

図



2 石灰石(主成分:炭酸カルシウム)3.0gに、ある濃度の塩酸を加えると、二酸化炭素が発生した。表は、このときに加えた塩酸の体積と、発生した二酸化炭素の質量の関係を示したものである。次の問いに答えなさい。ただし、原子量はH = 1.0、C = 12、O = 16、Cl = 35.5、Ca = 40とし、石灰石に含まれる炭酸カルシウム以外は塩酸と反応しないものとする。

- (1) 下線部の反応を化学反応式で書きなさい。  
 (2) 下線部の反応で用いた塩酸のモル濃度は何mol/Lか、小数第2位まで求めなさい。  
 (3) 下線部で用いた石灰石には、炭酸カルシウムは何%含まれているか、整数で求めなさい。

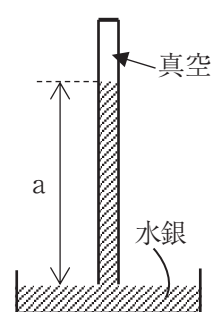
表

加えた塩酸の体積 [mL]	20	40	60	80	100
発生した二酸化炭素の質量 [g]	0.44	0.88	1.10	1.10	1.10

III 図のように、一端を閉じたじゅうぶん長いガラス管に水銀を満らし、水銀が入った容器に倒立させた。このときの大気圧はちょうど1気圧であり、ガラス管の内側の断面積は2.00cm<sup>2</sup>であったとして、次の問いに答えなさい。

- 1 1643年に図のような実験を行ったイタリアの物理学者の名前を書きなさい。  
 2 図のaの長さは何cmか、整数で書きなさい。  
 3 図のaの部分の水銀柱の重さは何Nか、小数第1位まで求めなさい。  
 4 水銀の密度は何g/cm<sup>3</sup>か、小数第1位まで求めなさい。  
 5 水銀の代わりに、揮発性が低く、密度が水銀のx倍の液体を用いて、同様にガラス管を倒立させた。このときの大気圧がy気圧であれば、図のaの長さは何倍になるか、求めなさい。

図



IV 生物学の発展について、次の問いに答えなさい。

1 次の(1)～(6)の生物学上のできごとに関連する人物を、あとの人名群からそれぞれ1人選びなさい。

- (1) 顕微鏡で観察した構造体を、細胞と名付けた。 (2) 生物の分類法を体系化し、二名法を確立した。  
 (3) 「種の起源」を著し、自然選択説を提唱した。 (4) 白鳥の首フラスコを用いた実験を行い、自然発生説を否定した。  
 (5) アオカビに含まれる抗生物質であるペニシリンを発見した。 (6) マウスを用いた実験により肺炎球菌の形質転換を発見した。

<人名群> ガルバーニ グリフィス コッホ ダーウィン ハーシー パスツール パブロフ  
 フック フレミング ボイヤー モーガン リンネ レーヴェンフック ワクスマン

2 細胞におけるオートファジーとよばれる生命現象の解明によって、ノーベル生理学・医学賞を受賞した人は誰か、次のア～エから1つ選んで、符号で書きなさい。

ア 大隅 良典 イ 大村 智 ウ 本庶 佑 エ 山中 伸弥

# 令5 高等学校理科 (化学) (5枚のうち2)

(解答はすべて、解答用紙に記入すること)

大問V以降は解答の際に必要なならば、次の値を使いなさい。

原子量 H = 1.0 C = 12.0 N = 14.0 O = 16.0 S = 32.1 Cl = 35.5 K = 39.1 Ba = 137.3

V 様々な分子や結晶及び化学結合に関する次の問いに答えなさい。

1 水分子についての記述として誤っているものはどれか。次のア～エから1つ選んで、その符号を書きなさい。

- ア 水分子の構造は折れ線形(くの字形)である。
- イ 水分子の酸素原子と水素原子の間で共有されている電子は、酸素原子の方に引き寄せられている。
- ウ 水分子が金属イオンに水和するとき、水分子の水素原子が金属イオンと結合する。
- エ 水分子は、水素イオンを他の物質から受け取るとき、塩基として働く。

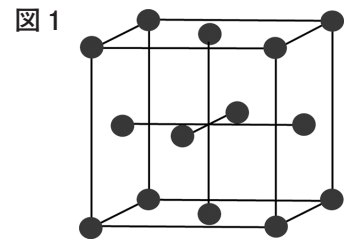
2 次のa～dは、ナトリウム、銅、黒鉛(グラファイト)の3種類の物質について、結晶構造の特徴を述べたものである。下線部が正しいものの組合せはどれか。次のア～カから1つ選んで、その符号を書きなさい。

- a ナトリウムの結晶(体心立方格子)では、単位格子中に4個の原子が含まれている。
- b 銅の結晶(面心立方格子)では、どの原子も、等距離にある8個の原子で囲まれている。
- c 黒鉛結晶内に存在する炭素原子の共有結合による平面構造どうしは、弱い分子間力で引き合っている。
- d 銅と黒鉛では、結晶内を動きやすい電子が存在するので、どちらの物質も電気をよく通す。

ア a、b イ a、c ウ a、d エ b、c オ b、d カ c、d

3 銀は図1に示すように、面心立方格子からなる結晶をつくる。

- (1) 図1の立方体の一辺の長さは原子の半径の何倍になるか、求めなさい。ただし、根号は残したままにすること。
- (2) 図1の単位格子の充填率は何%になるか、求めなさい。ただし、根号は残したままにすること。

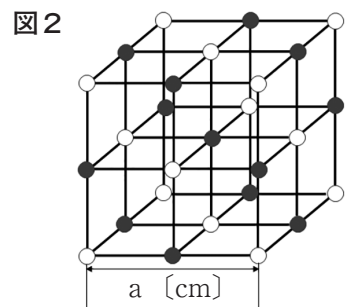


4 塩化ナトリウムの結晶は、図2のように、 $\text{Na}^+$ と $\text{Cl}^-$ が交互に並んでいる。

- (1) 塩化ナトリウムのイオン結晶において、 $\text{Cl}^-$ は、いくつの $\text{Na}^+$ と隣接しているか。次のア～オから1つ選んで、その符号を書きなさい。

ア 2 イ 4 ウ 6 エ 8 オ 10

- (2) 図2の単位格子の一辺の長さをa [cm]、結晶の密度をd [g/cm<sup>3</sup>]、アボガドロ定数を $N_A$  [/mol] とするとき、塩化ナトリウムの式量Mを求める式をa、d、 $N_A$ を用いて書きなさい。



VI 第4周期までの元素に関する次の問いに答えなさい。

1 a～iの文は、次の周期表中の空欄の元素について述べたものである。それぞれに当てはまる元素の元素記号を書きなさい。ただし、同一の元素を何度答えてもよい。

H																	He
Li	Be											C	N	O	F		Ne
Na	Mg												P				
	Ca	Sc	Ti	V	Cr			Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr

- a この元素の単体は水と激しく反応して溶解し、水素を発生する。溶けた後の水溶液は強い塩基性を示す。
- b この元素の単体を空気中で燃やすと還元性の気体が発生する。
- c この元素の酸化物は石英や水晶の成分であり、岩石圏に広く分布している。
- d この元素の単体は常温・常圧において単原子分子の気体である。
- e この元素の陽子数は17である。
- f この元素は遷移元素で、その酸化物は乾電池の材料として用いられる。
- g この元素は典型元素で、その酸化物は $\text{M}_2\text{O}_3$ の組成をもつ両性酸化物である。
- h この元素の単体は、その酸化物を主成分とする鉱石を原料として熔融塩電解により製造され、金属として広い用途をもっている。
- i この元素は、窒素およびリンとともに植物の三大栄養素の一つで、その化合物には肥料として用いられるものがある。

2 次のa～dに当てはまる単体は何か。次のア～コから1つずつ選んで、その符号を書きなさい。

- a 常温・常圧では固体であり、塩酸には溶けて気体を発生するが、濃硝酸中では表面に酸化物の膜ができて溶けにくくなる。また、水酸化ナトリウム水溶液にも溶けて水素を発生する。
- b 常温・常圧では赤味を帯びた固体であり、希塩酸には溶けないが、濃硝酸には赤褐色の気体を発生して溶ける。
- c 常温・常圧では液体であり、ヨウ化カリウム水溶液からヨウ素を遊離させる。
- d 常温・常圧では固体であり、塩酸とも水酸化ナトリウム水溶液とも反応して、水素を発生して溶ける。トタンに用いられる。

ア 亜鉛 イ アルミニウム ウ 塩素 エ オゾン オ 銀 カ 臭素 キ 水銀 ク 鉄 ケ 銅 コ フッ素

## 令5 高等学校理科（化学）（5枚のうち3）

（解答はすべて、解答用紙に記入すること）

VII 次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。

難溶性の塩  $A_nB_m$  がある。これを純水に入れ、よくかき混ぜるとごくわずかに溶けて飽和水溶液となる。この飽和水溶液では、溶解した微量の  $A_nB_m$  が電離し、固体の  $A_nB_m$  と水溶液中の  $A^{p+}$  と  $B^{q-}$  の間に、次のような電離平衡が成り立っていると考えられる。



このとき、飽和水溶液中の  $A^{p+}$  のモル濃度  $[A^{p+}]$  の  $n$  乗と  $B^{q-}$  のモル濃度  $[B^{q-}]$  の  $m$  乗の積  $[A^{p+}]^n [B^{q-}]^m$  は、温度が変わらなければ、常に一定に保たれている。この積  $K_{sp}$  を  $A_nB_m$  の溶解度積といい、次のように表す。

$$K_{sp} = [A^{p+}]^n [B^{q-}]^m \cdots \cdots (2)$$

- 1 次の難溶性塩の飽和水溶液における電離平衡を（1）式にならって記し、溶解度積  $K_{sp}$  を（2）式にならってそれぞれ書きなさい。
  - a 硫酸バリウム
  - b クロム酸銀
- 2 硫酸バリウムは、25℃で純水 100mL に  $2.5 \times 10^{-4}$  g 溶けて飽和する。この水溶液中では完全に電離しているものとして、25℃における硫酸バリウムの溶解度積を有効数字2桁で求めなさい。ただし、硫酸バリウムの溶解による溶液の体積変化は無視できるものとする。
- 3  $1.0 \times 10^{-3}$  mol/L の塩化カルシウム水溶液 10mL に  $2.0 \times 10^{-3}$  mol/L の硫酸マグネシウム水溶液 10mL を加えて混合した。ただし、25℃における硫酸カルシウムの溶解度積は、 $2.2 \times 10^{-5}$  (mol/L)<sup>2</sup> とする。
  - (1) 硫酸カルシウムの沈殿が生じないとして、 $[Ca^{2+}]$  および  $[SO_4^{2-}]$  を有効数字2桁でそれぞれ求めなさい。
  - (2) 硫酸カルシウムの沈殿が生じるかどうかを、(1)で求めた値をもとに判断して、「沈殿する」または「沈殿しない」で書きなさい。
- 4 25℃において、塩化銀の飽和水溶液 1.0L に塩化カリウムを 0.0746g 加えたときの銀イオンの濃度を有効数字2桁で求めなさい。ただし、25℃における塩化銀の溶解度積は  $1.8 \times 10^{-10}$  (mol/L)<sup>2</sup> とし、溶解や析出による溶液の体積変化は無視できるものとする。
- 5 塩化銀の沈殿を含む水溶液に、アンモニア水を加えていくと錯イオンが生成する。この錯イオンの名称を書きなさい。

VIII 合成高分子化合物に関する次の問いに答えなさい。

- 1 触媒を用いて、アセチレンと酢酸を反応させると（①）が起こって、（②）が生成する。（②）から得られる重合体を（③）すると、ポリビニルアルコールが得られる。繊維状にしたポリビニルアルコールを、部分的に（④）したものが、ビニロンである。
  - (1) 文章中の①、③、④には、最も適切な反応の名称、②には化合物名を書きなさい。
  - (2) ②を表す示性式を例にならって書きなさい。  
例  $CH_2=CHCl$
  - (3) ポリビニルアルコールは、 $[CH_2CH(OH)]_n$  で表される高分子化合物である。平均分子量  $4.4 \times 10^4$  のポリビニルアルコール 0.440g を、ホルムアルデヒドの水溶液で処理したところ、ビニロン 0.461g が得られた。
    - a はじめのポリビニルアルコールの重合度  $n$  はいくらか。最も適切な数値を、次のア～カから1つ選んで、その符号を書きなさい。  
ア 100    イ 200    ウ 400    エ 500    オ 800    カ 1000
    - b この実験で、ポリビニルアルコールのヒドロキシ基の何%がホルムアルデヒドと反応したか。最も適切な数値を、次のア～カから1つ選んで、その符号を書きなさい。  
ア 25    イ 30    ウ 35    エ 40    オ 45    カ 50
- 2 合成繊維であるナイロン66を発明したアメリカの化学者カロザースは、アミノ基を両端にもつジアミン  $H_2N-(CH_2)_m-NH_2$  の  $m$  の数と、カルボキシ基を両端にもつジカルボン酸  $HOOC-(CH_2)_n-COOH$  の  $n$  の数をいろいろ変えて縮合重合させ、アミド結合を形成させる方法を研究した。
  - (1) ジアミンの  $m$  が6およびジカルボン酸の  $n$  が4の場合のそれぞれの物質名を書きなさい。
  - (2) (1)の場合、縮合重合させたときの反応式を書きなさい。ただし、反応式中の化学式は、官能基がわかるように示しなさい。
  - (3) 縮合重合で生成した物質の窒素含有率が10.0%（質量比）であったとき、元のジアミンとジカルボン酸に含まれる  $CH_2$  基の合計 ( $m+n$ ) はいくらか。最も適切な数値を、次のア～オから1つ選んで、その符号を書きなさい。  
ア 8    イ 10    ウ 12    エ 14    オ 16

令5 高等学校理科（化学）解答用紙（5枚のうち4）

総計		

I	1	(1) ①	② (以下)	③	④ (以上)
		(2) →	→		
	2	(1)	(2) %	(3) g	(4) %
II	1	(1)	(2) g	(3) g	
	2	(1)	(2) mol/L	(3) %	
III	1		2	cm	
	3	N	4	g/cm <sup>3</sup>	5 倍
IV	1	(1)	(2)	(3)	
		(4)	(5)	(6)	
	2				

I		

II		

III		

IV		

令5 高等学校理科 (化学) 解答用紙 (5枚のうち5)

V	1				2					
	3	(1)	倍			(2)	%			
	4	(1)				(2)	M =			
VI	1	a	b		c	d				
		e	f		g	h				
		i								
	2	a	b		c	d				
VII	1	a	電離平衡							
			溶解度積		$K_{sp} =$					
		b	電離平衡							
			溶解度積		$K_{sp} =$					
	2									
	3	(1)	$[Ca^{2+}]$			$[SO_4^{2-}]$				
	(2)									
4					5					
VIII	1	(1)	①				②			
			③				④			
		(2)								
	(3)	a				b				
	2	(1)	ジアミン					ジカルボン酸		
		(2)								
(3)										

V

--	--	--

VI

--	--	--

VII

--	--	--

VIII

--	--	--

令5 高等学校理科（化学） 模範解答

総計		
200		

I	1	(1) ① ○	(2) 1 (以下)	(3) ◎	(4) 9 (以上)
		(2) イ → ウ → ア			
2	(1) 露点	(2) 54 %	(3) 17 g	(4) 38 %	
II	1	(1) $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$	(2) 4.8 g	(3) 0.53 g	
	2	(1) $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$			
	(2) 1.00 mol/L	(3) 83 %			
III	1	トリチェリ	2	76 cm	
	3	20.3 N	4	13.6 g/cm <sup>3</sup>	5
IV	1	(1) フック	(2) リンネ	(3) ダーウィン	
		(4) パスツール	(5) フレミング	(6) グリフィス	
2	ア				

I	20

II	20

III	20

IV	20

# 令5 高等学校理科（化学） 模範解答

V	1	ウ		2	カ				
	3	(1)	$2\sqrt{2}$ 倍	(2)	$\frac{50\sqrt{2}\pi}{3}$ %				
	4	(1)	ウ	(2)	$M = da^3 N_A / 4$				
VI	1	a	K	b	S	c	Si	d	Ar
		e	Cl	f	Mn	g	Al	h	Al
		i	K						
	2	a	イ	b	ケ	c	カ	d	ア
VII	1	a	電離平衡	$BaSO_4 (固) \rightleftharpoons Ba^{2+} + SO_4^{2-}$					
			溶解度積	$K_{sp} = [Ba^{2+}] [SO_4^{2-}]$					
		b	電離平衡	$Ag_2CrO_4 (固) \rightleftharpoons 2Ag^+ + CrO_4^{2-}$					
			溶解度積	$K_{sp} = [Ag^+]^2 [CrO_4^{2-}]$					
	2	$1.1 \times 10^{-10} (mol/L)^2$							
	3	(1)	$[Ca^{2+}] \quad 5.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$			$[SO_4^{2-}] \quad 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$			
(2)		沈殿しない							
4	$1.8 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$			5	ジアンミン銀 (I) イオン				
VIII	1	(1)	①	付加	②	酢酸ビニル			
			③	けん化	④	アセタール化			
		(2)	$CH_2=CHOCOCH_3$						
	(3)	a	カ			b	ウ		
	2	(1)	ジアミン	ヘキサメチレンジアミン			ジカルボン酸	アジピン酸	
		(2)	$nH_2N-(CH_2)_6-NH_2 + nHOOC-(CH_2)_4-COOH$ $\rightarrow \text{--[NH-(CH}_2)_6\text{-NH-CO-(CH}_2)_4\text{-CO]}_n\text{ + 2nH}_2\text{O}$						
(3)		エ							

V 30		

VI 30		

VII 30		

VIII 30		