

平成31年度学力検査問題

理 科 (4枚のうち その1)

受 験 号	番
-------	---

解答をするにあたっての注意：答えはすべて解答欄に記入し，計算結果は有効数字3桁で答えよ。必要があれば次の値を用いよ。 原子量：H = 1.00 He = 4.00 C = 12.0 N = 14.0 O = 16.0 P = 31.0 S = 32.1 Cl = 35.5 Br = 79.9

1 Ag^+ , Al^{3+} , Ba^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , K^+ , Pb^{2+} , Zn^{2+} の8種類の金属イオンのうち，5種類の金属イオンを含む水溶液がある。この水溶液に含まれる金属イオンを分離する目的で，下記の実験 I ~ V を順に行った。問(1)~(8)に答えよ。なお，各操作において，試薬は完全に反応が終了するまで加えるものとする。

I この水溶液に希塩酸を加えると，化合物 **A** が沈殿した。この沈殿にアンモニア水を加えると，**A** は溶解して錯イオン **B** を形成した。また，**A** に光を当てると，その色が変化した。

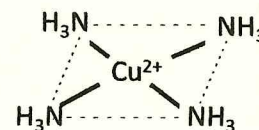
II 実験 I で **A** の沈殿を分離した後，ろ液に硫化水素を通じても沈殿は生じなかった。この水溶液を煮沸し，希硝酸を加えた後，アンモニア水を加えて塩基性になると化合物 **C** と **D** を含む沈殿が生じた。これをろ過して得られたろ液には錯イオン **E** が含まれていた。

III 実験 II で得られた **C** と **D** を含む沈殿に水酸化ナトリウム水溶液を加えると，**D** のみが錯イオン **F** として溶解した。そこで，**C** をろ過し分離して，希塩酸を加えると，黄褐色の水溶液となり溶解した。一方，**C** を除いたろ液に希塩酸を加えて中和すると，**D** が沈殿した。

IV 実験 II で得られた錯イオン **E** を含むろ液に硫化水素を通じると，化合物 **G** が沈殿した。

V 実験 IV で沈殿を除いたろ液に希硫酸を加えると，化合物 **H** が沈殿した。

- (1) **A** ~ **H** を化学式で表せ。また，それぞれの色も記せ。
- (2) 最初の水溶液に含まれている，5種類の金属イオンを全て答えよ。
- (3) 下線部①の反応を化学反応式で表し，変化した後の色を記せ。また，この性質を利用した用途を述べよ。
- (4) 下線部②と③の目的を述べよ。
- (5) 下線部④に，試薬(i)~(iii)をそれぞれ加えると，(i)水溶液の色が血赤色に変化，(ii)濃青色の沈殿，(iii)水溶液の色が淡緑色に変化した。試薬(i)~(iii)の名称を答えよ。
- (6) **G** はダイヤモンドと同じ結晶格子を持つイオン結晶を構成する。**G** の単位格子の配位数，および，それに含まれる，陽イオンと陰イオンの数をそれぞれ記せ。
- (7) **H** は今日の医療において，特定の用途で人体に投与される化合物である。その用途を答えよ。
- (8) **B** と **E**，および，試薬(ii)の立体構造を，例にならって記せ。



〔解答欄〕

(1)	A	化学式	色	B	化学式	色	C	化学式	色	D	化学式	色	
	E	化学式	色	F	化学式	色	G	化学式	色	H	化学式	色	
(2)				(3)	化学反応式	変化した後の色	用途						
(4)	②				③								
(5)	(i)				(ii)				(iii)				
(6)	配位数		陽イオン		陰イオン		(7)						
(8)	B				E				試薬(ii)				

平成 31 年度 学力 検査 問題

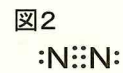
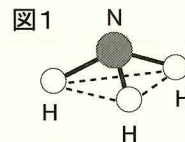
理 科 (4 枚のうち その 2)

受 験 号	番
-------	---

2 次の文を読み、以下の問(1)~(7)に答えよ。

水分子は ア 個の イ 原子と ウ 個の エ 原子間の オ 結合によって形成されている。水分子の イ 原子は負電荷を、エ 原子は正電荷を帯びており、その分子の立体的な形は カ 形になっている。分子量が小さいにもかかわらず、水の沸点が高いのは隣り合う水分子間で キ 結合を形成するためである。水分子の一部は電離し、エ イオンと ク イオンを生ずるが、エ イオンは水分子と オ 結合を形成することにより ケ イオンとなる。イオン結晶や極性分子は水に溶けるものが多いが、無極性分子は水に溶けにくい。氷の結晶では、1 個の水分子に対して コ 個の水分子が キ 結合し、サ 構造を形成している。

- ア ~ サ に入る適切な語句または化学式を記せ。
- 下線部①で水分子の構造が カ 形になる理由を説明せよ。なお、窒素原子が非共有電子対を持つため、アンモニアの構造は図 1 のようになる。
- 下線部②で キ 結合が形成されるとなぜ沸点が高くなるのか、その理由を説明せよ。
- 下線部③の配位結合と オ 結合との違いを説明せよ。
- 下線部④の ケ イオンの電子式を図 2 の窒素分子を参考に示せ。
- 下線部⑤の理由を説明せよ。
- 下線部⑥より、氷の結晶の特徴を述べよ。



〔解答欄〕

(1)	ア	イ	ウ	エ	オ
カ	キ	ク	ケ	コ	サ
(2)					
(3)					
(4)					
(5)	(6)				
	(7)				

3 容積が 1.00 L の密閉容器に一酸化炭素と 1.12 mol の水素を入れ、高温(一定温度)に保ちながら反応させたところ、Ⅹ を生成して平衡状態となった。平衡時の一酸化炭素と Ⅹ の濃度はそれぞれ 0.320 mol/L と 0.480 mol/L であった。ただし、Ⅹ は溶媒、燃料、化学工業の原料として広く用いられる物質で、高温状態ではすべて気体状態で存在するものとする。問(1)~(5)に答えよ。

- 下線部①の化学反応式と、Ⅹ の名称を答えよ。
- 反応容器に入れた一酸化炭素と平衡時における水素の物質量をそれぞれ求めよ。計算過程も記せ。
- 平衡定数 K_c を求めよ。計算過程も記せ。
- 次の(ア)~(オ)の中で、触媒を加えると変化するものを全て記号で選べ。
 (ア) 速度定数 (イ) 反応熱 (ウ) 活性化エネルギー (エ) 生成物の量 (オ) 反応速度
- Ⅹ の合成反応が発熱反応であるとき、反応温度を高くすると平衡はどの方向に移動するか。50 字以内で理由とともに説明せよ。

〔解答欄〕

(1)	(化学反応式)	(Ⅹの名称)
(2)	(計算過程)	(計算過程)
	一酸化炭素: _____ 水素: _____	$K_c =$ _____
(3)		
(4)		
(5)		

平成31年度学力検査問題

理 科 (4枚のうち その3)

受験番号	番
------	---

4 酸化還元反応に関する文(a)~(d)を読み、問(1)および(2)に答えよ。

- (a) 硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウムの水溶液とヨウ化カリウムの水溶液を反応させると、過マンガン酸イオンの赤紫色が消失し溶液は **ア** 色になる。
- (b) 硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウムと過酸化水素水を反応させると、過マンガン酸イオンの赤紫色が消失し、溶液は **イ** 色となる。
- (c) 銅片に希硝酸を反応させると銅片は溶けて溶液は **ウ** 色になる。
- (d) 鉛蓄電池は正極活物質に **エ**，負極活物質に **オ**，電解液に **カ** を用い、その起電力は約 **キ** ボルトである。
- (1) (a)~(c)で起こる反応をそれぞれ化学反応式で記せ。また、**ア** ~ **ウ** に適当な語句を記せ。
- (2) **エ** ~ **キ** に適当な語句あるいは数値を記せ。また(d)において放電時に鉛蓄電池の正極、負極で起こる変化をそれぞれイオン反応式で記せ。

〔解答欄〕

(1)	a					ア
	b					イ
	c					ウ
(2)	エ	オ	カ	キ		
	正極				負極	

5 次の文を読み、問(1)~(4)に答えよ。

核酸は、窒素を含む塩基、五炭糖、**ア** からなるヌクレオチドどうしが五炭糖の3位の **イ** 基と5位の **ア** の間で **ウ** してできた鎖状の高分子化合物(ポリヌクレオチド：図3)である。核酸には、糖部分が **エ** でできたデオキシリボ核酸(DNA)と **オ** でできたりボ核酸(RNA)の2種類がある。DNAを構成する塩基は**A**、**B**、**C**、シトシンからなる。一方、RNAは塩基の一つが**B**ではなく① **D**の4種類からなる。2本の鎖状のDNA分子は、**A**と**B**、**C**とシトシンが **カ** 結合をつくり、**キ** 構造を形成している。この2本鎖DNAは、温度を上げると、ある温度で **キ** 構造が壊れ、1本鎖のDNAに解離する。②

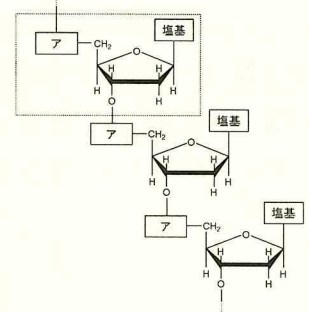


表1 各塩基を含むヌクレオチド構成単位の式量

塩基	A	B	C	シトシン
式量	312	303	328	288

図3 ポリヌクレオチド

- (1) **ア** ~ **キ** に入る適切な語句を記せ。
- (2) 下線部①の**A**~**D**の塩基の名称を記せ。
- (3) ある生物の細胞 2.00×10^6 個のDNA量は 2.00×10^{-7} gであった。そのDNAの全塩基数に対するシトシンの割合は17.0%であった。このときの**A**、**B**、**C**の割合はそれぞれ何%か。また、表1の値を用いてヌクレオチド構成単位(図3の破線枠内)の式量の平均値と細胞1個あたりの塩基対の数を求めよ。アボガドロ定数は $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。
- (4) 下線部②の2本鎖のDNAの全塩基数に対するシトシンの割合が高くなると、1本鎖のDNAに解離するのに必要な温度はどう変化するか。また、その理由を簡単に記せ。

〔解答欄〕

(1)	ア	イ	ウ	(2)	A	B
	エ	オ	カ		キ	C
(3)	A % B % C % (式量の平均値の計算過程)			(4)	温度：	
	(塩基対の数の計算過程)				理由：	
答			答		塩基対	

平成31年度学力検査問題

理 科 (4枚のうち その4)

受 験 号	番
-------	---

6 植物に由来する化合物A~Cに関する実験I~IXを行った。問(1)~(6)に答えよ。化合物の構造は構造式の例にならって記せ。

I Aは水に溶けると双性イオンとなり、ニンヒドリン水溶液を加えると紫色に呈色した。

II 各種分析により、Aの分子式はC₉H₁₁NO₂でありメチル基を持たないことがわかった。

また、双性イオンを形成するために必要な官能基は同一炭素上に置換している。

III Aに濃硫酸と濃硝酸の混液を作用させると、官能基Xが導入された化合物が得られた。

IV アミロースを完全に加水分解すると化合物Yとなり、酵母に含まれる酵素によってDとEに分解される。DとAが反応するとFになった。

V Dと濃硫酸の混合物を170℃で加熱するとGが生成し、Gは塩化パラジウム(II)と塩化銅(II)を触媒として酸素と反応させるとHとなった。Hを酸化し、十酸化四リンと加熱するとIになる。Aと1分子のIが反応すると、Jが生成した。

VI 炭素・水素・酸素原子で構成されるB 6.60 mgを完全燃焼させ、生成した混合気体Zを塩化カルシウムが充填された管に通した結果、重量が3.60 mg増加した。同気体Zを、直接ソーダ石灰が充填された管に通すと、重量は23.4 mg増えた。

VII Bは酸素原子を含む官能基を1種類持っており、アンモニア性硝酸銀溶液に加えて加熱すると銀を析出し、さらに硫酸で酸性にするとCとなった。CはBに比べて分子量が16大きいことがわかった。

VIII Cはトランス形の構造であり、臭素と反応すると不斉炭素原子を2つもち分子量が160大きい化合物が得られた。

IX CとFを脱水縮合させるとKとなった。



(1) 水溶液中でのAのpHによる構造変化を図示して説明せよ。また、A、F、Jの酸や塩基としての性質について述べよ。

(2) Bの分子式を示せ。計算過程も示すこと。

(3) 実験IIIで導入される官能基Xの構造と反応後の色を記せ。

(4) C 5.92 mgが、触媒存在下反応できる水素の物質質量と生成物の構造を示せ。計算過程も示すこと。

(5) A~Kの構造を記せ。なお、光学異性体は考慮しない。

(6) Yを、酒石酸ナトリウムカリウム、水酸化ナトリウムならびに硫酸銅(II)の混合水溶液に加え、加熱すると沈殿が生じた。沈殿物の化学式と色を示せ。また沈殿が生じる理由を、水溶液中でのYの構造変化をもとに説明せよ。

[解答欄]

(1)			(2)			
	(化合物B)分子式: _____					
(3)	官能基X:	(4)				
	色:		物質質量:		生成物:	
(5)	A	B	C	D	E	F
	G	H	I	J	K	
(6)	化学式:	沈殿が生じる理由:				
	色:					