

# 令4 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 生物のふえ方について、次の問いに答えなさい。

1 様々な生殖について、次の問いに答えなさい。

(1) 次のア～エのうち単細胞生物ではないものを1つ選んで、その符号を書きなさい。

ア ミカヅキモ イ ミジンコ ウ ミドリムシ エ ゾウリムシ

(2) アメーバの分裂のように、雌雄の親を必要とせず親の体の一部分が分かれてそれがそのまま子になる生殖を何というか、書きなさい。

(3) 植物にも(2)と同じ生殖でふえていくものがある。例えば、サツマイモのいもは、土に植えておくと芽を出して葉・茎・根がそろい、新しい個体となって成長していく。このように、(2)の生殖の1つで、植物において、体の一部から新しい個体をつくる生殖のことを何というか、書きなさい。

2 動物のふえ方について、次の文を読んで、あとの問いに答えなさい。

イモリなどの( )は、受精によって子孫を残す。受精は、精子と卵によって行われ、受精した卵は受精卵と呼ばれる。受精卵は、細胞分裂を繰り返して胚を経て成体になる。

(1) ( )に入る適切なものを、次のア～エから1つ選んで、その符号を書きなさい。

ア 魚類 イ は虫類 ウ 哺乳類 エ 両生類

(2) 精子や卵など、子孫を残すための細胞を何というか、書きなさい。

(3) 下線部の過程を何というか、書きなさい。

(4) (2)の細胞がつくられるときに行われる細胞分裂は、体細胞分裂と異なり、染色体の数がもとの細胞の半分になる。この細胞分裂を何というか、書きなさい。

II 酸とアルカリについて、次の問いに答えなさい。

1 酸性の水溶液について、次の文を読んで、あとの問いに答えなさい。

酸性の水溶液には、「緑色のBTB溶液を( ① )に変色させる」「マグネシウムなどの金属を溶かして気体の( ② )を発生させる」など、共通した性質がある。これは、酸性の水溶液中に( ③ )が生じているためである。中性である純水中にも、( ③ )が含まれている。

(1) 空欄①には適切な語句を、空欄②には適切な物質名を、空欄③には適切なイオン式をそれぞれ書きなさい。

(2) 下線部について、③が含まれているにも関わらず、純水が中性である理由を簡潔に書きなさい。

(3) pH3の酸性の水溶液に含まれる③の濃度は、pH5の酸性の水溶液に含まれる③の濃度の何倍か、書きなさい。

2 アルカリ性の水溶液について、次の文を読んで、あとの問いに答えなさい。

アルカリ性の水溶液には、「フェノールフタレイン溶液を( ① )に変色させる」など、共通した性質がある。これは、アルカリ性の水溶液中に( ② )が生じているためである。例えば、アンモニアは水に溶けやすく、その水溶液はアルカリ性を示す。

(1) 空欄①に入る適切な語句、空欄②に入る適切なイオン式を書きなさい。

(2) 下線部の変化を反応式で書きなさい。

(3) 実験において水酸化ナトリウム水溶液をあつかう場合は、皮膚につかないように注意し、目に入らないように保護眼鏡をかけて実験を行う必要がある。これは水酸化ナトリウムなどのアルカリ性の水溶液が、ある物質を変性させるからである。ある物質の名称を書きなさい。

III 図は、春分の日における太陽と地球の位置と、黄道12星座を示している。

図をもとに、日本における星の見え方について答えなさい。

1 図のウ、カ、ケの空欄に入る星座名は何か、それぞれ書きなさい。

2 星の見え方の移り変わりについて説明した次の文の、空欄

①、②に入る適切な語句を、それぞれ書きなさい。

毎日、同じ時刻に観測すると、地球の( ① )によって、星座の位置が少しずつ西へ移動していく。この動きを星座の星の( ② )という。

3 次の(1)、(2)の星座として適切なものを、図のア～シからそれぞれ1つ選んで、その符号を書きなさい。

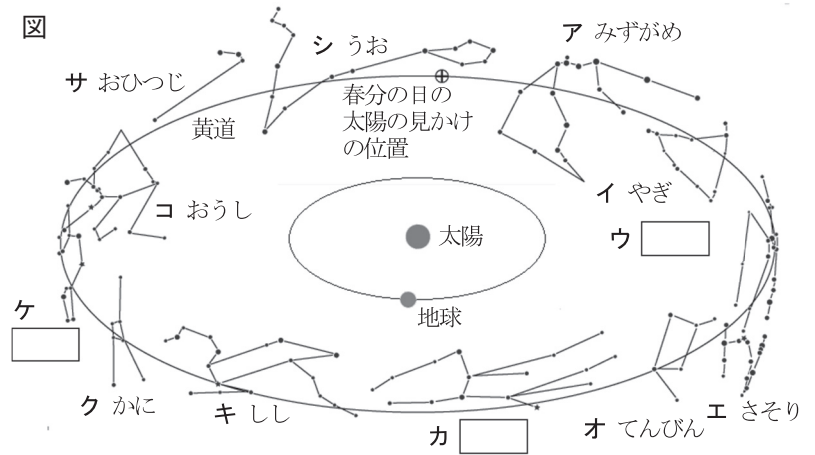
(1) 冬至の日において、太陽の位置にある星座

(2) 秋分の日において、22時に南中している星座

4 今年は、5月26日と11月19日に月食が観測される。

(1) 特に皆既月食のとき、地球の大気の影響によって月はどう見えるか、その特徴を書きなさい。

(2) a、bの月食の夜のうち、月の南中高度が高いのはどちらか。また、そのとき月は図のア～シのどの星座の位置にあるか、それぞれ1つ選んで、その符号を書きなさい。



IV 図のように、水平面と2つの斜面がなめらかにつながっている。60gの小球を斜面上の点Aから初速0で運動させたところ、小球は点Bを5.0m/sの速さで通過した後、区間BCで摩擦力によって減速して点Cを4.0m/sの速さで通過し、斜面上の点Dで運動を折り返した。重力加速度の大きさを9.8m/s<sup>2</sup>とし、区間BC以外では力学的エネルギーが保存されるとして、次の問いに有効数字2桁で答えなさい。

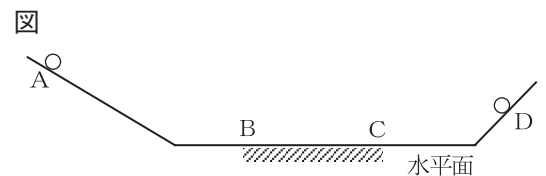
1 小球にはたらく重力の大きさを求めなさい。

2 点Bにおける小球の運動エネルギーを求めなさい。

3 点Aの水平面からの高さは何mか、求めなさい。

4 点Dの水平面からの高さは、点Aの高さの何倍か、求めなさい。

5 小球が運動を折り返した後、区間BCで1回目の通過と同じ量だけ力学的エネルギーが減少した。小球が点Bを図の左向きに通過するときの速さを求めなさい。



# 令4 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）

V 表に示した5種類の原子の電子軌道を参考にして、原子の結合等を説明した次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。

K原子の〔ア〕は、419kJ/molであり、その値は比較的《イ 大きい・小さい》ので $K^+$ になりやすい。Br原子の〔ウ〕は、325kJ/molであり、その値は比較的《エ 大きい・小さい》ので $Br^-$ になりやすい。K原子とBr原子とが結合する場合、電子の移動によってK原子は〔オ〕原子と、Br原子は〔カ〕原子と同じ電子配置となり、〔キ〕結晶をつくる。

Br原子のN殻の電子は、3組の電子対と1個の〔ク〕電子とからなっており、 $Br_2$ 分子ではこの〔ク〕電子が共有されて、《ケ 単・二重・三重》結合がつけられている。また、N原子のL殻の電子を考えると、 $N_2$ 分子では《コ 単・二重・三重》結合がつけられることがわかる。

HBr分子の化学結合も共有結合であるが、H原子とBr原子の〔サ〕に差があるため、結合に極性があり、分子全体として極性を示す。3原子以上からなる分子では、分子の極性は構成原子の種類だけでなく、分子の形にも依存する。例えば、《シ 水・二酸化炭素・二硫化炭素》や《ス テトラクロロメタン・アンモニア・ベンゼン》に極性が現れる。

N原子では、<sup>(a)</sup>2s軌道とすべての2p軌道から新しい等価な軌道がつけられる。従って、〔セ〕個の〔ク〕電子と1組の電子対ができ、H原子と結合して $NH_3$ 分子が形成される。 $NH_3$ 分子は結合に関与しない〔ソ〕電子対をもつ。

B原子とF原子との結合では、B原子の<sup>(b)</sup>2s軌道と2p軌道から新しい等価な軌道がつけられるので、B原子は〔タ〕個の〔ク〕電子をもち、これによって $BF_3$ 分子が形成される。 $BF_3$ 分子と $NH_3$ 分子との反応により形成されるB原子とN原子の結合は、〔チ〕原子の〔ソ〕電子対を一方向的に他方に提供することで結合ができる。このような結合を特に〔ツ〕結合と呼ぶ。

- 1 空欄ア～ツに入る適切な語句、元素記号または数値を書きなさい。ただし、《 》は、適切なものを選んで書きなさい。
- 2 下線部(a)のように、 $NH_3$ 分子が形成される場合のN原子における軌道を何と呼ぶか書きなさい。
- 3 下線部(b)のように、 $BF_3$ 分子が形成される場合のB原子における軌道を何と呼ぶか書きなさい。
- 4 〔ツ〕結合を含む物質として適切なものを、次のア～エから1つ選んで、その符号と化学式を書きなさい。

ア 水酸化銅(II)    イ ヘキサシアニド鉄(II) 酸カリウム    ウ 塩化カルシウム    エ 1,2-ジブromoエタン

表

電子殻	L			M			N	
	K	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4d
H	1							
B	2	2	1					
N	2	2	3					
K	2	2	6	2	6		1	
Br	2	2	6	2	6	10	2	5

VI 次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。ただし、ファラデー定数は  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とする。

水酸化ナトリウムを水に溶解し、0.100mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を調整した。水酸化ナトリウムのように、水に溶けるとアルカリ性を示し、水溶液中ではほぼ完全に電離するものを〔ア〕という。

この水酸化ナトリウム水溶液をビーカーにとり、図1に示すように直流電源と白金電極を用いて電気分解の実験を行った。一般に電気分解の実験においては、陰極では、周りの分子やイオンが電極から電子を受け取る反応が起こる。この実験では、電極Bにおいて〔イ〕が電子を受け取り、〔ウ〕イオンを生じ、〔エ〕が気体として発生する。一方、電極Aでは、電極が電子を受け取る反応が起こり、〔オ〕が気体として発生する。

電極Aおよび電極Bにおいて上記の反応が起こるのに伴って、水溶液中では〔カ〕イオンが〔キ〕の向きに移動し、これにより水酸化ナトリウム濃度が均一に保たれる。しかし、図2のように、陽イオンのみを選択的に通過させる陽イオン交換膜で電極の間を仕切ると、通電に伴って〔ク〕イオンが〔ケ〕の向きに移動するので、《コ 電極A・電極B》が存在する側の水溶液中には、水酸化ナトリウムが濃縮される。

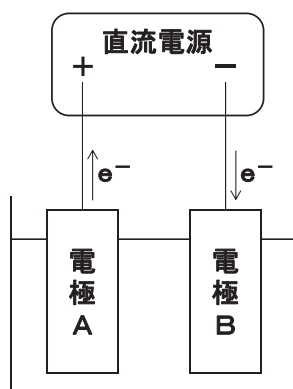
- 1 空欄ア～コに入る適切な語句を書きなさい。ただし、空欄キおよびケには、次の①か②のどちらかを選び、その符号を書きなさい。

また、《 》は、適切なものを選んで書きなさい。

- ① 電極A → 電極B      ② 電極B → 電極A

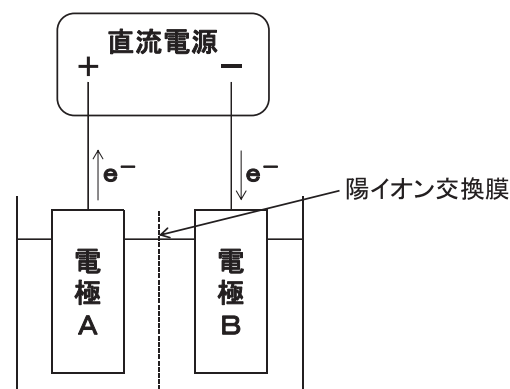
- 2 下線部(a)を化学反応式で書きなさい。ただし、電子は $e^-$ で表すこと。
- 3 下線部(b)について、0.150Aの電流を $2.00 \times 10^3$ 秒間流したとき、濃縮された側の水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度を有効数字3桁で求めなさい。ただし、電極Aおよび電極Bのどちらの電極側の水溶液の体積も100mLであり、イオンの移動、電気分解や蒸発などの影響による体積の変化は無視できるものとする。

図1



水酸化ナトリウム水溶液

図2



水酸化ナトリウム水溶液

## 令4 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 アンモニアソーダ法（ソルベー法）による炭酸ナトリウムの製造は、主に次の工程から成っている。これらの工程に関して、あとの問いに答えなさい。ただし、原子量は次の値を使いなさい。H = 1.0、C = 12、N = 14、O = 16、Na = 23、Cl = 35.5

〔工程1〕原料塩（粗製塩化ナトリウム）を海水に溶かし、石灰乳を加えて不純物のマグネシウム分を沈殿させて除き、次にアンモニア、二酸化炭素を通じてカルシウム分を沈殿させて除く。

※ 石灰乳：Ca(OH)<sub>2</sub>の微粉を水中に分散させた乳状の懸濁液

〔工程2〕〔工程1〕で得られた塩化ナトリウム飽和水溶液をアンモニア吸収塔の上から流し、アンモニアを飽和させる。この水溶液をソルベータ（炭酸化塔）の上から流し、二酸化炭素を飽和させると沈殿を生じる。

〔工程3〕〔工程2〕で得られた沈殿を母液から分離し、水洗後約200℃で焼く。

〔工程4〕〔工程2〕の母液からアンモニアを回収する。

- 〔工程1〕で、マグネシウム及びカルシウムは化合物として除かれる。それぞれの化合物を化学式で書きなさい。
- 〔工程2〕および〔工程3〕で起こる変化をそれぞれ化学反応式で書きなさい。
- 〔工程4〕で、母液にCa(OH)<sub>2</sub>を作用させることによりアンモニアを回収する反応を化学反応式で書きなさい。
- 〔工程2〕における反応が完全に進むものとして、水200kg、塩化ナトリウム70kg、アンモニア30kg、二酸化炭素40kgの原料から得られる沈殿の最大質量は何kgか。有効数字2桁で求めなさい。
- 原料塩（粗製塩化ナトリウム）の70%が炭酸ナトリウム製品になるとして、無水炭酸ナトリウム1.0tを得るためには、原料塩を何t必要とするか。有効数字2桁で求めなさい。
- 塩化ナトリウムの飽和水溶液から塩化ナトリウムの結晶を析出させるために吹き込む気体として適切なものを、次の中から1つ選んで、その気体の化学式を書きなさい。

塩化水素          アンモニア          二酸化炭素          酸素          窒素          アルゴン

Ⅷ ある人工甘味料Aは、ショ糖の100倍以上甘く、様々な食品の甘味料として使用されているものである。Aはα-アミノ酸の一種であるアスパラギン酸と、別のα-アミノ酸Bのメチルエステルから生成するジペプチドである。次の問いに答えなさい。ただし、原子量は次の値を使いなさい。H = 1.0、C = 12、N = 14、O = 16

- アスパラギン酸は、図1に示す構造式で表され、不斉炭素原子が存在する。アスパラギン酸の2種類の光学異性体を、不斉炭素原子を中心として図2にならって立体的に書きなさい。

図1

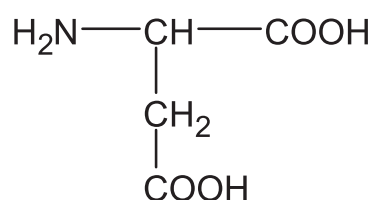
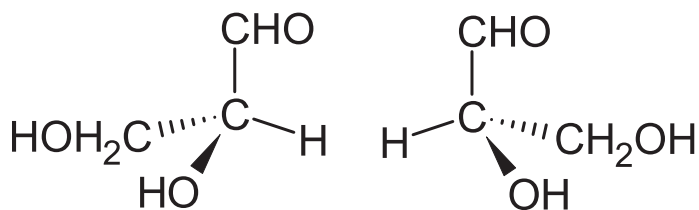


図2



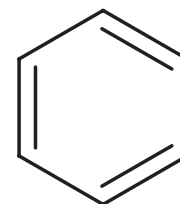
太い線で表された結合は紙面の手前、破線で表された結合は紙面の向こう側にあることを示す

- アスパラギン酸の(1)および(2)の水溶液中で最も多く存在する状態を構造式で書きなさい。ただし、構造式は図1のように書くこと。

- pH1
- pH13

- Bは、炭素、水素、酸素、窒素のみで構成される。元素分析の結果、B 5.00g中には、炭素3.28g、水素0.336g、窒素0.424gが含まれていることがわかった。Bの組成式を書きなさい。

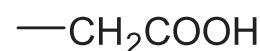
図3



- Bのみからなるジペプチドの分子量は312である。Bの分子式を書きなさい。
- ある測定の結果、Bの分子内にはベンゼン環が存在するが、メチル基は存在しないことがわかった。Bの構造式を書きなさい。ただし、構造式は図1のように書き、ベンゼン環については、図3に示した書き方を用いること。

- Bのメチルエステルとアスパラギン酸が脱水縮合すると、アミド結合をもつ2種類の化合物が生じる。そのうち甘味をもつAはアスパラギン酸由来の図4の部分がそのまま残っている。Aの構造式を書きなさい。ただし、構造式は図1のように書き、ベンゼン環については、図3に示した書き方を用いること。

図4



令4 高等学校理科（化学）解答用紙（5枚のうち4）

総計		

I	1	(1)		(2)		(3)	
	2	(1)		(2)		(3)	
		(4)					
II	1	(1)	①	②	③		
		(2)				(3)	倍
	2	(1)	①	②			
		(2)				(3)	
III	1	ウ		カ		ケ	
	2	①	②				
	3	(1)		(2)			
	4	(1)			(2)	南中高度が高い	月の位置
IV	1		2		3	m	
	4	倍		5			

I		

II		

III		

IV		

令4 高等学校理科（化学）解答用紙（5枚のうち5）

V	1	ア	イ	ウ	エ
		オ	カ	キ	ク
		ケ	コ	サ	シ
		ス	セ	ソ	タ
		チ	ツ	2	
3		4	符号	化学式	
VI	1	ア	イ	ウ	エ
		オ	カ	キ	ク
		ケ	コ		
2			3		
VII	1	マグネシウム		カルシウム	
	2	工程2			
		工程3			
	3				
	4		kg	5	t
	6				
VIII	1			(1)	(2)
				2	
	3			4	
5			6		

V

VI

VII

VIII



## 令4 高等学校理科(化学) 模範解答

総計		
200		

I	1	(1)	イ	(2)	無性生殖	(3)	栄養生殖	
	2	(1)	エ	(2)	生殖細胞	(3)	発生	
		(4)	減数分裂					
II	1	(1)	① 黄色	② 水素	③ H <sup>+</sup>			
		(2)	水素イオンと同濃度の水酸化物イオンが存在しているため				(3)	100 倍
	2	(1)	① 赤色	② OH <sup>-</sup>				
		(2)	NH <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O → NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> + OH <sup>-</sup>				(3)	タンパク質
III	1	ウ	いて	カ	おとめ	ケ	ふたご	
	2	①	公転	②	年周運動			
	3	(1)	ウ	(2)	ア			
	4	(1)	赤褐色に見える		(2)	南中高度が高い	b	月の位置
IV	1	0.59 N		2	0.75 J		3	1.3 m
	4	0.64 倍		5	2.6 m/s			

20		

20		

20		

20		

令4 高等学校理科(化学) 模範解答

V	ア 第一イオン化エネルギー	イ 小さい	ウ 電子親和力	エ 大きい
	オ Ar	カ Kr	キ イオン	ク 不對
	ケ 単	コ 三重	サ 電気陰性度	シ 水
	ス アンモニア	セ 3	ソ 非共有	タ 3
	チ N	ツ 配位	2	sp <sup>3</sup> 混成軌道
3	sp <sup>2</sup> 混成軌道	4 符号 イ	化学式 K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	30

VI	ア 強塩基	イ 水	ウ 水酸化物	エ 水素
	オ 酸素	カ 水酸化物	キ ②	ク ナトリウム
	ケ ①	コ 電極B		
2	4OH <sup>-</sup> → O <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O + 4e <sup>-</sup>		3	1.31 × 10 <sup>-1</sup> mol/L

VII	1	マグネシウム Mg(OH) <sub>2</sub>	カルシウム CaCO <sub>3</sub>
	2	工程2 NaCl + NH <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O + CO <sub>2</sub> → NaHCO <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> Cl	
	3	Ca(OH) <sub>2</sub> + 2NH <sub>4</sub> Cl → CaCl <sub>2</sub> + 2NH <sub>3</sub> + 2H <sub>2</sub> O	
	4	76 kg	5 1.6 t
	6	HCl	

VIII	1		(1)                  (2)
	3	C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub>	4 C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub>
	5		6