

平成31年度採用

群馬県公立高等学校教員選考試験問題

化 学

受験 番号		氏 名	
----------	--	--------	--

— 注 意 事 項 —

- 1 「開始」の指示があるまでは、問題用紙を開かないでください。
- 2 問題は、1ページから5ページまであります。「開始」の指示後、すぐに確認してください。
- 3 解答は、すべて解答用紙に記入してください。
- 4 「終了」の指示があったら、直ちに筆記具を置き、問題用紙と番号順に重ねた解答用紙を机の上に置いてください。
- 5 退席の指示があるまで、その場でお待ちください。
- 6 この問題用紙は、持ち帰ってください。

必要があれば次の値を用いなさい。

原子量：H=1.0、C=12、N=14、O=16、Na=23、Ca=40

気体定数 $R=8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

1 次の(1)～(10)の問いに答えなさい。

(1) 常温・常圧において、硝酸カリウムに不純物として塩化ナトリウムが混ざっているとき、硝酸カリウムを分離するための実験手順を簡潔に書け。

(2) 次の物質を融点の低いものから順に並べ、ア～エの記号で書け。

ア ナフタレン イ 二酸化ケイ素 ウ アルミニウム エ 水銀

(3) 原子番号53、質量数127のヨウ素が一価の陰イオンとなったとき、そのイオンがもつ電子と中性子の数をそれぞれ書け。

(4) 次の文の中で、誤りを含むものをア～エのうちから一つ選べ。

- ア 塩化水素は、水素原子と塩素原子が共有結合で結ばれた分子である。
- イ 二酸化炭素は、電気陰性度の大きい酸素原子をもつ無極性分子である。
- ウ 気体の水に対する溶解度は、温度の上昇とともに大きくなる。
- エ フマル酸はマレイン酸よりも融点が高い。

(5) 次の文の中で、化学変化にあてはまらないものをア～エのうちから一つ選べ。

- ア 保冷剤として利用したドライアイスがしばらくすると小さくなった。
- イ 生石灰に水を加え、弁当を温めた。
- ウ レモンに亜鉛板と銅板を繋ぎ、電子オルゴールを鳴らした。
- エ セッケンを硬水中で使うと泡立ちが悪かった。

(6) 次の文の中で、実験上の注意に関して誤っているものをア～カのうちから二つ選べ。

- ア 有毒な気体を発生させるような実験の場合は、排気装置のある場所で行う。
- イ 必要量以上の試薬を、取り出したり小分けしたりしないようにする。
- ウ 試薬びんから取り過ぎた試薬は、節約するために必ず試薬びんに戻す。
- エ 試験管の液体試薬を激しくかくはんする場合は、指で栓をしてこぼれないようにする。
- オ 試験管での加熱時には、試験管の容量の約1/4以下の液量で行い、決して管口を人に向けてはならない。
- カ 温度計をかくはん棒の代わりに用いてはいけない。

(7) 次に示した電池の中で、放電させたとき正極、負極ともに重量が増加するものをア～オのうちから一つ選べ。また、その電池の名称を書け。

- ア (-) Zn | ZnSO₄水溶液 | CuSO₄水溶液 | Cu (+)
- イ (-) Zn | NH₄Cl水溶液 | MnO₂・C (+)
- ウ (-) Zn | H₂SO₄水溶液 | Cu (+)
- エ (-) Pb | H₂SO₄水溶液 | PbO₂ (+)
- オ (-) Pt・H₂ | H₃PO₄水溶液 | O₂・Pt (+)

(8) 次の現象のもととなる反応が、酸化還元反応に関するものをア～カのうちから二つ選べ。

ア 銅の単体を熱濃硫酸に溶かすと、二酸化硫黄が発生する。

イ 水酸化カルシウム水溶液に二酸化炭素を吹き込むと白く濁る。

ウ 塩化銀に光をあてると黒くなる。

エ 食塩に濃硫酸を加えて加熱すると、塩化水素が発生する。

オ クロム酸カリウム水溶液に、希硫酸を加えると溶液の色が黄色から橙赤色に変わる。

カ 砂糖に濃硫酸を加えると黒くなる。

(9) グルコース9.0mgを水に溶かして300mLとした水溶液の27°Cにおける浸透圧[Pa]を有効数字2桁で求めよ。

(10) 容積12.3Lの密閉容器に水素と酸素を入れたところ、27°Cで全圧は 2.5×10^4 Pa、水素分圧は 1.0×10^4 Paであった。容器中の酸素の質量[g]を有効数字2桁で求めよ。

2 化学反応の量的関係を調べるため、以下のような実験を行い、下表の結果を得た。後の(1)～(5)の問いに答えなさい。

<実験>

操作1 炭酸カルシウムの粉末を1.00gずつ薬包紙にはかり取り、5包分用意する。

操作2 X[mol/L]の塩酸をメスシリンダーで14mLはかり取り、コニカルビーカーに入れる。

操作3 コニカルビーカーごと、容器全体の質量を電子てんびんで測定し、記録する。

操作4 1.00gの炭酸カルシウムの粉末を少量ずつ加え、コニカルビーカーを振り混ぜる。反応がおさまったら、ストローでビーカー内の気体をおだやかに吹き出し、容器全体の質量を測定して記録する。

操作5 操作4を炭酸カルシウムの投入量の累計が5.00gになるまで5回繰り返す。

<結果>

操作3における容器全体の質量：85.64g

	反応後の 容器全体の質量[g]
1回目	86.21
2回目	86.76
3回目	87.32
4回目	88.10
5回目	89.10

(1) 炭酸カルシウムは、身近な物質では何に多量に含まれているか書け。

(2) 操作4のコニカルビーカー内で起こる反応の化学反応式を書け。

(3) 下線部のように、反応後の容器全体の質量をはかる際に、ストローで気体を吹き出したのはなぜか。発生する気体の分子量と空気の平均分子量の関係から簡潔に説明せよ。

(4) 表のデータを処理して、加えた炭酸カルシウムの質量[g] (累計) と、加えた炭酸カルシウムにおける質量の減少量[g] (累計) の関係をグラフで表せ。

(5) 実験結果から、使用した塩酸のモル濃度X[mol/L]を有効数字2桁で求めよ。

- 3 炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムの混合物10.0gに含まれる炭酸水素ナトリウムの割合を調べるため、以下の実験を行い、下表の結果を得た。後の(1)～(4)の問いに答えなさい。

<実験>

- 操作1 混合物10.0gをビーカーに入れて水を加えて完全に溶かしたのち、その溶液を全て[A]に入れ、さらに水を加えて1000mLの水溶液を作った。
- 操作2 操作1で作った水溶液から、[B]を用いて20.0mLを正確にはかりとり、コニカルビーカーに入れた。
- 操作3 コニカルビーカーにフェノールフタレインを加えて[C]を用いて0.100mol/Lの塩酸を水溶液の色が変わるまで滴下した。
- 操作4 操作3で水溶液の色が変わったのち、コニカルビーカーにメチルオレンジを加えて[C]を用いてさらに0.100mol/Lの塩酸を水溶液の色が変わるまで滴下した。

<結果>

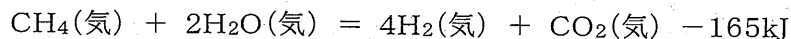
	水溶液の色が変わるまでに滴下した塩酸の体積[mL]
操作3	9.00
操作4	21.45

- (1) [A]～[C]に当てはまる適切な器具の名称をそれぞれ書け。
- (2) 操作3と操作4により、コニカルビーカー内で確認できる中和反応の化学反応式をそれぞれ書け。
- (3) 操作1で作った1000mLの水溶液中における炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムのモル濃度をそれぞれ有効数字2桁で求めよ。
- (4) 混合物中に含まれる炭酸水素ナトリウムの割合[%]を有効数字2桁で求めよ。

- 4 近年、石油や石炭の代替燃料の一つとして天然ガスが注目されている。産出された天然ガスは、冷却・圧縮して凝縮され、液化天然ガス(LNG)として搬送・貯蔵されている。

また、日本周辺の海底下に大量に存在するメタンハイドレートは、低温・高圧下で水分子のつくる網目状構造の中にメタン分子が取り込まれた物質であり、今後の活用が検討されている。次の(1)～(3)の問いに答えなさい。

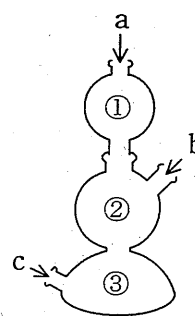
- (1) メタンが燃焼したときの熱化学方程式を書け。ただし、メタンの燃焼熱は891kJ/molとし、生じる水は液体とする。
- (2) 標準状態で気体のメタンをすべて液化したとき、体積はおよそ何分の1となるか、求めよ。ただし、液体のメタンの密度を416g/Lとする。
- (3) メタンは触媒下で水蒸気と高温で反応させることにより、水素を生成することができる。この反応は、次のような熱化学反応式で表すことができる。



- ① 水素の燃焼熱を求めよ。ただし、燃焼で生成する水は気体であるとする。また、H-H、O-H、O=Oの結合エネルギーの値をそれぞれ436、463、498kJ/molとする。
- ② 約1kgのメタンハイドレートから取り出すことのできるメタンを128gとする。取り出したメタン128gをすべて水素にし、その水素を完全に燃焼させたとき、発生する熱量は何kJか、求めよ。ただし、燃焼で生成する水は気体であるとする。

5 実験室で気体を少量発生させるために、キップの装置が使われる。右の図はキップの装置の内部を省略して一部を示したものである。この装置を用いて、硫化鉄(Ⅱ)と希硫酸を反応させて気体を発生させた。次の(1)～(5)の問いに答えなさい。

- (1) この反応の化学反応式を書け。
- (2) キップの装置の内部を補って断面図を完成させよ。なお、ガラス管付きコック(活栓)とゴム栓も書き入れよ。さらに、完成したキップの装置の断面図に、適当な大きさの硫化鉄(Ⅱ)の塊数個と、気体の発生を休止している状態の希硫酸の液面を書き入れ、希硫酸の入っている部分を例のように斜線で示せ。
- (3) キップの装置には図に示した3つの口 a、b、cがある。(ア) 硫化鉄(Ⅱ)を投入する口、(イ) 希硫酸を注入する口、(ウ) 希硫酸を交換する場合に古い希硫酸を捨てる口は、それぞれどれか。a、b、cの記号で答えよ。
- (4) 図の装置に入れる硫化鉄(Ⅱ)の塊は、なるべく細かいほうが良いとされる。その理由を簡潔に説明せよ。
- (5) (4)のとき、硫化鉄(Ⅱ)の塊が細かすぎたり、粉末を含んでいたりしてはいけない。その理由を、図の①、②及び③の記号のうちから必要なものを用いて簡潔に説明せよ。

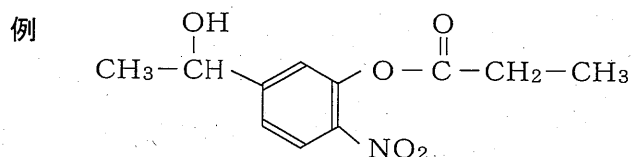


図



例

6 ベンゼンは代表的な芳香族炭化水素であり、含まれる水素原子を他の原子や原子団に置換することにより、医薬品や香料を作ることができる。解熱鎮痛剤であるアセトアミノフェンを合成するため、次のような実験を行った。後の(1)～(4)の問いに答えなさい。ただし、実験は適切な条件で行ったものとする。また、有機化合物の構造式は下の例にならって書くこと。



<実験>

- 操作1 ①触媒を用いてベンゼンとプロペン(プロピレン)を反応させ、生じた物質を酸化し、硫酸を用いることで化合物Aと化合物Bを生じた。化合物Bはヨードホルム反応を示した。
- 操作2 ②化合物Aに濃硫酸と濃硝酸の混合物を作用させると、ベンゼン環に結合している水素原子が1つ置換された複数の異性体が生成した。そのうちパラ異性体である化合物Cを濃塩酸とスズで還元し、水酸化ナトリウム水溶液を加えると化合物Dが遊離した。
- 操作3 化合物Dと酢酸2分子を縮合した化合物Eを反応させることにより、アセトアミノフェンを合成した。

- (1) 下線部①の合成法を何というか、書け。
- (2) 下線部②の反応で生成する物質は、主に2種類の異性体である。その理由を簡潔に書け。
- (3) 化合物A～Eの構造式を書け。
- (4) アセトアミノフェンの構造式を書け。

7 合成繊維に関する以下の文を読み、後の(1)～(4)の問いに答えなさい。

ビニロンは日本で開発された合成繊維であり、次のような操作により合成される。まず、酢酸ビニルを(ア)重合させて高分子化合物Aとし、水酸化ナトリウム水溶液で(イ)すると高分子化合物Bが得られる。Bは親水性のヒドロキシ基を多くもつため、水に溶ける。これを水に溶けない繊維とするために、ホルムアルデヒドで処理すると、アルデヒド基が2個のヒドロキシ基と反応して水1分子が脱離し(この処理を(ウ)化とよぶ)、ビニロンが得られる。ビニロンは親水性が高いという点で天然繊維に近い。また、反応させるホルムアルデヒドの量で吸湿性を調節することができる。

- (1) 文中の空欄(ア)～(ウ)に適する語をそれぞれ書け。
- (2) 下線部の天然繊維について具体例を一つ挙げ、その名称と主成分を書け。
- (3) 重合度をnとして、高分子化合物A、Bの構造式と名称を下の例にならって書け。

例 構造式： $\left[\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$ 名称：ポリプロピレン

- (4) 高分子化合物Bのヒドロキシ基の30.0%がホルムアルデヒドと反応したとき、22.0gの高分子化合物Bから何gのビニロンが得られるか。有効数字3桁で答えよ。

科目	化学解答用紙	2枚中の1	受験番号		氏名	
----	--------	-------	------	--	----	--

(31年)

1

(1)						
(2)			(3)	電子数	中性子数	(4)
(5)	(6)			(7)	記号	名称
(9)	Pa		(10)	g		

2

(1)	(2)					
(3)				(4)	加えた炭酸カルシウムにおける 質量の減少量(累計)	
(5)	式			_____ mol/L		

3

(1)	A	B	C
(2)	操作 3		
	操作 4		
(3)	式		(4) 式
	炭酸ナトリウム _____ mol/L 炭酸水素ナトリウム _____ mol/L		_____ %

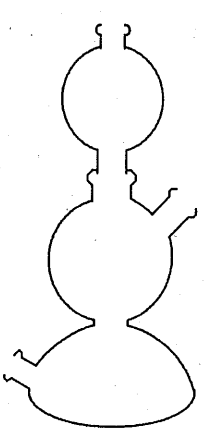
4

(1)		
(2)	式	
(3)	① 式	② 式
	_____ kJ/mol	_____ kJ

科目	化学解答用紙	2枚中の2	受験番号		氏名	
----	--------	-------	------	--	----	--

(31年)

5

(1)			
(2)		(3)	(ア) (イ) (ウ)
		(4)	
		(5)	

6

(1)		(2)	
(3)	A	B	C
	D	E	(4)

7

(1)	(ア)	(イ)	(ウ)
(2)	名称	主成分	
(3)	A 構造式	B 構造式	
	名称	名称	
(4)	式		

g

以下はあくまでも解答の一例です。

科目	化学解答用紙	2枚中の1	受験番号	氏名	(31年)
----	--------	-------	------	----	-------

1 (1)~(10)各2点 小計20点

(1)	混合物に水を加え、加熱して溶かした後に冷却し、生じた結晶(硝酸カリウム)をろ過する。				
(2)	エ、ア、ウ、イ	(3)	電子数 5 4	中性子数 7 4	(4) ウ
(5)	ア	(6)	ウ・エ	(7)	記号 エ 名称 鉛蓄電池
(9)	4.2×10^2	Pa	(10)	2.4	g

2 (1)1点 (2)2点 (3)2点 (4)3点 (5)3点 小計11点

(1)	石灰石、大理石、貝殻等	(2)	$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2$		
(3)	発生する気体は二酸化炭素(分子量44)であり、空気の平均分子量28.8と比べて大きいのでコンカルビーカーの下部にたまってしまふから。	(4)			
(5)	式 質量の減少量の累計より発生したCO ₂ は1.54[g]である。 $1.54/44 = 0.035\text{mol}$ 反応式より反応したHClは $0.035 \times 2\text{mol}$ $X \times \frac{14}{1000} = 0.070$ より $X = 5.0$ 5.0 mol/L				

3 (1)各1点 (2)各2点 (3)各3点 (4)3点 小計16点

(1)	A メスフラスコ	B ホールピペット	C ビュレット	
(2)	操作3	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$		
	操作4	$\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$		
(3)	式 作製した1000mLの水溶液中の炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムをそれぞれx, y[mol/L]とする $x \times 20.0 \times 10^{-3} = 0.100 \times 9.00 \times 10^{-3}$ より $x = 4.50 \times 10^{-2}$ $(y + 4.50 \times 10^{-2}) \times 20.0 \times 10^{-3} = 0.100 \times 21.45 \times 10^{-3}$ $y = 6.225 \times 10^{-2} \approx 6.2 \times 10^{-2}$ 炭酸ナトリウム $\frac{4.5 \times 10^{-2}}{\text{mol/L}}$ 炭酸水素ナトリウム $\frac{6.2 \times 10^{-2}}{\text{mol/L}}$	(4)	式 $\text{NaHCO}_3 = 84\text{g/mol}$ より 混合物中の炭酸水素ナトリウムの質量は $84 \times 6.225 \times 10^{-2} [\text{g}]$ 割合は $\frac{84 \times 6.225 \times 10^{-2}}{10.0} \times 100$ $= 52.29... \approx 52$ 52 %	

4 (1)2点 (2)3点 (3)①②各3点 小計11点

(1)	$\text{CH}_4(\text{気}) + 2\text{O}_2(\text{気}) = \text{CO}_2(\text{気}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{液}) + 891\text{kJ}$	
(2)	式 1 molあたりのメタンの液体の体積を求めると、 $1\text{L} : 416\text{g} = x[\text{L}] : 16\text{g}$ より $x = 16/416\text{L}$ よって 気体 液体 $= 22.4 \times \frac{416}{16} \times = 582.4 \approx 582$ 582分の1	
(3)	①式 $\text{H}_2(\text{気}) + 1/2\text{O}_2(\text{気}) = \text{H}_2\text{O}(\text{気}) + Q\text{kJ}$ 結合エネルギーの値より $Q = 463 \times 2 - 436 - 498 \times 1/2$ $= 241$ 241 kJ/mol	②式 メタン128gは $128/16 = 8\text{mol}$ メタン1 molから水素が4 mol生じるので 燃焼で発生する熱量は $241 \times 4 \times 8 = 7712\text{kJ}$ 水素生成時は吸熱反応であるので、総熱量は $7712 + (-165 \times 8) = 6392$ 6392 kJ

科目	化学解答用紙	2枚中の2	受験番号	氏名
----	--------	-------	------	----

(31年)

5 (1)2点 (2)3点 (3)完答2点 (4)2点 (5)2点 小計11点

(1)	$FeS + H_2SO_4 \rightarrow H_2S + FeSO_4$		
(2)		(3)	(ア) b (イ) a (ウ) c
		(4)	硫化鉄(II)の塊を砕いて表面積を大きくすると、水素イオンとの単位体積当たりの衝突回数が多くなり、反応速度が大きくなるから。
		(5)	硫化鉄(II)の塊が小さすぎると、②と③のすき間から③の中へ落ちてしまい、気体の発生が止められなくなるから。

6 (1)1点 (2)3点 (3)各2点 (4)2点 小計16点

(1)	クメン法	(2)	化合物Aがヒドロキシ基をもち、オルトパラ配向性のため。
(3)	A	B	C
	D	E	(4)

7 (1)各1点 (2)2点 (3)構造式2点 名称1点 (4)4点 小計15点

(1)	(ア) 付加 (イ) 加水分解 (けん化) (ウ) アセタール		
(2)	綿(麻) 絹毛	主成分	セルロース タンパク質 タンパク質
(3)	A 構造式	B 構造式	
	名称	名称	
(4)	<p>式</p> <p>ポリビニルアルコールのヒドロキシ基のx[%]が反応するとき、ポリビニルアルコールとビニロンの質量比は $88n : (88 + 0.12x)n$ となる。よって、ヒドロキシ基の30.0%が反応したとき、生成するビニロンをw[g]とすると次の関係が成り立つ。</p> <p>ポリビニルアルコール : ビニロン</p> <p>理論値 $88n$ [g] : $91.6n$ [g]</p> <p>実験値 22.0 [g] : w [g]</p> $w = \frac{22.0 \times 91.6n}{88n} = 22.9$ <p style="text-align: right;">22.9 g</p>		