

令和 2 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 C = 12.0 N = 14.0 O = 16.0 F = 19.0 Cl = 35.5 Na = 23.0
気体定数：R = 8.31 × 10³ Pa・L/(K・mol)

1 異なる気体A～Hの製造や利用に関する実験I～Vを行った。問(1)～(8)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は炭化カルシウムに水を作用させるとIとともに得られ、Aは触媒存在下高温で反応するとJが生成した。

II 分子式C₃H₈Oで表されるKから脱水反応により同じ炭素数を持つBが、またKに硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を作用させるとLが生成した。一方、塩素酸カリウムに酸化マンガン(IV)を加え加熱すると、Cが発生した。BとJが触媒存在下反応した後、Cと反応させ、硫酸と作用するとLとMが生成した。

III Dの水溶液を臭化カリウム水溶液に加えると、臭素が遊離した。光照射下Dとメタンが一分子ずつ反応すると、GとHが生成した。Hは水溶液中容易に電離し、銀イオンと反応して沈殿が生じた。

IV マグネシウムを熱水と反応させると、Eが生成した。Jに十分量の濃硝酸と濃硫酸の混合物を作用した後、ニッケル触媒存在下Eと反応させるとNが生成した。

V 石灰石に希薄なHの水溶液を反応させると、Fが生成した。Mを水酸化ナトリウム水溶液と作用して得られた化合物を精製後、高温・高圧条件下Fと反応させるとOが生成した。

(1) A～Hの名前ならびにI～Oの構造式を記せ。

(2) 下線部①の反応で、Aの代わりに、Aと同じ官能基を有しAの1.54倍の分子量を持つ炭化水素を反応物とした時、生成物を全て記せ。

(3) 下線部②の反応で、195gのJと標準状態で33.6LのBと反応すると、Mは最大で何g得られるか。Cと硫酸は十分量使用したものとする。

(4) 下線部③の反応で、メタンに対して十分量のDを反応させた場合、GとH以外にどのような生成物が得られるか。また、直鎖状のヘプタンとDを一分子ずつ反応させた場合の生成物は何か。得られる生成物の全ての構造式を記せ。

(5) 下線部④において、マグネシウムの代わりに亜鉛・ナトリウム・銅・カリウム・鉄を水(水蒸気も含む)と反応させた場合、反応性の高い順(マグネシウムも含む)に元素記号を用いて記せ。また、反応しないものはあるか。理由とともに述べよ。

(6) 下線部⑤の反応で、Jの代わりにMを反応物として用いた時、生成物の構造を記せ。

(7) DをIに吸収させた物質の名前と、その水溶液にNを添加した際の色を記せ。

(8) 下線部⑥の反応で生成する化合物の名前を記せ。また、水酸化ナトリウム水溶液の代わりに炭酸水素ナトリウム水溶液を用いると反応しない。理由を説明せよ。



〔解答欄〕

A		B		C		D	
E		F		G		H	
(1)	I	J	K	L	M	N	O
(2)			(3)				
(4)	メタンとの反応：		ヘプタンとの反応：		(5)		
(6)			(7)	名前：			
			(8)	理由：			

令和 2 年度 学力 検査 問題

理 科 (4 枚のうち その 2)

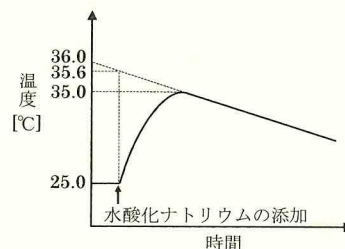
受 験 号	番
-------	---

- 2** 以下の問(1)~(4)に答えよ。ただし、すべての気体は理想気体として計算し、その過程も記載せよ。なお、空気は酸素 20 % 窒素 80 % の体積割合で構成され、気体同士は反応しないものとする。また、二酸化炭素の飽和蒸気圧は 0 °C では 3.48×10^6 Pa、27 °C では 6.74×10^6 Pa とする。なお、ドライアイスの密度は 1.57 g/cm^3 である。
- (1) 1.00 kg のドライアイス を標準状態 (0 °C, 1.01×10^5 Pa) で放置すると体積は何倍に変化するか。
 - (2) 内容量 10.0 L の容器に 1.00 mol の空気と 1.00 kg のドライアイス を入れてすぐに密閉した。0 °C における二酸化炭素の分圧を求めよ。
 - (3) 次に容器内の温度を 27 °C に上昇させた場合の全圧と酸素の分圧を求めよ。
 - (4) 上記の 27 °C の容器内の二酸化炭素について実在気体のモル体積の大きさは理想気体と比べてどうなるか。その理由とともに 30 文字以内で述べよ。

[解答欄]

(1)	(計算過程)		倍
(2)	(計算過程)		分圧 Pa
(3)	(計算過程)	全圧 Pa 分圧 Pa	
(4)			

- 3** 水を入れた発泡ポリスチレン製の断熱容器に、水酸化ナトリウムの結晶 2.00 g を添加し、攪拌しながら水溶液の温度変化を調べたところ、図のような結果が得られた。次の問(1)~(5)に答えよ。ただし、溶解や混合による水溶液の体積変化は無視し、水溶液 1.00 cm^3 の温度を 1 K 上げるのに必要な熱量を 4.20 J とする。



- (1) この実験で 2226 J の熱が発生した場合、何 cm^3 の水に溶解したか求めよ。
- (2) 例に従い、水酸化ナトリウムを水に溶解したときの熱化学方程式を答えよ。
(例) $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{固}) + \text{aq} = \text{NH}_4\text{NO}_3\text{aq} - 26.0 \text{ kJ}$
- (3) 0.50 mol/L の希塩酸 100 cm^3 に固体の水酸化ナトリウム 2.00 g を加えて完全に中和すると、5026 J の熱が発生した。このときの熱化学方程式を答えよ。
- (4) 酢酸とアンモニアが反応する場合の中和熱は、(3)の中和熱と比較してどのように変化するか、理由とともに答えよ。
- (5) 完全に断熱された容器内で 25 °C の 1.00 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 100 cm^3 と 23 °C の 0.50 mol/L 希塩酸 100 cm^3 を混合した場合、混合溶液の温度は最高で何°Cまで上昇するか答えよ。

[解答欄]

(1)	(解法)		cm^3
(2)			
(3)			
(4)			
(5)	(解法)	最高温度	°C

令和 2 年度学力検査問題

理 科 (4枚のうち その3)

受 験 号	番
-------	---

4 容積を任意に変えることのできる反応容器に無定形炭素(固体)16.8 gと水21.6 gを入れ, 1092 °C, 1.01×10^6 Pa で反応させると①式のような平衡状態に到達し, 気体の全体積は21.0 Lになった。次の問(1)~(5)に答えよ。



- (1) 平衡混合気体中の水蒸気, 一酸化炭素と水素の物質質量(mol)を各々求めよ。その計算過程も示せ。
- (2) 平衡状態において, はじめに入れた無定形炭素のほとんど全てが消費されるためには, 最初に何 g の水が必要か。その計算過程も示せ。このときの温度, 反応容器の容積は同じとする。
- (3) 温度, 体積一定の条件で, この反応容器内の無定形炭素の量を増やすとこの平衡はどうなるか。その理由も答えよ。
- (4) 温度, 体積一定の条件で, この反応容器内の水蒸気の量を増やすとこの平衡はどうなるか。その理由も答えよ。
- (5) 圧力一定の条件で, 温度を高くすると本反応の平衡定数は増加した。その理由を答えよ。

〔解答欄〕	(1)	(計算過程)			(計算過程)		
		H ₂ O : mol	CO : mol	H ₂ : mol	答 _____ g		
(3)	平衡 :	理由 :					
(4)	平衡 :	理由 :					
(5)							

5 次のハロゲンA~Dに関する説明文を読み, 問(1)~(7)に答えよ。

Aの単体は常温で **ア** 色の液体である。Aのイオンは銀イオンと反応し **イ** 色沈殿を生じる。Bの単体は, 酸化マンガン(IV)に **ウ** を加え加熱すると生じる。また, Bの単体は **エ** 色の気体で, 水に少し溶け一部が反応して弱酸の**オ**を生じる。Cの単体は固体から液体を経ずに気体となる **カ** 性を持ち, これを含む試薬を天然高分子化合物の**キ**水溶液に加えると, 青紫色に変化する。Dの単体は水と激しく反応して **ク** を生じ, **ク** はガラスを腐食する。

- (1) **ア** から **ク** に入る適切な語句, または, 化合物名を記せ。
- (2) 下線部①, ②, ④の化学反応式を記せ。
- (3) 下線部①で生じたBの単体を精製するために, 発生した気体を水, 濃硫酸の順に通す。この理由をそれぞれ答えよ。
- (4) **オ** の用途を二つ挙げよ。また, これらは **オ** のどのような化学的性質によるか答えよ。
- (5) 下線部③を行った後に希硫酸を加えると, 無色に変化する。この変化が起こる理由を説明せよ。
- (6) **ク** は他のハロゲン化水素と比較して沸点が高い。その理由を説明せよ。
- (7) 氷晶石はハロゲンを含む鉱物で, アルミニウムの製造に用いられる。氷晶石に含まれるハロゲンはA~Dのうちどれか。また, アルミニウム製造における氷晶石の役割を答えよ。

〔解答欄〕	(1)	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	
(2)	①	②			④					
(3)	水	濃硫酸	(4)	用途	化学的性質					
(5)										
(6)					(7)	ハロゲン	役割			

令和 2 年度学力検査問題

理 科 (4枚のうち その4)

受 験 号	番
-------	---

6 糖類 **A** ~ **F** に関する実験 I ~ VI を行った。次の問(1)~(7)に答えよ。なお、**A** ~ **F** は以下の糖のいずれかである。

アミロース, アミロペクチン, グルコース, スクロース, セルロース, フルクトース, マルトース

- I フェーリング液を加えて加熱すると **A**, **B**, **D** では 色の沈殿が生じたが, **C**, **F** および **E** では沈殿が生じなかった。
① _____ ② _____
- II **C**, **D**, **F** をそれぞれ希硫酸で加水分解するといずれも **A** だけが得られた。
- III **E** を希硫酸で加水分解すると **A** と **B** が得られた。
- IV **C** は温水に不溶であり, だ液中に存在する酵素である で加水分解すると **D** が得られた。
- V 分子量 6.48×10^5 の **C** 2.43 g のヒドロキシ基をすべて CH_3O 基にした後に希硫酸で加水分解すると, CH_3O 基を 4 個持つ単糖が 0.177 g, 3 個持つ単糖が 2.997 g, 2 個持つ単糖が 0.156 g 得られた。
③ _____
- VI **F** を無水酢酸, 氷酢酸および少量の濃硫酸の混合物と反応させるとヒドロキシ基がすべてアセチル化された が得られた。 はアセトンに溶けにくい, おだやかな条件で一部のエステル結合を加水分解するとアセトンに可溶となった。このアセトン溶液を細孔から温かい空気中に押し出して乾燥させると という繊維が得られた。
④ _____
- (1) から に当てはまる語句を記せ。
- (2) **A** ~ **F** はそれぞれどの糖かを記せ。
- (3) 下線部①における **A** の変化を化学反応式で記せ。ただし, **A** の構造で反応する官能基以外の部分を R とせよ。
- (4) 下線部②に示すように **E** では沈殿が生じなかった理由と, **E** の構造と構成糖の名称および構造を示して説明せよ。
- (5) 下線部③から類推される **C** 1 分子における枝分かれの数を計算過程とともに記せ。
- (6) **C** 11.34 g を酵素反応により, 単糖まで完全に加水分解した後, 酵母によりアルコール発酵すると, 何 g のエタノールが得られるか。計算過程とともに記せ。
- (7) 下線部④のように, 420 g を加水分解すると, アセトンに可溶性化合物が 363 g 得られた。この化合物ははじめの **F** 中のヒドロキシ基の何%がアセチル化されたものか。計算過程とともに記せ。

〔解答欄〕

(1)	ア	イ	ウ	エ		
(2)	A	B	C	D	E	F
(3)						
(4)	(理由)			(構造および糖の名称)		
(5)	(計算過程)					
	答 _____ 個					
(6)	(計算過程)					
	答 _____ g					
(7)	(計算過程)					
	答 _____ %					