

平成28年度一般採用試験前期

理科(化学)試験問題

(理 工 学 専 攻)

(注意)

試験時間中は、すべて試験係官の指示に従うこと。

(マークセンス注意)

- 理科(化学・マークセンス)解答用紙の注意事項を確認のうえ、例にならって氏名及び受験番号を解答用紙に必ず記入及びマークすること。

例 【氏名】防大渚【受験番号】神奈川理W1234の場合

*氏名及び受験番号の記入について

	姓	名
フリガナ	ボウダイ	ナギサ
漢字	防大	渚

	志願地本名	専攻区分	番号
受験番号	神奈川	理	W1234

*受験番号等のマークについて(女子受験者は、番号のWについてはマークしなくてよい。)

志願地本名	札幌: 01	福島: 10		専攻区分 人社 1 理工	0	0	0	0
	函館: 02	茨城: 11			1	1	1	1
	旭川: 03	栃木: 12			2	2	2	2
	帯広: 04	群馬: 13			3	3	3	3
	青森: 05	埼玉: 14			4	4	4	4
	岩手: 06	千葉: 15			5	5	5	5
	宮城: 07	東京: 16			6	6	6	6
	秋田: 08	神奈川:			7	7	7	7
	山形: 09	新潟: 18			8	8	8	8
					9	9	9	9
				性別 男 1 女				

- 問題中にマークセンス解答問題と表記のある設問の解答は、すべて理科(化学・マークセンス)解答用紙に解答すること。
 - 解答方法は、択一式であり、設問ごとの指示に従い、理科(化学・マークセンス)解答用紙の解答マーク欄にマークすること。
- 例えば、問1で[1]と表示のある問題に対して①と解答する場合は、次の例のように問1,[1]の解答マーク欄の(1)にマークすること。

解答マーク欄						
例	問1 [1]	1	2	3	4	5

(記述式注意)

- 問題中に記述式解答問題と表記のある設問の解答は、すべて理科(化学・記述式)解答用紙に解答すること。
- 解答はすべて別紙解答用紙の定められた欄または枠内に記入すること。
正しく記入していない場合には採点されないので注意すること。

気体はすべて理想気体とし、必要であれば、以下の値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, S = 32, Cl = 35.5, Cu = 64

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

水のイオン積（25°C）： $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$

0°C = 273 K, $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 5 = 0.70$

1

I はマークセンス解答問題、II は記述式解答問題である。

I 次の設問 1～7 に答えよ。

問 1 純物質でないものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [1] にマークせよ。

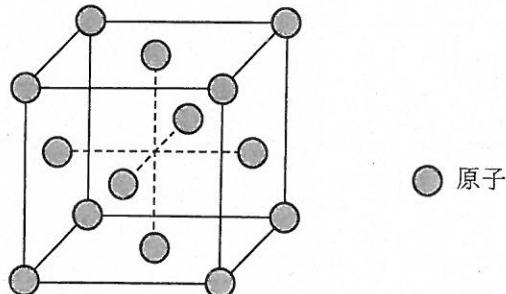
- ① 水銀 ② ミョウバン ③ 塩酸 ④ 硫化水素 ⑤ ドライアイス

問 2 25°Cにおいて、濃度 $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の水酸化カルシウム水溶液（電離度は 1.0 とする）の pH として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [2] にマークせよ。

- ① $\text{pH} \leq 7$ ② $7 < \text{pH} \leq 8$ ③ $8 < \text{pH} \leq 10$
④ $10 < \text{pH} \leq 12$ ⑤ $12 < \text{pH}$

問 3 下図に示す面心立方格子で、一つの単位格子中に含まれる原子の数を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [3] にマークせよ。

- ① 2 ② 4 ③ 6 ④ 8 ⑤ 10



問 4 次の操作により種々の気体が発生する。発生する気体の常温・常圧における密度が最も大きいものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [4] にマークせよ。

- ① 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱する。
② 酸化マンガン(IV)に過酸化水素水を加える。
③ 炭酸水素ナトリウムを加熱する。
④ 炭酸カルシウムに希塩酸を加える。
⑤ 銅を熱濃硫酸に溶解させる。

問5 塩の水溶液の性質に関する記述として正しいものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [5] にマークせよ。

- ① 酢酸ナトリウム水溶液は酸性である。
- ② 炭酸水素ナトリウム水溶液は酸性である。
- ③ 硫酸水素ナトリウム水溶液は酸性である。
- ④ 炭酸ナトリウム水溶液は酸性である。
- ⑤ 塩化ナトリウム水溶液は塩基性である。

問6 硫酸銅(II)五水和物 50 mg を空気中 900°C で加熱したところ、16 mg の物質が得られた。加熱して得られた物質の組成として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [6] にマークせよ。

- ① Cu
- ② CuO
- ③ Cu₂O
- ④ CuSO₄
- ⑤ CuSO₄·H₂O

問7 プロペン(プロピレン)の水素原子の一つを臭素原子で置き換えたとき、いくつの異性体が生じるか。最も適切な数を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [7] にマークせよ。

- ① 1
- ② 2
- ③ 3
- ④ 4
- ⑤ 5

II 以下の文章をよみ、次の設問1～6に答えよ。

2個の原子の間で、それぞれの原子がもっていた価電子を出しあって、共有してできる結合を共有結合という。水分子では、酸素原子の(ア)個の価電子のうち2個は、水素原子の価電子と共有電子対をつくる。一方、酸素原子の残りの価電子は酸素原子内で非共有電子対になる。この結果、酸素原子は希ガスの(イ)原子と同じ安定な電子配置になる。(a)水分子のO-H結合では、酸素原子が共有電子対をいくらか引きつけるため、共有結合している原子間に電荷のかたよりがある。このことを、結合に極性があるという。水分子のように、分子全体に極性がある分子を極性分子という。一方、結合に極性がないか、あるいはあっても分子の形から結合の極性が打ち消された分子は(b)無極性分子といふ。

極性の有無にかかわらず、すべての分子間には、ファンデルワールス力と呼ばれる非常に弱い引力が働いている。一方、極性分子である水分子では、一つの水分子の水素原子が別の水分子の酸素原子と静電気的な力で引き合う(ウ)が形成されている。分子間に働く力として、(ウ)はファンデルワールス力よりかなり強い。このため水の沸点は、同族元素の水素化合物である硫化水素などと比べて、著しく高い。

問1 (ア)に当てはまる適切な数値を記せ。

問2 (イ)に当てはまる元素名を記せ。

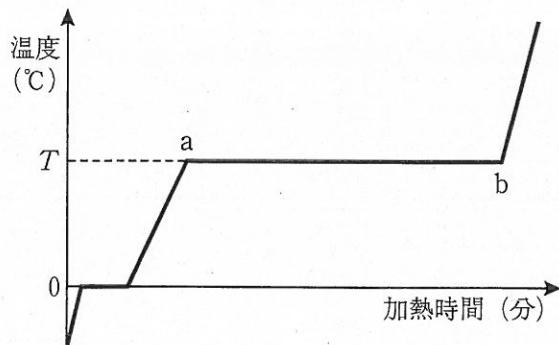
問3 下線部(a)について、共有結合している原子間で、原子が共有電子対を引きつける強さの程度を表した値のことを何というか。

問4 次に示した分子のうち、下線部(b)に当てはまるものをすべて選んで、分子式で答えよ。

フッ化水素 二酸化炭素 メタン アンモニア エタノール

問5 (ウ)に当てはまる適切な語を記せ。

問6 水に大気圧下 (1.013×10^5 Pa) で毎分一定の熱量を加えた。下図は、このときの加熱時間と温度との関係を示した模式図である。次の(1)~(3)に答えよ。



(1) 図中の ab 間の状態について、最も適切なものを、下の①~⑤のうちから一つ選び、解答欄に番号で答えよ。

- ① 氷 ② 氷と水 ③ 水 ④ 水と水蒸気 ⑤ 水蒸気

(2) 圧力を 1.013×10^5 Pa より高くして同様に加熱したとき、図中の温度 T はどのようになるか。最も適切なものを、下の①~③のうちから一つ選び、解答欄に番号で答えよ。

- ① 高くなる ② 低くなる ③ 変化しない

(3) 0°C の氷 30 g を 50°C の水 100 g に入れたところ、氷は融解して水の温度は一定になった。他から熱の出入りがないとき、水の温度は何°Cになるか。計算値は四捨五入して有効数字2桁で答えよ。ただし、氷の融解熱は 6.0 kJ/mol 、水 1 g の温度を 1°C 上げるのに必要な熱量は 4.2 J とする。

2

問1～7はマークセンス解答問題、問8～12は記述式解答問題である。

以下の文章をよみ、次の設問1～12に答えよ。

単体や化合物を構成する基本的な成分を元素という。

最も軽い元素は水素である。水素には原子番号が同じで質量数が異なる(ア)が存在する。

炭素には_(a)黒鉛(グラファイト)やカーボンナノチューブなどのように同じ元素からなる单体で、性質の異なるものが存在する。これらは互いに(イ)である。酸素とオゾンも互いに(イ)である。

ナトリウムやカリウムなどの元素をアルカリ金属といい、その单体は_(b)空気中の酸素や水と容易に反応する。

周期表で(ウ)族に属するフッ素や塩素などの元素をハロゲンという。

アルミニウムや亜鉛などの元素は_(c)両性元素と呼ばれ、その单体は酸や強塩基の水溶液どちらにも溶ける。亜鉛イオン Zn^{2+} を含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を少しづつ加えていくと、白色ゲル状沈殿が生じる。しかし、_(d)さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えることによって、その沈殿は溶解して無色透明の水溶液となる。

周期表の(エ)～(オ)族の元素は遷移元素と呼ばれ、すべて金属元素である。その中には、鉄、銅、銀のように私たちの生活に深くかかわっているものがある。

溶鉱炉に鉄鉱石、(カ)、石灰石などを入れ、下から熱風を送ると、鉄を取り出すことができる。こうして得られた鉄は(キ)と呼ばれ、硬くてもろい。(キ)を融解して酸素を吹き込み、炭素含有量を減らしたものが(ク)である。(ク)は硬くて粘り強いので、鉄骨やレールなど多方面に利用される。

一方、銅は次のようにして得られる。黄銅鉱を溶鉱炉で空気と共に加熱して粗銅を得、次に、粗銅板を(ケ)、純銅板を(コ)として硫酸酸性の硫酸銅(II)水溶液に入れ、電気分解を行うと、(サ)に純銅が析出する。この操作を銅の電解精錬といいう。

銀は美しい金属光沢をもち、金に次ぐ_(e)延性・展性を示す。また、空气中で酸化されにくいが、(シ)には溶ける。

問1 (ア)と(イ)に当てはまる語の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄[8]にマークせよ。

	(ア)	(イ)
①	同位体	同族体
②	同素体	同位体
③	同族体	同素体
④	同族体	同位体
⑤	同位体	同素体

問2 (ウ)に当てはまる数字として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [9] にマークせよ。

- ① 14 ② 15 ③ 16 ④ 17 ⑤ 18

問3 ハロゲンに関する記述として不適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [10] にマークせよ。

- ① フッ素の単体の酸化作用はハロゲンの単体中で最も強い。
② フッ化水素酸は強酸である。
③ 臭素の単体の沸点は塩素の単体の沸点より高い。
④ フッ素の単体は二原子分子からなる。
⑤ 塩素原子は価電子を 7 個もつ。

問4 (エ)と(オ)に当てはまる数字の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [11] にマークせよ。

	(エ)	(オ)
①	3	13
②	2	11
③	3	11
④	2	12
⑤	4	12

問5 (カ)～(ク)に当てはまる語の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [12] にマークせよ。

	(カ)	(キ)	(ク)
①	ポーキサイト	鋼	銑鉄
②	コークス	銑鉄	鋼
③	コークス	鋼	銑鉄
④	ポーキサイト	銑鉄	鋼
⑤	ポーキサイト	銑鉄	ステンレス鋼

問6 (ケ)～(サ)に当てはまる語の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [13] にマークせよ。

	(ケ)	(コ)	(サ)
①	陰極	陽極	陰極
②	陽極	陰極	陽極
③	陰極	陽極	陽極
④	陽極	陰極	陰極
⑤	陰極	陽極	両極

問7 (シ)に当てはまる語として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [14] にマークせよ。

- ① 希塩酸 ② 濃塩酸 ③ 希硫酸 ④ 醋酸 ⑤ 硝酸

問8 下線部(a)について、炭素の単体で性質の異なるものは、黒鉛（グラファイト）やカーボンナノチューブの他にも存在する。それらを2種類挙げ、名称を記せ。

問9 下線部(b)について、ナトリウムは水と容易に反応する。このとき起こる反応を化学反応式で示せ。

問10 下線部(c)について、アルミニウムや亜鉛以外の両性元素を2種類挙げ、元素記号で記せ。

問11 下線部(d)について、このとき起こる反応を化学反応式で示せ。

問12 下線部(e)について、延性および展性とはどのような性質か。それぞれ簡潔に説明せよ。

3

I はマークセンス解答問題、II は記述式解答問題である。

I 5種類の気体（水素、メタン、エチレン（エテン）、エタン、プロパン）の燃焼に関する次の設問1～5に答えよ。ただし、水素、メタン、エチレン、エタン、プロパンの燃焼熱は、それぞれ 286 kJ/mol, 891 kJ/mol, 1411 kJ/mol, 1561 kJ/mol, 2219 kJ/mol とし、生成する水はすべて液体であるとする。また、気体の液体への溶解は無視できるものとする。

問1 物質1gを完全燃焼させたとき、発生する熱量が最も大きいものはどれか。最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄〔15〕にマークせよ。

- ① 水素 ② メタン ③ エチレン ④ エタン ⑤ プロパン

問2 0°C, 1.013×10^5 Pa の標準状態で1Lの物質を完全燃焼させたとき、発生する熱量が最も大きいものはどれか。最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄〔16〕にマークせよ。

- ① 水素 ② メタン ③ エチレン ④ エタン ⑤ プロパン

問3 0°C, 1.013×10^5 Pa の標準状態で10mLのエチレンと40mLの酸素を混合し、エチレンを完全燃焼させた。燃焼前後の混合気体の体積を標準状態で比較するとき、その変化に関する記述として適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄〔17〕にマークせよ。

- ① 40 mL 減少する ② 20 mL 減少する ③ 変化しない
④ 20 mL 増加する ⑤ 40 mL 增加する

問4 物質量の合計が1.00 mol であるメタンとプロパンの混合気体を完全燃焼させたところ、1555 kJの熱が発生した。このとき消費された酸素の物質量は何 mol か。適切な値を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄〔18〕にマークせよ。

- ① 2.45 ② 2.90 ③ 3.50 ④ 4.10 ⑤ 4.55

問5 エタンの生成熱を計算すると、何 kJ/mol になるか。適切な値を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄〔19〕にマークせよ。ただし、炭素（黒鉛）の燃焼熱は 394 kJ/mol とする。

- ① -1631 ② 85 ③ 193 ④ 1491 ⑤ 3207

II 以下の文章をよみ、次の設問1～4に答えよ。

一定体積の密閉容器に、同じ物質量の水素 H_2 とヨウ素 I_2 の混合気体を入れて高温に保つと、水素とヨウ素の濃度は時間とともにしだいに減少し、ヨウ化水素 HI の気体が生成してくれる。しかし、いくら長時間たっても、水素とヨウ素が無くなりヨウ化水素だけになることはない。水素とヨウ素からヨウ化水素が生成する正反応 $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$ が起こるとともに、生成したヨウ化水素が水素とヨウ素に分解する逆反応 $2HI \rightarrow H_2 + I_2$ が同時に起こり平衡状態に達するからである。

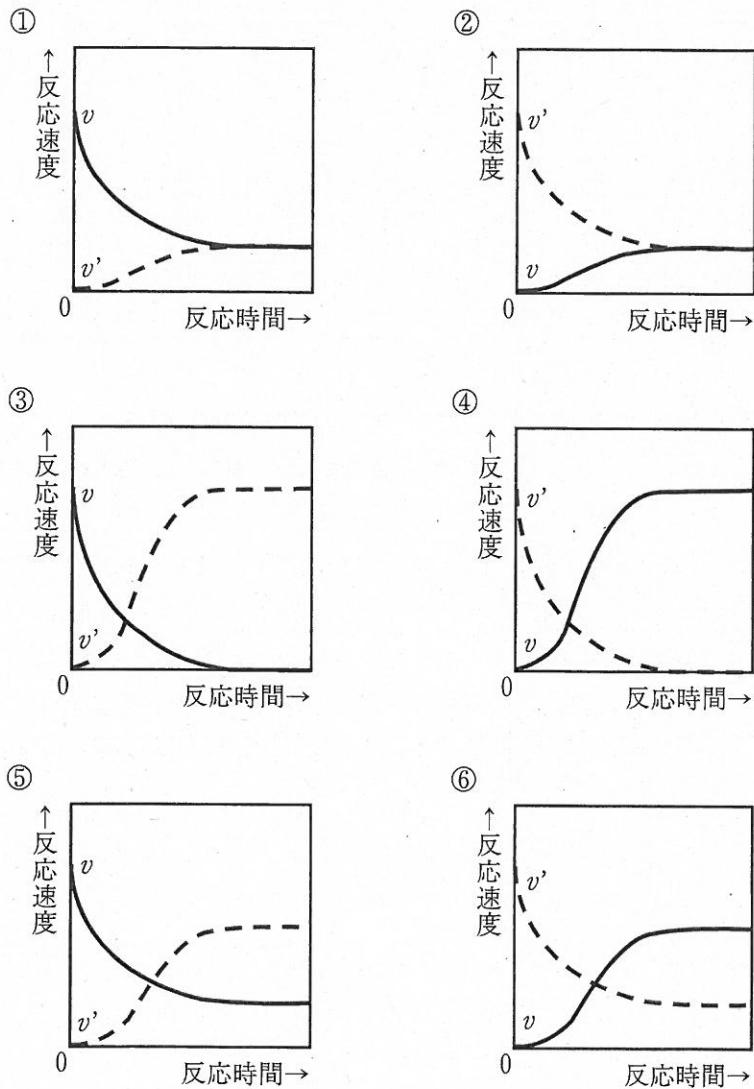
問1 ある一定温度で、この反応の正反応 $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$ の速度は、反応開始時の水素の濃度を2倍にすると2倍になり、ヨウ素の濃度を2倍にした時も2倍になることが実験でわかっている。次の(1), (2)に答えよ。

- (1) 正反応 $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$ の速度 v を反応速度式で示せ。ただし、水素、ヨウ素およびヨウ化水素の濃度は、それぞれ $[H_2]$, $[I_2]$, $[HI]$ と表し、正反応の反応速度定数は k で表すものとする。
- (2) このように、温度一定のとき反応物の濃度を大きくすると反応速度は大きくなる。これはなぜか。「濃度」と「衝突」の二語を使って簡潔に説明せよ。

問2 容積2.0 Lの密閉容器に、水素とヨウ素をそれぞれ 2.0×10^{-2} mol 含む混合気体を入れ、ある一定の温度で反応させた。反応開始時から10秒後、水素の物質量は 1.7×10^{-2} mol になっていた。次の(1), (2)に答えよ。計算値は四捨五入して有効数字2桁で答えよ。

- (1) 反応開始から10秒後のヨウ化水素の物質量は何molか。
- (2) 反応開始から10秒後までの、水素の平均の減少速度 ($\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$) を求めよ。

問3 一定体積の密閉容器中で、水素とヨウ素の混合気体を一定温度において反応させたところ、ヨウ化水素が生成して平衡状態に達した。正反応 $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$ の速度 v と逆反応 $2HI \rightarrow H_2 + I_2$ の速度 v' は、反応時間の経過とともにどのように変化するか。最も適切な図を、下の①～⑥のうちから一つ選び、解答欄に番号で答えよ。ただし、実線（——）は、反応時間に対する v の変化の様子を、破線（---）は、反応時間に対する v' の変化の様子を表すものとする。



問4 正反応と逆反応どちらの反応も起こりうる反応のことを何反応というか。

4

I はマークセンス解答問題、II は記述式解答問題である。

I 以下の文章をよみ、次の設問 1 ~ 4 に答えよ。

デンプンなどのように、分子中に多数の(ア)をもち、多くは一般式 $C_m(H_2O)_n$ で表される化合物を糖類という。化合物 A のように、酸を加えて熱してもそれ以上加水分解されない糖類を単糖類、加水分解により単糖類 2 分子を生じるものを二糖類、単糖類の重合体を多糖類という。化合物 A はブドウ糖と呼ばれ、無色の結晶で水に溶け、分子中に(ア)を 5 個もつ。化合物 B は果糖と呼ばれ、糖類の中で最も甘味が強く、結晶中では六員環の環状構造をしているが、水溶液中では鎖状構造および五員環の環状構造との平衡状態で存在している。デンプンは、植物体内で合成され、化合物 C と化合物 D の 2 種類の多糖類から構成されている。化合物 C は直鎖状に連なった構造をもち、比較的分子量の小さい多糖類で、その立体構造はらせん状になっている。また、化合物 D は比較的分子量が大きく、枝分かれ構造をもつ。

問 1 化合物 A、化合物 B はそれぞれ何か。最も適切なものを、下の①~⑤のうちから一つずつ選び、化合物 A は解答欄 [20]、化合物 B は解答欄 [21] にそれぞれマークせよ。

- ① マルトース ② スクロース ③ フルクトース ④ グルコース
- ⑤ セルロース

問 2 (ア)に当てはまる官能基として最も適切なものを、下の①~⑤のうちから一つ選び、解答欄 [22] にマークせよ。

- ① アミノ基 ② ヒドロキシ基 ③ ニトロ基 ④ アルデヒド基
- ⑤ カルボキシ基 (カルボキシル基)

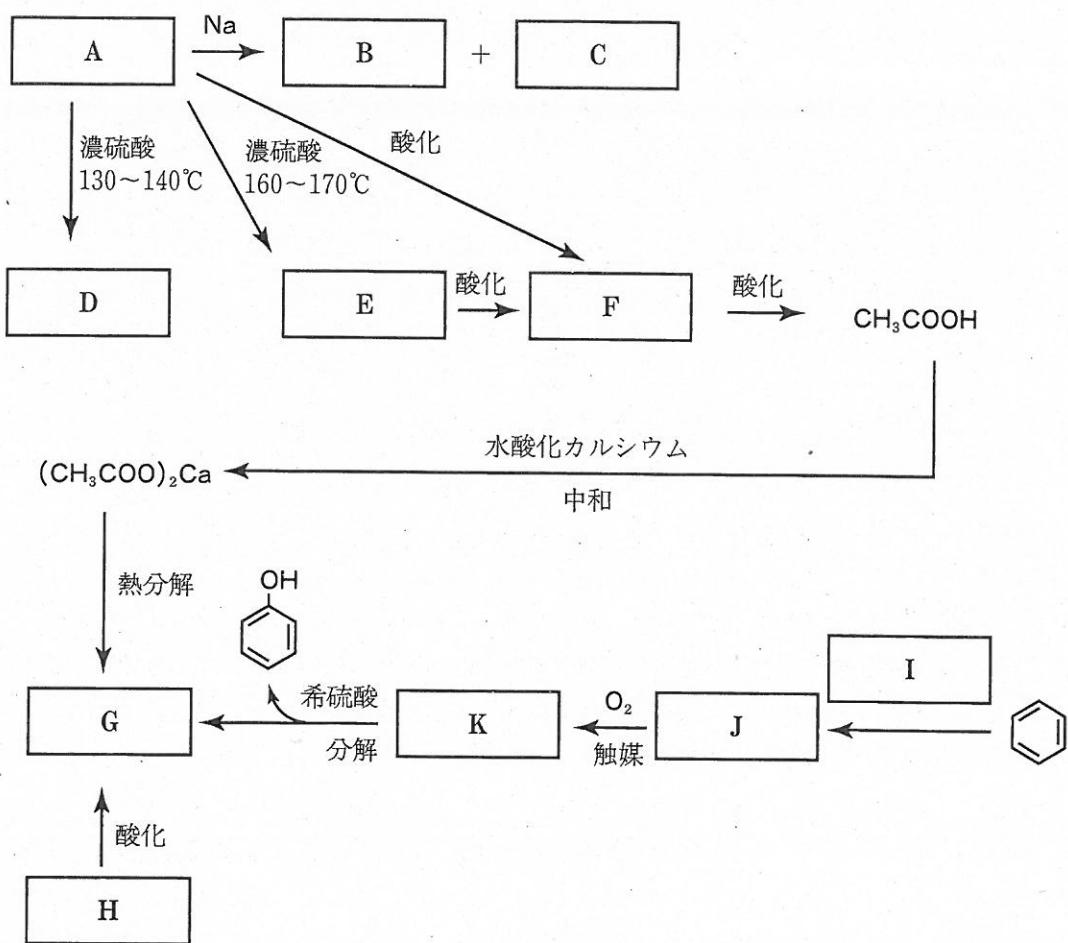
問 3 化合物 C、化合物 D はそれぞれ何か。最も適切なものを、下の①~⑤のうちから一つずつ選び、化合物 C は解答欄 [23]、化合物 D は解答欄 [24] にそれぞれマークせよ。

- ① アミラーゼ ② アミロース ③ マルターゼ ④ アミロペクチン
- ⑤ スクラーゼ

問 4 81.0 g のデンプンを、酸性条件下で加熱して化合物 A まで完全に加水分解し、続いて酵母によるアルコール発酵を行った。アルコール発酵により、化合物 A がすべてエタノールと二酸化炭素になったとすると、エタノールの質量は何 g か。最も適切な値を、下の①~⑤のうちから一つ選び、解答欄 [25] にマークせよ。

- ① 20.7 ② 23.0 ③ 41.4 ④ 46.0 ⑤ 69.0

II 以下の反応経路図中の化合物に関する文章を参考にして、次の設問1～3に答えよ。



化合物 A にナトリウムを加えると、化合物 B と気体 C が得られる。また、濃硫酸と化合物 A を 130~140°C に加熱すると、揮発性の液体で引火性の強い化合物 D ができる、160~170°C に加熱すると化合物 E ができる。工業的には触媒を用いて化合物 E を酸化すると化合物 F が得られる。この化合物 F は、実験室では硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を化合物 A に加えて酸化すると得られ、特有の刺激臭がある。化合物 F を酸化すると酢酸が得られる。

化合物 G は無色で揮発性の高い液体であり、酢酸カルシウムの熱分解により得ることができる。さらに、実験室では第二級アルコールである化合物 H を酸化することによっても得られる。工業的には、ベンゼンと化合物 I から得られる化合物 J を酸素で酸化し、化合物 K としてから、希硫酸で分解することによっても得られる。

問 1 化合物 A, D~G を名称で記せ。

問2 化合物B, H~Jを構造式で記せ。

問3 下線部について、この方法は何と呼ばれているか。