

化 学

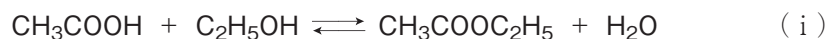
必要であれば，原子量として次の値を使え。

H : 1.0, C : 12, O : 16, Al : 27

I (配点 50)

次の文を読み，(1)～(4)の問いに答えよ。混合溶液の体積を $V[\text{L}]$ とし，反応前後でその体積は変化しないものとする。また数値での解答は，有効数字 2 桁で示せ。

酢酸とエタノールの混合物に濃硫酸を少量加えて加熱すると，酢酸エチル $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ が生じる。酢酸エチルのようにエステル結合とよばれる $-\text{COO}-$ 部分をもつ化合物が生じる反応をエステル化といい，逆向きの反応を という。なお，これらの反応において濃硫酸は として働く。



式 (i) の反応が平衡状態に達したときの酢酸，エタノール，酢酸エチル，水のモル濃度をそれぞれ $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ ， $[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]$ ， $[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]$ ， $[\text{H}_2\text{O}]$ で表すと，平衡定数 K は式 (ii) で示される。

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]} \quad (\text{ii})$$

K は，温度が一定ならば，各物質の濃度に関係なく，常に一定の値をとる。

- (1) および にあてはまる適切な語句を記せ。
- (2) 酢酸 120 g とエタノール 115 mL，および少量の濃硫酸を混合し，ある一定温度で反応させると，酢酸エチルと水がそれぞれ $x[\text{mol}]$ 生成したところで平衡状態になった。
- 1) 反応開始時の酢酸の物質量は何 mol か。
 - 2) 反応開始時のエタノールの物質量は何 mol か。ただし，エタノールの密度は 0.80 g/mL とする。
 - 3) 平衡状態における酢酸のモル濃度を， V および x を含む文字式で表せ。
 - 4) K を， x を含む式で示せ。
 - 5) K の値を 4.0 とすると，生じた酢酸エチルは何 mol か。

- (3) 酢酸とエタノールを混合し、これに濃硫酸を加えて反応させた。反応が平衡状態に達したとき、酢酸と酢酸エチルのモル濃度はそれぞれ 0.10 mol/L と 0.23 mol/L であった。このとき、 K の値は 2.3 であった。
- 6) 平衡状態における水のモル濃度は何 mol/L か。
- 7) 反応開始時の混合溶液中におけるエタノールのモル濃度は何 mol/L か。
- (4) ある温度条件下で、酢酸 1.0 mol 、エタノール 1.0 mol 、水 4.0 mol 、および少量の濃硫酸を混合して反応させたところ、 K の値が 9.0 であった。平衡状態に達したとき、生じた酢酸エチルは何 mol か。

II (配点 50)

次の文を読んで、(1)～(6)の問いに答えよ。ただし、発生する水素は理想気体としてふるまうものとし、標準状態(0℃, 1.013 × 10⁵ Pa)における1 molの水素の体積を22.4 Lとせよ。また数値での解答は、有効数字2桁で示せ。

イオン化傾向の大きい金属ほど酸化されやすく、陽イオンになりやすい。したがって、イオン化傾向が大きい金属の単体は、水、空気、酸などと容易に反応し、イオン化傾向が小さい金属の単体は、それらと反応しにくい。

A や **B** は、密度が1 g/cm³より小さく、常温で水と激しく反応して水素を発生する。また **A** や **B** のイオンを含む水溶液を白金線の先につけて、ガスバーナーの外炎に入れると、炎の色がそれぞれ赤紫色と黄色になる。**C** は、常温の水とはほとんど反応しないが、熱水とは徐々に反応する。また **C** のイオンは硬水に多く含まれる。一方、_{i)}鉄は高温の水蒸気と反応して水素を発生する。

イオン化傾向が水素よりも大きい金属は、塩酸や希硫酸と反応して、水素を発生する。一方、銅や常温で液体である **D** は、イオン化傾向が水素よりも小さく、塩酸や希硫酸とは反応しないが、酸化力の強い硝酸や熱濃硫酸と反応して溶解する。金や白金は、硝酸や熱濃硫酸とも反応しないが、濃塩酸と濃硝酸を体積比3:1で混合して調製した **ア** には溶ける。

金属の表面を別の金属で覆う方法をめっきといい、腐食防止や装飾のために利用される。鉄の表面に鉄よりもイオン化傾向の大きい **E** をめっきしたものをトタンといい、鉄よりもイオン化傾向の小さいズをめっきしたものを **イ** という。トタンの表面に傷がつき鉄が露出しても、**E** が先に酸化されるので鉄の腐食を防ぐことができる。一方、**イ** の表面に傷がつき鉄が露出すると、鉄が先に酸化されるので、めっきの効果がなくなる。

- (1) **A** ～ **E** に当てはまる金属を元素記号で記せ。
- (2) **ア** と **イ** に当てはまる語句を記せ。
- (3) 下線部 i) で起こる反応を化学反応式で記せ。
- (4) 0.30 gのアルミニウムを塩酸に入れて完全に溶かした。発生した水素は標準状態で何Lか。
- (5) 銅を 1) 希硝酸, 2) 濃硝酸, および 3) 熱濃硫酸 とそれぞれ反応させたときに発生する気体を化学式で記せ。
- (6) 濃硝酸に溶ける金属はどれか。解答群1から1つ選び、元素記号で記せ。

解答群1

アルミニウム 鉛 ニッケル 鉄

Ⅲ (配点 50)

糖類は、私たちの生活と生命を維持するのに欠かせない天然有機化合物である。(1)～(6)の問いに答えよ。数値での解答は、有効数字2桁で示せ。

(1) 表1は、糖類の分類を表す。A～Dにあてはまる化合物の名称を解答群1から選び、番号を記せ。

表1

分類	化合物	構成単糖	存在場所の例
単糖	グルコース		血液, 果実, 蜂蜜
	A		動物の乳, 脳細胞
	B		果実, 蜂蜜
二糖	ラクトース	β -A と グルコース	哺乳類の乳
	スクロース	α -グルコース と β -B	サトウキビ, テンサイ
	C	α -グルコース と グルコース	水あめ
	セロビオース	β -グルコース と グルコース	松葉
多糖	D	α -グルコース	動物の肝臓, 筋肉
	セルロース	β -グルコース	植物の細胞壁, 綿, パルプ
	デンプン	α -グルコース	穀類 (米, 麦), いも類

解答群1

- | | | |
|---------|----------|----------|
| ① アミロース | ② グリコーゲン | ③ リボース |
| ④ マルトース | ⑤ フルクトース | ⑥ ガラクトース |

(2) グルコースは、水中で環状構造と鎖状構造の平衡状態として存在する。環状構造は2種類あり、その1つを図1に示す。グルコースのもう1つの環状構造を、図1にならって記せ。

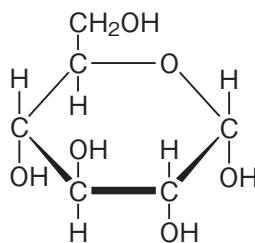


図1

- (3) グルコースの水溶液は還元性を示す。これは鎖状構造の中に、ある官能基が存在するためである。その官能基の名称を記せ。
- (4) グルコースの還元性を確認する実験として正しいものを**解答群 2**からすべて選び、番号を記せ。

解答群 2

- | |
|---|
| <p>① ニンヒドリン溶液に加えて温めると、紫色に呈色する。</p> <p>② フェーリング液に加えて加熱すると、赤色沈澱を生じる。</p> <p>③ ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液（ヨウ素溶液）に加えると、青紫色を呈する。</p> <p>④ 濃硝酸に加えて熱すると黄色になり、さらにアンモニア水などを加えて塩基性にすると、橙黄色になる。</p> <p>⑤ アンモニア性硝酸銀水溶液に加えて温めると、銀が析出する。</p> |
|---|

- (5) スクロースは砂糖の主成分であり、甘味料として広く使われている。
- 1) スクロースの分子式を記せ。
 - 2) スクロースに酵素スクラーゼ（インベルターゼ）を作用させ加水分解すると、2種類の単糖の等量混合物が得られる。この混合物を何というか。
 - 3) スクロース 171 g を完全に加水分解したときに生成するグルコースは理論上何 g か。
- (6) セルロースは自然界に多量に存在するため、様々な用途に利用される。
- 4) セルロースに濃硝酸と濃硫酸の混合物（混酸）を作用させると、無煙火薬の原料となる化合物が得られる。この化合物の名称を記せ。
 - 5) セルロースを適当な溶媒に溶解した後、再度凝固させて繊維に再生したもの（再生繊維）を何というか。**解答群 3**から選び、番号を記せ。

解答群 3

- | |
|---|
| <p>① ビニロン ② ナイロン ③ アクリル ④ レーヨン</p> |
|---|