

神戸大学

化学

問題

2014年度入試

【学部】 発達科学部、理学部、医学部、工学部、農学部、海事科学部
【入試名】 前期日程
【試験日】 2月25日



「過去問ライブラリーは、(株)旺文社が刊行する「全国大学入試問題正解」を中心とした過去問、研究・解答(解答・解説)を掲載しています。本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は、(株)旺文社または各情報提供者に帰属します。本サービスに掲載の全部または一部の無断複製、配布、転載、譲渡等を禁止します。各設問に対する「研究・解答」は原則として旺文社が独自に作成したものを掲載しています。掲載問題のうち★印を付したものは、著作権法第67条の2第1項の規定により文化庁長官に裁定申請を行った上で利用しています。

裁定申請日 【2017年】8/1 【2018年】4/24、9/20 【2019年】6/20

【注意】 計算のために必要があれば、次の値を用いなさい。原子量：H 1.00 C 12.0 N 14.0 O 16.0 S 32.0 Pb 207

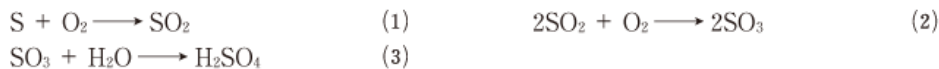
気体定数： $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ 絶対零度： -273°C

1 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点19点)

化石燃料の燃焼(人為起源)や火山活動(自然起源)などにより放出される窒素酸化物や硫黄酸化物などの気体は、大気中で光化学反応などの化学変化を起こし、硫酸や硝酸となって降水に溶解し、酸性雨になると言われている。

窒素酸化物は、空気中に排出される段階では一酸化窒素であることが多いが、大気中で酸化されて二酸化窒素になる。(ア)二酸化窒素は冷水と反応して硝酸と亜硝酸を生成し、(イ)温水との反応では硝酸と一酸化窒素を生成する。こうして生じた硝酸が酸性雨の原因となる。工業的に硝酸を生成するオストワルト法では、アンモニアと空気の混合気体を約 800°C に加熱した(ウ)白金の網に通して一酸化窒素を生成し、さらに空気中の酸素で二酸化窒素に酸化して、下線(イ)の反応を利用して硝酸を合成している。

硫黄酸化物は、空気中に放出される段階で二酸化硫黄であることが多い。二酸化硫黄は水と反応して亜硫酸を生成するか、酸化されて三酸化硫黄になってから水と反応して硫酸を生成する。こうして生成した亜硫酸や硫酸も酸性雨の原因となる。工業的に硫酸を生成する接触法(接触式硫酸製造法)では、以下の(1)～(3)の反応式で示すように、硫黄を燃焼させて二酸化硫黄を生成し、二酸化硫黄を(エ)酸化バナジウム(V)の存在下で $400 \sim 600^\circ\text{C}$ に加熱して空気中で酸化して三酸化硫黄とし、さらに水と反応させて硫酸を生成する。



問1 下線(ア)の化学反応式を書きなさい。

問2 下線(イ)の化学反応式を書きなさい。

問3 下線(ウ)と下線(エ)の物質は反応に対してある役割を持つ。これらの物質は何と呼ばれるか答えなさい。

また、その特徴を40字以内で説明しなさい。

問4 298K 、 10^5 Pa における二酸化硫黄と三酸化硫黄の生成熱は、それぞれ、 297kJ/mol と 396kJ/mol である。これらの値から化学反応式(2)の反応熱を答えなさい。導出の過程も示しなさい。

問5 反応式(2)で表される反応は可逆反応であり、時間が経過すると化学平衡に達する。容積 $V(\text{L})$ の容器に二酸化硫黄 $a(\text{mol})$ と酸素 $b(\text{mol})$ を入れて反応させたところ、酸素が $x(\text{mol})$ 減少して(オ)平衡になったとする。このとき、以下の設問に答えなさい。なお、気体はすべて理想気体とする。

(A) 平衡における二酸化硫黄、酸素、三酸化硫黄の物質量を a 、 b 、 x で表しなさい。

(B) 濃度で表した平衡定数 K を V 、 a 、 b 、 x を用いて表しなさい。平衡定数 K の単位も書きなさい。

(C) $a = 2b$ 、 $x = \frac{b}{2}$ の場合について計算し、平衡定数 K を V 、 b を用いてできるだけ簡単な式で表しなさい。

(D) 下線(オ)の平衡状態から温度一定で気体を圧縮して体積を半分にした。二酸化硫黄の量は(増加する・減少する・変わらない)のうちどのようになるかを、(C)の結果をもとに答えなさい。

(E) 下線(オ)の平衡状態から圧力一定で温度を上昇させた。二酸化硫黄の量は(増加する・減少する・変わらない)のうちどのようになるかを、問4の結果をもとに答えなさい。

2 蓄電池は充電と放電によって、電気エネルギーと物質がもつ化学エネルギーとを繰り返し変換する装置であり、最近ではリチウムイオン電池が広く普及している。しかし、リチウムイオン電池から短時間に大きな電流を取り出すことはまだ難しく、自動車の起動用電源などとして鉛蓄電池が広く用いられている。鉛蓄電池について問1～4に答えなさい。ただし、ファラデー定数は $9.60 \times 10^4 \text{ C/mol}$ として計算しなさい。(配点18点)

問1 鉛蓄電池の電極には鉛と二酸化鉛が、電解質溶液には硫酸水溶液が用いられる。蓄電池を放電させる(電池から電流を取り出す)際の二酸化鉛電極の反応式を示しなさい。また、その反応は酸化反応または還元反応のいずれであるか答えなさい。

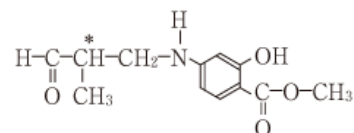
問2 ある自動車に使用されている市販の鉛蓄電池の電気容量をしらべると「40Ah」と表示されていた。これは40Aの電流を1時間取り出し続けることができるという意味である。この蓄電池から40Aの電流を1時間取り出した場合、反応する鉛および二酸化鉛の質量をそれぞれ有効数字3けたで計算しなさい。

問3 この蓄電池を放電させる前の電解質溶液は濃度 5.00mol/L の硫酸水溶液 600g (密度： 1.30g/cm^3)であった。問2のように放電させた後の電解質溶液の硫酸濃度を重量%を用いて有効数字3けたで求めなさい。導出の過程も示しなさい。

問4 鉛蓄電池の電解質溶液には硫酸水溶液が使われているが、同様に電流をよく流す電解質である硝酸を硫酸の代わりに使用することはできない。その理由を答えなさい。

3 以下の文章(a)~(h)を読んで、問1~5に答えなさい。なお構造式は右の例にならって書きなさい。(配点20点)

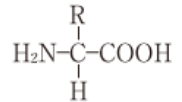
[構造式の記入例]



(*印は不斉炭素原子を表す)

- (a) 化合物A(分子式 $C_{10}H_{12}O_2$)は不斉炭素原子が1個あるベンゼン環を含有する化合物であり、エステル結合を有する。
- (b) 化合物Aを塩基によって加水分解した後、中和すると化合物Bと化合物Cが得られ、化合物Cにのみ不斉炭素原子が1個あった。
- (c) 化合物Bをアセチレンに付加させると化合物Dが生成した。
- (d) 化合物Dを塩基によって加水分解した後、中和すると化合物Eが生成した。また、硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を用いてエタノールを酸化しても化合物Eが生成した。化合物Eをさらに酸化すると化合物Bが生成した。
- (e) 化合物Eをフェーリング溶液に加えると、青色の溶液から赤色の沈澱が生成した。
- (f) 2 molの化合物Bを脱水剤と加熱すると1 molの化合物Fが生成した。化合物Fにアニリンを作用させると化合物Gと化合物Bが生成した。
- (g) 化合物Cを酸化すると化合物Hが得られた。NaOH水溶液に化合物Hとヨウ素を加えたところヨードホルム(CHI_3)が生成した。この反応溶液を中和すると化合物Iが得られた。化合物Iはトルエンを酸化して得ることもできた。
- (h) 化合物Cの分子内脱水反応により化合物J(分子式 C_8H_8)が生成し、Jに不斉炭素原子は存在しなかった。
- 問1 下線(ア)で生じた赤色の沈澱の化合物名と化学式を書きなさい。
- 問2 化合物Dと化合物Fの化合物名を書きなさい。
- 問3 化合物Eと化合物Gの構造式を書きなさい。不斉炭素原子があれば*印を付記しなさい。
- 問4 化合物Iと化合物Jの化合物名を書きなさい。
- 問5 化合物Hと化合物Aの構造式を書きなさい。不斉炭素原子があれば*印を付記しなさい。

- 4 アミノ酸水溶液に関する以下の文章を読んで、問1～4に答えなさい。
(配点18点)



α -アミノ酸は右の一般式で表される。

ここで、Rとして以下の置換基が知られており、25℃における水180gに対する溶解度と分子量は下表のとおりである。

R	名称	水180gに対する溶解度[g]	分子量
H	グリシン	45	75
CH ₃	アラニン	30	89
CH ₂ OH	セリン	68	106
CH ₂ C ₆ H ₅	フェニルアラニン	5.3	165
CH ₂ COOH	アスパラギン酸	0.90	133
CH ₂ CH ₂ COOH	グルタミン酸	1.5	147
CH(CH ₃) ₂	バリン	16	117
CH ₂ CH(CH ₃) ₂	ロイシン	3.9	131

アミノ酸のような不揮発性溶質を溶解した水溶液の蒸気圧 p は、式(1)のように純水の蒸気圧 p^* に比べて低下する。
 $p = xp^*$ (1)

ここで x は溶液中の水のモル分率であり、水の物質質量/(水の物質質量+溶質の物質質量)で与えられる。以下の実験を25℃でおこなった。この温度での p^* は 3.2×10^3 Pa である。

純水180gにアラニン17.8gを加えた溶液Aと、純水180gにセリン10.6gを加えた溶液Bを準備した。このとき溶液Aの x は ア₁ となり、 p は イ₁ Pa となる。溶液AとBをそれぞれ別の500mLビーカーに注ぎ、ガラス容器をかぶせて次ページの図左のように密閉すると①水は(AからB・BからA)へ移動する。水は両溶液の蒸気圧が等しくなるまで移動するから、水の移動量 y (mol) は式(1)を用いて求めることができる。

同様に、180gの純水Cと、180gの純水にフェニルアラニン21.2gを加えた溶液Dにガラス容器をかぶせて密閉すると、水の移動にともなって②D中に溶解しているフェニルアラニンの濃度は(増加する・減少する・変わらない)。

次に、表中のアミノ酸のうち一種類を選び、その2.6gを純水180gに溶解した溶液Eを密栓した容器に入れた。180gの純水Fを同様の容器に封入して、下図右のように二つの容器をチューブで連結した。チューブの左端から乾燥空気を、それぞれの溶液と平衡になるように、ゆっくり吹き込んだところ、Eの質量は1.2g減少し、Fの質量は0.0024g減少した。この結果から、Eに溶解したアミノ酸の分子量は ウ₁ であり、そのアミノ酸が エ₁ であったことがわかる。

問1 ア₁ と イ₁ にあてはまる数値を有効数字2けたで求めなさい。

問2 下線部①、②で正しい語句をそれぞれ選びなさい。

問3 物質質量 y を有効数字2けたで求めなさい。

問4 ウ₁ にあてはまる分子量を有効数字2けたで求め、
エ₁ に相当するアミノ酸を表から選びなさい。

