

化学 (その1)

必要があれば、H = 1.0、C = 12.0、N = 14.0、O = 16.0 の原子量を用いよ。

第1問 次の問い(問1~5)にもっとも適する答えを、それぞれの問いの下にあるもののなかから一つだけ選び、ア、イ、ウ、・・・の記号で答えよ。

問1 次のa~cの物質を1.0 gずつ100 gの水に溶かした。水溶液の凝固点が低いものから順に並べたものはどれか。ただし、()内は式量である。電解質については、電離度を1.0とする。

- a 塩化カリウム (74.6) b 塩化マグネシウム (95.3)
- c グルコース (180)

- ア a < b < c イ a < c < b ウ b < a < c エ b < c < a
- オ c < a < b カ c < b < a

問2 次のa~cの物質を融点の低いものから順に並べたものはどれか。

- a アセトアニリド b 炭化ケイ素 c 塩化ナトリウム

- ア a < b < c イ a < c < b ウ b < a < c エ b < c < a
- オ c < a < b カ c < b < a

問3 原子番号8番の元素Xと32番の元素Yとの間のできる化合物の化学式はどれか。

- ア XY イ X₂Y ウ XY₂ エ X₃Y₂ オ X₂Y₃
- カ YX キ Y₂X ク YX₂ ケ Y₃X₂ コ Y₂X₃

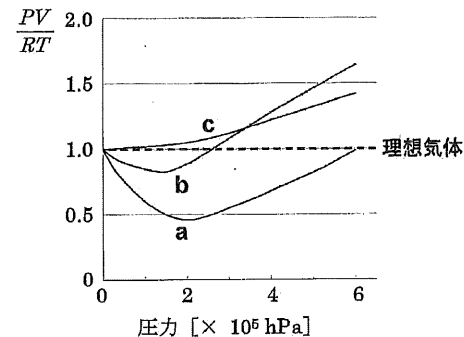
化学 (その2)

問4 A+B ⇌ C+D で表わされる可逆反応の平衡定数を2.0とする。化合物A 1.0 molと化合物Bで反応を開始して、平衡状態に達したときに化合物CおよびDを0.9 mol生成させるには、化合物Bを何mol加える必要があるか。ただし、体積変化は考えないものとする。

- ア 0.41 イ 0.50 ウ 4.1 エ 5.0 オ 41 カ 50

問5 1 molの理想気体について、圧力P、絶対温度T、体積V、気体定数Rとすれば、次の図に示すように、PV = RTという関係が成り立つ。しかし、理想気体は分子間力が働かず、分子自体に体積がない仮想の気体である。実存気体に関する3つの曲線a~cについて、正しい組み合わせはどれか。

組み合わせ	a	b	c
ア	二酸化炭素 (350K)	窒素 (350K)	窒素 (200K)
イ	二酸化炭素 (350K)	窒素 (200K)	窒素 (350K)
ウ	窒素 (350K)	二酸化炭素 (350K)	窒素 (200K)
エ	窒素 (350K)	窒素 (200K)	二酸化炭素 (350K)
オ	窒素 (200K)	二酸化炭素 (350K)	窒素 (350K)
カ	窒素 (200K)	窒素 (350K)	二酸化炭素 (350K)



第2問 次の文章を読み、問い(問1～7)に答えよ。

反応1 窒素と水素を四酸化三鉄を主成分とする触媒を使って高温、高圧で反応させると、アンモニアを生じる。

反応2 アンモニアを白金触媒を使って高温で空気中の酸素と反応させると、気体Aと水を生じる。

反応3 気体Aをさらに酸素と反応させると、気体Bを生じる。

反応4 気体Bを温水に吸収させると、硝酸と気体Aを生じる。気体Aは反応3で再利用される。

反応5 銅に硝酸を作用させると気体AまたはBが生じるが、これらの気体の生成は硝酸の濃度に依存している。濃度が(ア)い硝酸を銅に作用させると、気体Aが生じる。

反応6 濃硝酸にアルミニウムを入れると表面に緻密な(イ)の被膜ができた(ウ)となって、アルミニウムはほとんど溶けない。

問1 反応1や反応2のように触媒を用いると反応速度が上がるのは、触媒がどのような働きをしていることによるのかを15字以内で答えよ。

問2 反応2の反応を化学反応式で記せ。

問3 反応3の反応を化学反応式で記せ。

問4 反応2～4の反応を1つの化学反応式にまとめて記せ。

問5 反応1の収率(理論的に得られる生成物の質量に対する、実際に得られた生成物の質量の割合)が70%、反応2～4の収率が70%とすると、28kgの窒素から質量パーセント濃度が70%の硝酸は何kg得られるか。有効数字2桁の数値で答えよ。

問6 (ア)～(ウ)に入る適当な語句を記せ

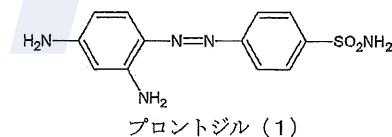
問7 反応5で気体Aが生成する反応を化学反応式で記せ。

第3問 次の文章を読み、問い(問1、2)に答えよ。

ヒトや動物の病気の治療に使用する物質を医薬品という。プロントジル(1)は、赤色染料として開発された化合物であるが、1930年代に溶連菌感染マウスを生存させたことから抗菌作用が確認された。しかし、その抗菌作用はプロントジルそのものではなく、これの(ア)基の部分で分解して生じるアミノ基をもつp-アミノベンゼンスルホンアミド(化合物A)であることがわかった。その後、同様の分子構造を持つ誘導体が次々と合成された。これら一群の医薬品は(イ)と呼ばれている。

プロントジル(1)は以下のように合成することができる。ニトロベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を作用させた後、スズと塩酸で還元して得られた化合物Bを、氷冷下、塩酸酸性条件で化合物Aに亜硝酸ナトリウムを作用させて得た化合物Cと(ウ)反応させることでプロントジル(1)が得られる。

一方、カビのような微生物によって作り出され、ほかの微生物の発育を阻害する医薬品もあり、(エ)と呼ばれている。たとえば、肺炎によく効くペニシリンは、その一例である。(エ)を多用していると、病原菌がその医薬品に対する抵抗力をもつことがある。このような菌を(オ)という。

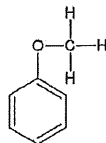


問1 (ア)～(オ)に入る適当な語句を記せ。

問2 化合物A、B、Cの構造式を答えよ。構造式はプロントジル(1)にならって書け。

化 学 (その5)

第4問 次の問い(問1~5)の文章を読み、化合物Aについては示性式を、化合物B~Eについては構造式を答えよ。さらに、(ア)~(オ)に入る適当な数値を記せ。構造式は例にならって、ベンゼン環以外は価標を省略しないで書け。また(イ)は有効数字2桁で答えよ。



構造式の例

問1 油脂はグリセリンと脂肪酸とのエステルである。 $C_{21}H_{31}COOH$ の示性式で示される不飽和脂肪酸(ドコサヘキサエン酸)からなる油脂(化合物A)に水素を完全に付加して飽和脂肪酸からなる油脂にすると、分子量は(ア)だけ増加する。

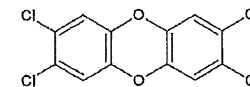
問2 芳香族化合物の多くは生体内で酸化されて安息香酸(分子量122)になるが、安息香酸は水に溶けにくいので、不斉炭素原子をもたない α -アミノ酸であるグリシン(分子量75)とアミド結合により結ばれてできた、水に溶けやすい馬尿酸(化合物B)の形で尿中に排泄される。ある人が馬尿酸を1日当たり0.90g排泄するとすれば、この馬尿酸の量は(イ) $\times 10^{-3}$ molに相当する。

問3 分子式 $C_8H_8O_2$ をもつ1置換の芳香族エステルは全部で(ウ)種類ある。そのうちの1種である化合物Cは、銀鏡反応を示し、希塩酸中で加熱すると、強い刺激臭を持つ化合物と芳香族アルコールを生じる。

問4 分子式 C_6H_{14} をもつアルカンは全部で(エ)種類ある。分子式 C_6H_{12} をもつアルケンには17種類と多くなるが、それらの構造を決めるのにオゾン分解が役立つ。オゾン分解はアルケンの二重結合を切断して2分子のカルボニル化合物を生成する反応である。たとえば、そのうちの1種である化合物Dは、オゾン分解するとアセトンとプロピオンアルデヒドを生じることから構造が決まる。

化 学 (その6)

問5 有毒物質であるダイオキシン類は、トリクロロフェノールの加熱により生成する。ダイオキシン類のうち、化合物Xがもっとも毒性が強い。トリクロロフェノールには(オ)種類の異性体があるが、そのうちの化合物Eの2分子から塩化水素2分子がとれて化合物Xができる。



化合物Xの構造

第5問 次の問い(問1、2)に対する答えを、記号と数字を使って記せ。

問1 水素、炭素(黒鉛)、メタンの燃焼熱は、それぞれ1molあたりXkJ、YkJ、ZkJである。メタンの生成熱(kJ/mol)はいくらか。

問2 弱塩基Aの水溶液はモル濃度X mol/lのときに、25°CでpHの値がYであった。この水溶液における弱塩基Aの電離度はいくらか。