

〔1〕

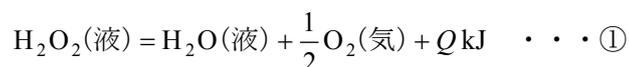
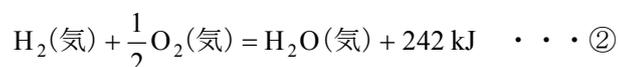
問 1

反応熱：98kJ

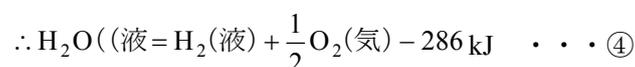
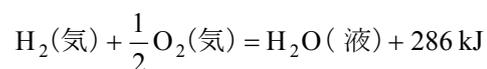
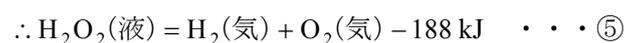
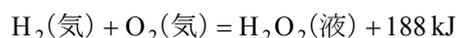
発熱反応

解説

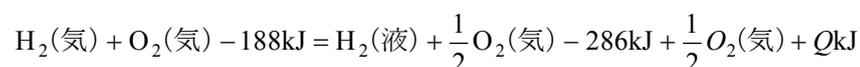
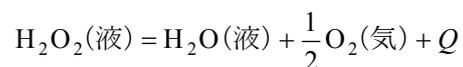
式 1 の熱化学方程式

反応熱を Q kJ/mol とすると, H_2O (気) の生成熱の熱化学方程式 H_2O (液) の蒸発熱の熱化学方程式

③を②に代入すると,

 H_2O_2 (液) の生成熱の熱化学方程式

④, ⑤を①に代入すると,



$$\therefore Q = 98$$

よって, 反応熱は 98kJ で発熱反応

補足

熱化学方程式の物質をすべて単体で表すと,

左辺と右辺の単体の種類と数が等しいので, 単体が消去され, ただの数式になる。

参考サイト: 化学小ネタ <http://www.toitemita.sakura.ne.jp/kagakukoneta.html>

反応熱と熱化学方程式 熱化学方程式の楽な解き方

問 2

活性化エネルギーを小さくするから

問 3

$$v = \frac{\Delta n}{\Delta t}$$

解説

式 1 より, O_2 の物質量変化が Δn のとき H_2O_2 の物質量変化は $-2\Delta n$ である。

$$\text{よって, } \Delta[\text{H}_2\text{O}_2] = -\frac{2\Delta n}{2} = -\Delta n$$

$$\therefore v = -\frac{-\Delta n}{\Delta t} = \frac{\Delta n}{\Delta t}$$

問 4

B

解説

$$v = -\frac{d[\text{H}_2\text{O}_2]}{dt}, \quad v = k[\text{H}_2\text{O}_2] \text{ より,}$$

$$-\frac{d[\text{H}_2\text{O}_2]}{dt} = k[\text{H}_2\text{O}_2]$$

$$\therefore \frac{1}{[\text{H}_2\text{O}_2]} d[\text{H}_2\text{O}_2] = -k dt$$

両辺を不定積分すると,

$$\log[\text{H}_2\text{O}_2] = -kt + C \quad (C \text{ は積分定数})$$

$$\therefore [\text{H}_2\text{O}_2] = e^{-kt+C} = e^C \cdot e^{-kt}$$

ここで, $t=0$ のとき $[\text{H}_2\text{O}_2] = [\text{H}_2\text{O}_2]_0$ より, $[\text{H}_2\text{O}_2]_0 = e^C$

$$\text{よって, } [\text{H}_2\text{O}_2] = [\text{H}_2\text{O}_2]_0 e^{-kt}$$

$$t = t_{1/2} \text{ のとき, } [\text{H}_2\text{O}_2] = \frac{1}{2} [\text{H}_2\text{O}_2]_0 \text{ より,}$$

$$\frac{1}{2} [\text{H}_2\text{O}_2]_0 = [\text{H}_2\text{O}_2]_0 e^{-kt_{1/2}} \quad \therefore e^{-kt_{1/2}} = \frac{1}{2} \quad \therefore kt_{1/2} = \log 2 \quad \therefore t_{1/2} = \frac{\log 2}{k}$$

よって, $t_{1/2}$ に $[\text{H}_2\text{O}_2]_0$ の項がないから, 半減期 $t_{1/2}$ は $[\text{H}_2\text{O}_2]_0$ に依存しない。

問 5

タンパク質の急激な変性による酵素失活の影響が酵素活性の反応促進効果を上回るから。

解説

温度上昇は酵素の反応と酵素の失活を促進する。

〔2〕

問 1

ア アルミニウム イ 銑鉄 ウ 酸素 エ 鋼

解説

地殻中の元素を質量比の大きい順に 10 番目まで並べると

O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, Ti, H

おっ (O) しゃられ (Si, Al) て (Fe) 貸 (Ca) そう (Na) か (K)

マッチ (Mg, Ti) の火 (H)

これらの元素は主に岩石中の化合物として存在し、

とくに、O と Si は岩石の主成分であるケイ酸塩の構成元素として大量に存在する。

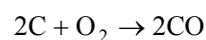
問 2

二酸化ケイ素や酸化アルミニウムなどの不純物をスラグにして取り除き且つそのスラグで銑鉄の再酸化を防ぐ。

解説

スラグは銑鉄より軽く、銑鉄の上層となるので、銑鉄は空気から遮断される。

問 3

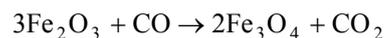


問 4

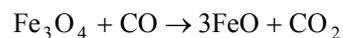


問 5

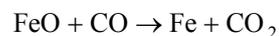
Fe_2O_3 の反応



化合物 A の反応



FeO の反応



鉄の製造

溶鉱炉上部から石灰石→鉄鉱石（主成分 Fe_2O_3 ）→コークス→石灰石・・・と入れられ、石灰石・鉄鉱石・コークスから成る層が数層できている。

（現在では、焼き固めペレット状にしたものが炉内に入れられる）

ちなみに、溶鉱炉の高さは 100m 以上のものが主である。

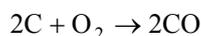
また、下部から炉内に 1600°C の熱風が送られる。

酸化鉄の還元

酸化鉄の還元はコークスと一酸化炭素によって行われ、

コークスによる還元を直接還元、一酸化炭素による還元を間接還元という。

CO の生成

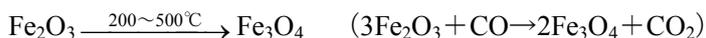


または、

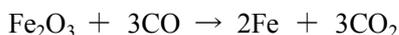


鉄鉱石の銑鉄への還元

下ほど高温なので、落ちていくにしたがい、次第に Fe へと還元されていく。



全体の反応式



Fe は炉底にたまる。この鉄を銑鉄という。

銑鉄は炭素分を多量（約 4%）含んでおり、硬いがもろい。

また、炭素による融点降下のため、融点が低い。

銑鉄から鋼へ

銑鉄とスラグを別々に取り出し、銑鉄は転炉に移される。

転炉の銑鉄に転炉の上から高圧の O_2 を吹き込んで、

余分な C や不純物の S や P などを酸化させ除く。

こうして不純物の含量が 2% 以下になったものを鋼という。

鋼は不純物が少ないので鉄の金属としての性質（展性・延性）が銑鉄より顕著である。

補足

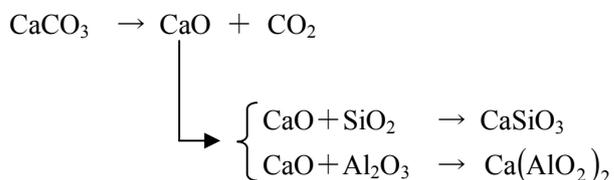
鋼の中に含まれる炭素の量によって、硬鋼と軟鋼などに分けられる。

スラグの役割

鉄鉱石の主成分は Fe_2O_3 であり、

主な不純物は SiO_2 と Al_2O_3 である。

不純物と石灰石を熱分解して生じた CaO を反応させると、スラグという物質になる。



不純物の SiO_2 , Al_2O_3 は CaO と反応し CaSiO_3 , $\text{Ca}(\text{AlO}_2)_2$ になり、これをスラグという。

スラグは銑鉄より密度が小さいので、銑鉄の上に浮かぶ。

そのおかげで、銑鉄は酸素から遮断され、酸化を免れる。

黒さび (Fe_3O_4)

黒さびは不動態の酸化皮膜並の緻密な構造をもつので、

鉄表面に黒さびができると、その内部が保護される。

黒さびのつくり方

方法 1

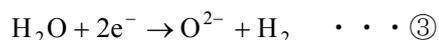
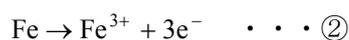
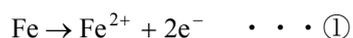
鉄をガスバーナーで赤熱する。

反応のしくみ

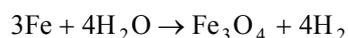
ガスの完全燃焼により、高温の水蒸気が生成する。

↓

鉄と高温の水蒸気が酸化還元反応し、黒さびが生成する。



①+②×2+③×4 より、



注意

鉄と黒さびの収縮率が異なるので、ゆっくり冷まさないと、黒さびが脱落する。

方法 2.

炭火で赤熱した鉄を水の中に入れ、急に冷やす（焼きを入れる）。

方法 3.

$\text{FeO}(\text{OH})$ （赤さび・オキシ水酸化鉄）を還元する。



補足

赤さび生成の化学反応式： $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{FeO}(\text{OH})$

〔3〕

問 1

882

解説

油脂を塩基で加水分解すると、中和反応を伴うので、ほぼ完全に加水分解される。

よって、

油脂 1mol からグリセリン 1mol (分子量 92.0) と脂肪酸塩 3mol が生成するとしてよい。

そこで、油脂 A の分子量を M とすると、そのモル質量は M g だから、

M g の油脂 A を水酸化ナトリウムで加水分解すると 92.0g のグリセリンが得られる。

44.1g の油脂 A を水酸化ナトリウムで加水分解すると 4.60g のグリセリンが得られたから、

$$\frac{M}{44.1} = \frac{92.0}{4.60} \quad \therefore M = 892$$

問 2

7

解説

1mol の油脂 A 中の炭素間二重結合 (C=C) の物質量を x mol とすると、

1mol の油脂 A (882g) と反応する気体水素 H_2 の物質量も x mol だから、

$$\frac{882g}{3.00g} = \frac{x \text{ mol}}{\frac{305}{22400} \text{ mol}} \text{ より, } x = 4$$

よって、

油脂 A の 1 分子に含まれる炭素間二重結合は 4 個で、

これとエステル結合のカルボニル基の二重結合 C=O が 3 個であることから、

全部で 7 個ある。

問 3



解説

C の数と C=C の数から脂肪酸 B はリノール酸 $C_{17}H_{31}COOH$ であることがわかる。

よって、1 分子の油脂 A を加水分解すると、

2 分子のリノール酸と 1 分子の直鎖飽和脂肪酸 C が得られることになる。

ここで、構成脂肪酸がステアリン酸だけの油脂の分子量は 890 であることと、

油脂 A の分子量が 882 であることから、直鎖飽和脂肪酸 C はステアリン酸である。

補足

計算問題を効率良く解く上で覚えておくべき分子量・式量

有機化合物

油脂系

ステアリン酸 $C_{17}H_{35}COOH$: 284

コメント

これを覚えておけば, この分子量を軸に

オレイン酸 $C_{17}H_{33}COOH$: 282

リノール酸 $C_{17}H_{31}COOH$: 280

リノレン酸 $C_{17}H_{29}COOH$: 278

が楽に導ける。

パルミチン酸 $C_{15}H_{31}COOH$: 256

グリセリン $C_3H_8O_6$: 92

脂肪酸がステアリン酸のみの油脂 : 890

コメント



参考サイト

化学小ネタ <http://www.toitemita.sakura.ne.jp/kagakukoneta.html>

有機化学小ネタ 油脂の分類と入試問題頻出の高級脂肪酸

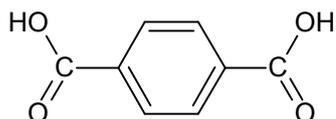
[4]

化合物 B の構造式

ポリエステル繊維やペットボトルの原料として用いられる。

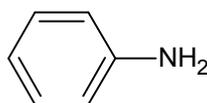
水酸化ナトリウム水溶液に溶解するから酸である。

よって、

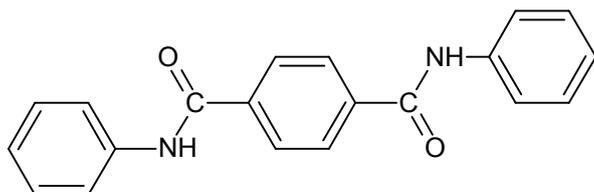


化合物 C の構造式

式 1 より、



化合物 A

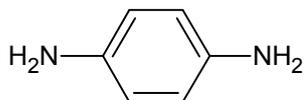


化合物 E

臭素原子 1 個を置き換えた実験結果から、同じ基のパラ位の 2 置換体である。

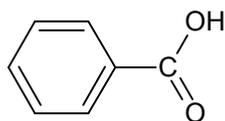
希塩酸に溶解するから塩基である。

よって、

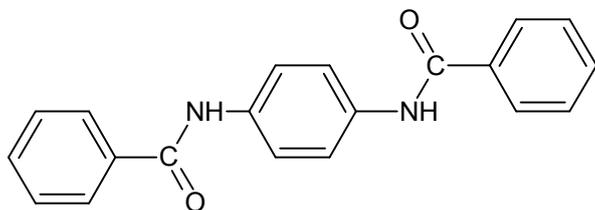


化合物 F

式 2 より、

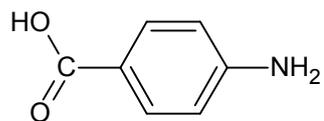


化合物 D

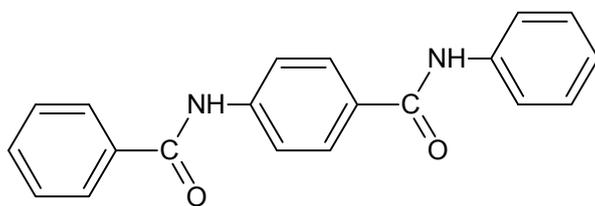


化合物 H

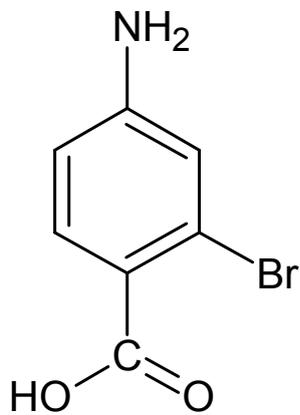
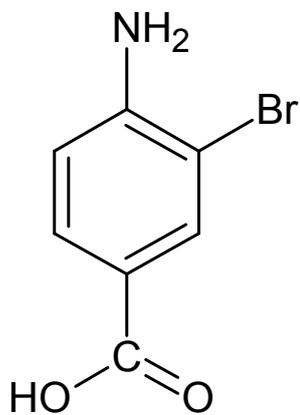
酸にも塩基にも溶解するから、



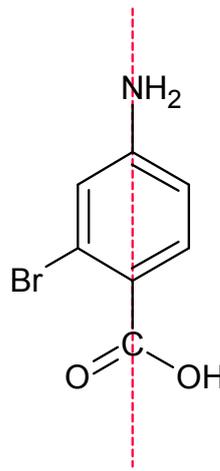
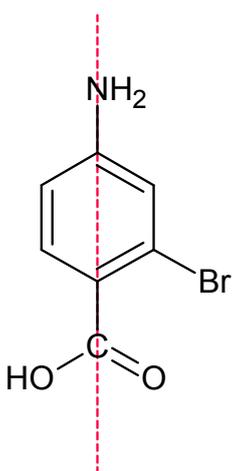
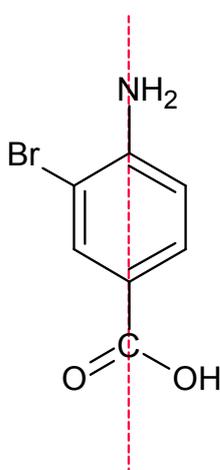
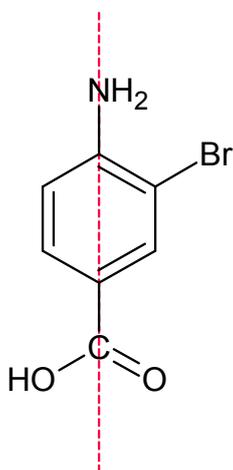
化合物 G



問 1

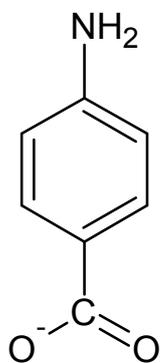


解説

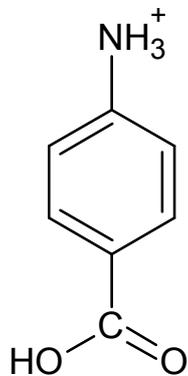


問 2

水酸化ナトリウム水溶液中

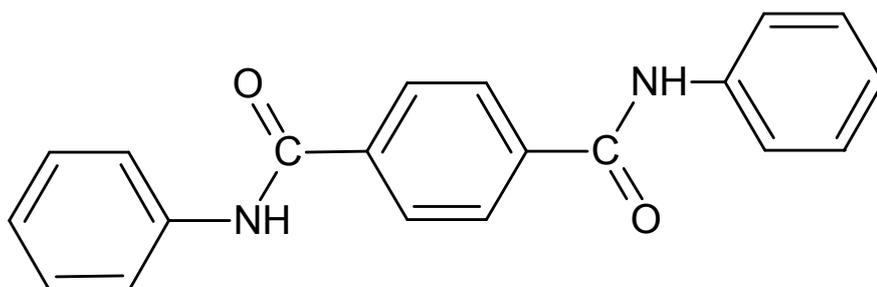


希塩酸中

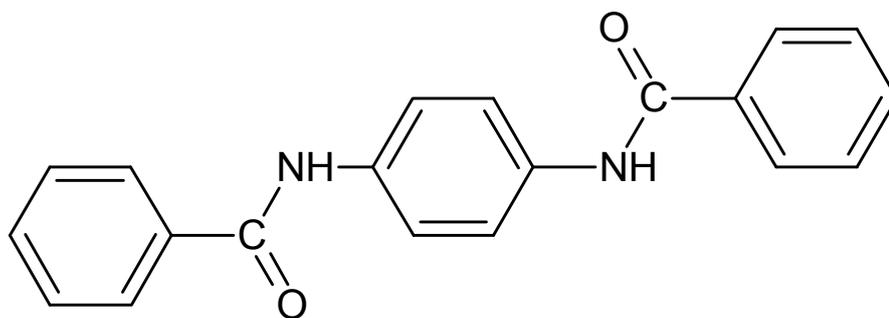


問 3

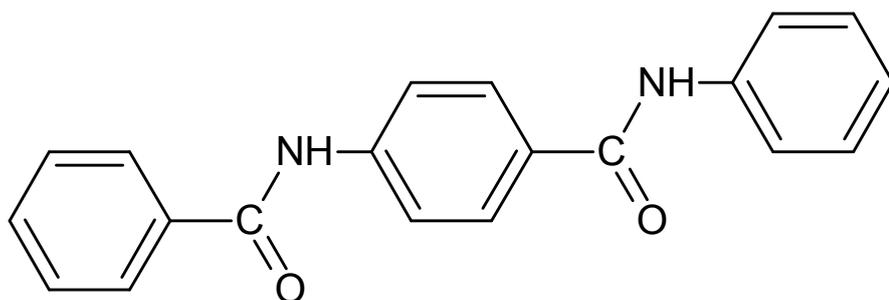
化合物 A



化合物 B

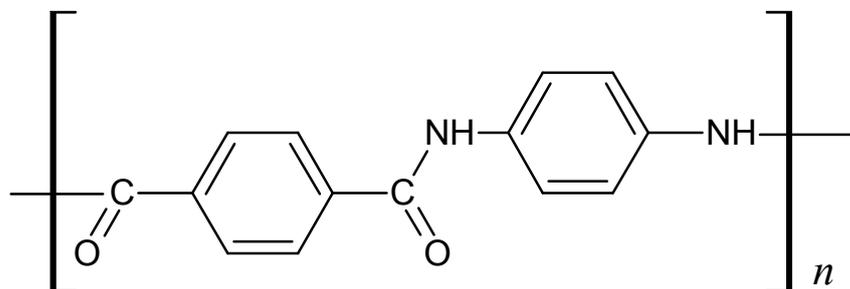


化合物 C



問 4

B と E



問 5

1506

解説

化合物 C の分子式 C_6H_7N より、分子量 93

化合物 F の分子式 $C_7H_6O_2$ より、分子量 122

化合物 H の分子式 $C_7H_7O_2N$ より、分子量 137

化合物 X が 1 分子生成するときのアミド結合生成数は、 $13 - 1 = 12$

$C_7H_6O_2 + 11C_7H_7O_2N + C_6H_7N - 12H_2O = 122 + 11 \times 137 + 93 - 12 \times 18 = 1506$