

出題のねらい

一般(中期)の化学は、化学基礎・化学全般からの出題です。いずれの問題も基本的な内容を理解しているかを問うています。また、今回はグラフを読み解く力も問われています。

- 【1】 新しく発見された元素ニホニウムをテーマとした、原子の構造に関する問題です。原子番号、質量数、陽子・電子・中性子の数の関係をおさえておきましょう。
- 【2】 反応速度と化学平衡に関して、設問文の空所補充式を含んだ問題です。反応の進行度とエネルギーのグラフからは反応熱を読み取る力を、また、時間と反応物の物質量のグラフからは平衡状態での物質量を読み取る力をつけておきましょう。触媒のはたらきも確認しましょう。また、平衡定数の計算は素早くできるようにしましょう。
- 【3】 硝酸の製造法であるオストワルト法をテーマとした、設問文の空所補充式を含んだ基本的な問題です。製造の各段階での反応式を確認しましょう。量的関係の計算は、式を正確に立てられるようにしましょう。
- 【4】 油脂とセッケンに関する、設問文の空所補充式を含んだ問題です。用語を正確におさえるとともに、セッケンの水溶液中での状態を確認しましょう。また、油脂のけん化では、油脂と塩基の物質量の比をおさえておきましょう。
- 【5】 医薬品に関して、設問文の空所補充式を含んだ問題です。与えられた構造式から、その物質がもつ性質や反応性を考えられるようにしましょう。また、中和滴定の操作や指示薬についても確認しましょう。見慣れない物質の反応も、学習した内容と対応させることで考えることができます。基本となる有機化合物の反応をしっかりと覚えておきましょう。

【1】

【解答】(26点)

- | | |
|---------------------------------|---------|
| (1) メンデレーエフ | (4点) |
| (2) 電子 113 陽子 113 中性子 165 | (各3点×3) |
| (3) ③ | (4点) |
| (4) ④ | (4点) |
| (5) K2, L8, M18, N2 | (5点) |

【解説】

物質の構成(周期表・原子の構造・ α 崩壊・電子配置)

- (1) 1869年にメンデレーエフが現在の周期表の原型を発表した。
- (2) 原子では、電子の数=原子番号=113
陽子の数=原子番号=113
中性子の数=質量数-原子番号
=278-113=165
- (3) 6回の α 崩壊によって原子番号が12減少、質量数が24減少しているの、1回の α 崩壊によって原子番号が2減少、質量数が4減少する。原子番号が2減少するのは陽子が2個放出されるためである。質量数の減少4のうち、2は陽子の放出によるので、残りの2が中性子の減少による。
- (4) 15族の元素は窒素である。
- (5) Znは Zn^{2+} になるので価電子は2。よって、最外電子殻であるN殻に2個の電子が入る。電子はK殻に2個、L殻に8個入るので、残りの $30-(2+8+2)=18$ 個はM殻に入る。

[2]

【解答】(32点)

(1) ア	$k_1[\text{H}_2][\text{I}_2]$	イ	$\frac{k_1}{k_2}$	(各3点×2)
(2) (a)	活性化			(4点)
	(b)	②		(4点)
(3) (a)	①			(4点)
	(b)	③		(4点)
(4) (a)	0.40 mol/L			(5点)
	(b)	32		(5点)

【解説】

反応速度・化学平衡

(1) ア 正反応の反応速度 $v_1 = k_1[\text{H}_2][\text{I}_2]$

逆反応の反応速度 $v_2 = k_2[\text{HI}]^2$

イ 平衡状態では $v_1 = v_2$ であるから、

$$k_1[\text{H}_2][\text{I}_2] = k_2[\text{HI}]^2$$

よって、平衡定数 K は、 $K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{k_1}{k_2}$

(2) (a) 反応は、活性化状態とよばれるエネルギーの高い中間状態を経て起こる。

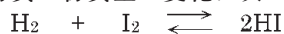
(b) 触媒を用いると活性化エネルギーの小さい別の反応経路を通して反応が進むので、反応速度が大きくなる。反応物と生成物がもつエネルギーは変化しないので反応熱は変わらない。また、温度は一定であるため平衡定数は変化せず、平衡状態における反応物・生成物の物質質量も変化しない。

(3) ルシャトリエの原理で考える。

(a) 図より、正反応は発熱反応なので、温度を上げると平衡は左へ移動する。

(b) 容積が一定であるため、反応に関与する気体の分圧は変化しない。よって、平衡は移動しない。

(4) (a) I_2 は 1.20 mol から 0.40 mol に減少しているため、各物質の物質質量の変化は次のようになる。



反応前 1.00 1.20 0

変化量 -0.80 -0.80 +1.6

反応後 0.20 0.40 1.6 単位 mol

平衡時のヨウ化水素の濃度は、

$$[\text{HI}] = \frac{1.6}{4.0} = 0.40 \text{ mol/L}$$

(b) 体積は 4.0 L であるから、平衡定数 K は、

$$K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{(1.6/4.0)^2}{(0.20/4.0)(0.40/4.0)} = 32$$

[3]

【解答】(31点)

(1) X	5	Y	3	(各3点×2)
(2) ア	酸化			
	イ	オストワルト法		(各4点×2)
(3)	⑤			(4点)
(4)	⑤			(4点)
(5)	気体 NO_2	色	赤褐色	(完答4点)
(6)	③			(5点)

【解説】

硝酸などの窒素化合物の反応

(1) X $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$

Y $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

(2) ア 硝酸は酸化力が強く、銅や銀などの比較的イオン化傾向の小さい金属とも反応する。

イ アンモニアから硝酸を得る工業的な製法はオストワルト法とよばれる。

(3) オストワルト法では、アンモニアと酸素から一酸化窒素を得る反応において白金触媒を用いる。

(4) 鉄を濃硝酸に浸けると、鉄の表面に酸化被膜ができ、反応が進まない。この状態を不動態という。

(5) NH_3 、 NO は無色の気体、 NO_2 は赤褐色の気体である。

(6) 得られる質量パーセント濃度 60% の濃硝酸の体積を x [L] とすると、

$$\frac{300}{22.4} = \frac{(x \times 10^3 \times 1.4 \times 0.60)}{63}$$

$$x = 1.0 \text{ L}$$

一般入試 / 化学(中期)

【4】

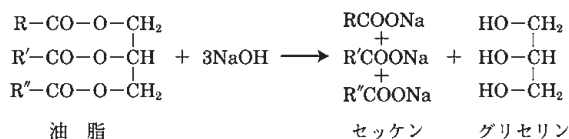
【解答】 (29点)

(1) ア ⑧	イ ⑤	ウ ②	エ ③	(各4点×4)
(2) けん化				(4点)
(3) ①				(4点)
(4) 800				(5点)

【解説】

油脂・セッケン

- (1) ア 油脂は、高級脂肪酸とグリセリンからなるエステルである。
 イ 高級脂肪酸中に不飽和結合が多いと融点が低い。
 ウ、エ 室温で固体の油脂は脂肪、液体の油脂は脂肪油とよばれる。
- (2) 塩基を用いた加水分解はけん化とよばれる。
- (3) 水溶液と空気の間では、親水性の部分が水中に位置するようにイオンが並ぶ。水溶液中では、親水性の部分が外側になるようにしてイオンが球状に集まる(ミセル)。
- (4) けん化の反応は次のとおりである。



油脂1 molがけん化されるときに必要な水酸化ナトリウムは3 molであるから、この油脂のモル質量を M [g/mol]とすると、

$$\frac{100}{M} \times 3 = 5.00 \times \frac{75.0}{1000}$$

$$M = 800 \text{ g/mol}$$

この油脂の分子量は800である。

【5】

【解答】 (32点)

(1) ア ⑥	イ ⑤	(各4点×2)
(2) 2		(3点)
(3) ④		(4点)
(4) (a) X ⑥	Y ④	(各4点×2)
(b) ④		(4点)
(c) 82 mg		(5点)

【解説】

医薬品

- (1) 医薬品が生体に様々な作用を起こすことを薬理作用という。そのうち、治療目的に合う作用を主作用(薬効)、それ以外の作用を副作用という。
- (2) 2の炭素原子は、異なる4種の原子または原子団と結合しているので不斉炭素原子である。
- (3) カルボキシ基をもつので、より弱い酸の塩である炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 と反応し、弱酸の二酸化炭素が発生する。
- (4) (a) X メスフラスコは、正確な濃度の溶液を調製するときや正確な溶液の希釈のときに用いる。
 Y ホールピペットは正確な体積の溶液をはかりとるときに用いる。
- (b) 滴定終了時に、弱酸と強塩基からなる塩が含まれるので、このときの水溶液は塩基性である。よって、指示薬は塩基性に変色域があるフェノールフタレインを用いる。塩基性の水溶液に酸を加えていくので、赤色から無色へ変化する。
- (c) この中和反応では、酸はイブプロフェンと塩酸で、いずれも1価の酸であり、塩基は、錠剤の溶解に用いた1価の塩基の水酸化ナトリウムである。

中和点では、

酸からの H^+ の物質質量 = 塩基からの OH^- の物質質量であるから、一錠中のイブプロフェンの物質質量を x [mol] とすると、

$$\begin{aligned}
 1 \times x \times \frac{10}{100} + 1 \times 0.10 \times \frac{3.6}{1000} \\
 = 1 \times 0.080 \times \frac{50}{1000} \times \frac{10}{100} \\
 x = 4.0 \times 10^{-4} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

イブプロフェンのモル質量は 206 g/mol であるから、一錠中のイブプロフェンの質量は、

$$\begin{aligned}
 206 \times 4.0 \times 10^{-4} &= 0.0824 \text{ g} \\
 &\approx 82 \text{ mg}
 \end{aligned}$$