

3年2組理系化学 1/25～1/30 の課題について

① 先週分の課題の答え合わせ、見直し

② 教科書 P335 の問題の回答

③ テスト範囲をまとめたノートの作成

以下に指定された範囲のまとめを作成してください。

出席番号 8～11 油脂

出席番号 12～15 有機化合物の構造決定（計算のやつ）

出席番号 16～19 ベンゼン

出席番号 20～23 フェノール

出席番号 24～28 芳香族カルボン酸

出席番号 29～33 芳香族アミン

---卒業考査テスト範囲について---

- ・教科書 P269～273、P307～335
- ・ワーク 25-6、28-5、28-6、29～31
- ・プリント 13～25

物質の構造式・語句などを総合的に問います。

問題数は50問程度。モル計算はテスト範囲に入りません。

前回課題解答

A

- (1) 2.0 (2) 28 (3) 32 (4) 4.0 (5) 18 (6) 36.5 (7) 46 (8) 64
 (9) 17 (10) 16 (11) 63 (12) 98

解説 ●分子式を構成する原子の原子量の総和を求める。

- (1) $1.0 \times 2 = 2.0$ (2) $14 \times 2 = 28$ (3) $16 \times 2 = 32$
 (4) ヘリウム He は単原子分子なので、分子量は原子量 4.0 と等しい。
 (5) $1.0 \times 2 + 16 = 18$ (6) $1.0 + 35.5 = 36.5$ (7) $14 + 16 \times 2 = 46$
 (8) $32 + 16 \times 2 = 64$ (9) $14 + 1.0 \times 3 = 17$ (10) $12 + 1.0 \times 4 = 16$
 (11) $1.0 + 14 + 16 \times 3 = 63$ (12) $1.0 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 98$

B

- (1) 35.5 (2) 95 (3) 60 (4) 24 (5) 27 (6) 40 (7) 40
 (8) 100 (9) 136 (10) 78 (11) 310 (12) 132

解説 ●組成式を構成する原子の原子量の総和を求める。なお、イオンの式量も原子量の総和で考える。

- (1) 塩素 Cl の原子量は 35.5 なので、 Cl^- の式量は 35.5
 (2) $31 + 16 \times 4 = 95$
 (3) $12 + 16 \times 3 = 60$
 (4), (5) 金属の式量は、それぞれの原子量 $\text{Mg} = 24$, $\text{Al} = 27$ と等しい。
 (6) $24 + 16 = 40$
 (7) $23 + 16 + 1.0 = 40$
 (8) $40 + 12 + 16 \times 3 = 100$
 (9) $40 + 32 + 16 \times 4 = 136$
 (10) $27 + (16 + 1.0) \times 3 = 78$
 (11) $40 \times 3 + (31 + 16 \times 4) \times 2 = 310$
 (12) $(14 + 1.0 \times 4) \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 132$

C

- (1) 1.2×10^{24} 個 (2) 9.0×10^{23} 個 (3) 1.8×10^{24} 個
 (4) 3.6×10^{24} 個

解説 (1) $6.0 \times 10^{23} / \text{mol} \times 2.0 \text{ mol} = 1.2 \times 10^{24}$ (個)

(2) NaCl 1 mol に含まれる Cl^- は 1 mol だから、^①

$$6.0 \times 10^{23} / \text{mol} \times 1.5 \text{ mol} = 9.0 \times 10^{23} \text{ (個)}$$

(3) $6.0 \times 10^{23} / \text{mol} \times 3.0 \text{ mol} = 1.8 \times 10^{24}$ (個)

(4) CO_2 1 mol に含まれる O は 2 mol だから、

$$6.0 \times 10^{23} / \text{mol} \times (3.0 \times 2) \text{ mol} = 3.6 \times 10^{24} \text{ (個)}$$

$$\text{粒子数} = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} \times \text{物質質量 (mol)}$$

補足 天然に同位体が存在する元素では、各同位体の相対質量に存在比をかけて求められる平均値を原子量とするが、Al のように同位体が存在しない元素は、1種類の原子の相対質量がそのまま原子量になる。このような元素はほかに、F, Na, P などがある。

① NaCl の物質量と、そこに含まれる Na^+ と Cl^- の物質量の関係は次のようになる。

NaCl	Na^+	Cl^-
1 mol	1 mol	1 mol
2 mol	2 mol	2 mol
1.5 mol	1.5 mol	1.5 mol

D

- (1) 7.2 g (2) 127 g (3) 9.2 g (4) 48 g (5) 60 g (6) 22.8 g
(7) 2.02 g (8) 80 g (9) 54 g (10) 51 g (11) 11 g (12) 73 g
(13) 49 g (14) 69 g

- 解説** (1) C の式量は 12 だから、 $12 \text{ g/mol} \times 0.60 \text{ mol} = 7.2 \text{ g}$
(2) Cu の式量は 63.5 だから、 $63.5 \text{ g/mol} \times 2.00 \text{ mol} = 127 \text{ g}$
(3) Na^+ の式量は 23 だから、 $23 \text{ g/mol} \times 0.40 \text{ mol} = 9.2 \text{ g}$
(4) SO_4^{2-} の式量は 96 だから、 $96 \text{ g/mol} \times 0.50 \text{ mol} = 48 \text{ g}$
(5) NaOH の式量は 40 だから、 $40 \text{ g/mol} \times 1.5 \text{ mol} = 60 \text{ g}$
(6) KOH の式量は 57 だから、 $57 \text{ g/mol} \times 0.400 \text{ mol} = 22.8 \text{ g}$
(7) KNO_3 の式量は 101 だから、 $101 \text{ g/mol} \times 0.200 \text{ mol} = 2.02 \text{ g}$
(8) O_2 の分子量は 32 だから、 $32 \text{ g/mol} \times 2.5 \text{ mol} = 80 \text{ g}$
(9) H_2O の分子量は 18 だから、 $18 \text{ g/mol} \times 3.0 \text{ mol} = 54 \text{ g}$
(10) H_2O_2 の分子量は 34 だから、 $34 \text{ g/mol} \times 1.5 \text{ mol} = 51 \text{ g}$
(11) CO_2 の分子量は 44 だから、 $44 \text{ g/mol} \times 0.25 \text{ mol} = 11 \text{ g}$
(12) HCl の分子量は 36.5 だから、 $36.5 \text{ g/mol} \times 2.0 \text{ mol} = 73 \text{ g}$
(13) H_2SO_4 の分子量は 98 だから、 $98 \text{ g/mol} \times 0.50 \text{ mol} = 49 \text{ g}$
(14) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ の分子量は 46 だから、 $46 \text{ g/mol} \times 1.5 \text{ mol} = 69 \text{ g}$

質量(g) = モル質量(g/mol) × 物質量(mol)

モル質量は、原子量・分子量・式量に単位 g/mol をつけた量である。

E

- (1) 2.24 L (2) 67.2 L (3) 33.6 L (4) 44.8 L (5) 8.96 L
(6) 11.2 L

- 解説** (1) 標準状態における気体のモル体積は 22.4 L/mol だから、
 $22.4 \text{ L/mol} \times 0.100 \text{ mol} = 2.24 \text{ L}$
(2) $22.4 \text{ L/mol} \times 3.00 \text{ mol} = 67.2 \text{ L}$
(3) $22.4 \text{ L/mol} \times 1.50 \text{ mol} = 33.6 \text{ L}$
(4) $22.4 \text{ L/mol} \times 2.00 \text{ mol} = 44.8 \text{ L}$
(5) $22.4 \text{ L/mol} \times 0.400 \text{ mol} = 8.96 \text{ L}$
(6) $22.4 \text{ L/mol} \times 0.500 \text{ mol} = 11.2 \text{ L}$

気体の体積(L) = 22.4 L/mol × 物質量(mol)

※標準状態のとき

A

- (1) 0.50 mol (2) 3.0 mol (3) 1.2 mol (4) 1.6×10^{-2} mol

解説 (1) $\frac{3.0 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} = 0.50 \text{ mol}$ (2) $\frac{1.8 \times 10^{24}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} = 3.0 \text{ mol}$
 (3) $\frac{7.2 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} = 1.2 \text{ mol}$ (4) $\frac{9.6 \times 10^{21}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} = 1.6 \times 10^{-2} \text{ mol}$

B

- (1) 0.30 mol (2) 2.0 mol (3) 0.80 mol (4) 1.5 mol
 (5) 2.00 mol (6) 0.25 mol (7) 0.350 mol (8) 0.15 mol
 (9) 0.25 mol (10) 0.75 mol (11) 1.5 mol (12) 0.10 mol
 (13) 1.20 mol (14) 1.5 mol

解説 (1) Mg の式量は 24 だから、 $\frac{7.2 \text{ g}}{24 \text{ g/mol}} = 0.30 \text{ mol}$ ①
 (2) Al の式量は 27 だから、 $\frac{54 \text{ g}}{27 \text{ g/mol}} = 2.0 \text{ mol}$
 (3) C の式量は 12 だから、 $\frac{9.6 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}} = 0.80 \text{ mol}$
 (4) KOH の式量は 56 だから、 $\frac{84 \text{ g}}{56 \text{ g/mol}} = 1.5 \text{ mol}$
 (5) CaCl₂ の式量は 111 だから、 $\frac{222 \text{ g}}{111 \text{ g/mol}} = 2.00 \text{ mol}$
 (6) FeS の式量は 88 だから、 $\frac{22 \text{ g}}{88 \text{ g/mol}} = 0.25 \text{ mol}$
 (7) Ag₂O の式量は 232 だから、 $\frac{81.2 \text{ g}}{232 \text{ g/mol}} = 0.350 \text{ mol}$
 (8) O₂ の分子量は 32 だから、 $\frac{4.8 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = 0.15 \text{ mol}$
 (9) He の分子量は 4.0 だから、 $\frac{1.0 \text{ g}}{4.0 \text{ g/mol}} = 0.25 \text{ mol}$
 (10) CO の分子量は 28 だから、 $\frac{21 \text{ g}}{28 \text{ g/mol}} = 0.75 \text{ mol}$
 (11) H₂O の分子量は 18 だから、 $\frac{27 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 1.5 \text{ mol}$
 (12) HNO₃ の分子量は 63 だから、 $\frac{6.3 \text{ g}}{63 \text{ g/mol}} = 0.10 \text{ mol}$
 (13) HCl の分子量は 36.5 だから、 $\frac{43.8 \text{ g}}{36.5 \text{ g/mol}} = 1.20 \text{ mol}$
 (14) H₂SO₄ の分子量は 98 だから、 $\frac{147 \text{ g}}{98 \text{ g/mol}} = 1.5 \text{ mol}$

$\text{物質質量 (mol)} = \frac{\text{質量 (g)}}{\text{モル質量 (g/mol)}}$

①モル質量は、原子量・分子量・式量に単位 g/mol をつけた量である。Mg の式量は 24 なので、モル質量は 24 g/mol である。

C

- (1) 0.500 mol (2) 0.25 mol (3) 1.50 mol (4) 0.350 mol
 (5) 1.25 mol (6) 0.750 mol

解説 (1) $\frac{11.2 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.500 \text{ mol}$ (2) $\frac{5.6 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.25 \text{ mol}$
 (3) $\frac{33.6 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 1.50 \text{ mol}$ (4) $\frac{7.84 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.350 \text{ mol}$
 (5) $\frac{28.0 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 1.25 \text{ mol}$ (6) $\frac{16.8 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.750 \text{ mol}$

D

- (1) 30 g (2) 3.0×10^{-23} (3) 1.2×10^{23} 個 (4) 28 L (5) 7.0 g
 (6) 5.6 L

解説 ●与えられた量から物質量を求める式を立て、求める量に換算する。①

(1) Caの式量は40だから、 $40 \text{ g/mol} \times \frac{4.5 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} = 30 \text{ g}$
 (2) H₂Oの分子量は18だから、 $18 \text{ g/mol} \times \frac{1}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} = 3.0 \times 10^{-23} \text{ g}$
 (3) Naの式量は23だから、 $6.0 \times 10^{23} / \text{mol} \times \frac{4.6 \text{ g}}{23 \text{ g/mol}} = 1.2 \times 10^{23} (\text{個})$
 (4) $22.4 \text{ L/mol} \times \frac{7.5 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} = 28 \text{ L}$
 (5) N₂の分子量は28だから、 $28 \text{ g/mol} \times \frac{5.6 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 7.0 \text{ g}$
 (6) O₂の分子量は32だから、 $22.4 \text{ L/mol} \times \frac{8.0 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = 5.6 \text{ L}$

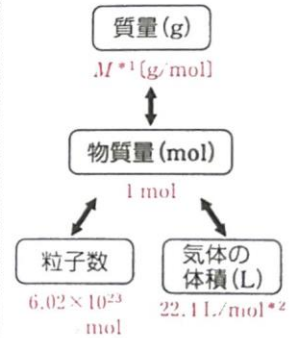
E

- (1) 4.0×10^{12} 個 (2) 3.0×10^{23} 個 (3) 48 g (4) 48 g

解説 (1) $2.0 \times 10^{12} \times 2 = 4.0 \times 10^{12} (\text{個})$ ①
 (2) $6.0 \times 10^{23} / \text{mol} \times \frac{39 \text{ g}}{78 \text{ g/mol}} \times 1 = 3.0 \times 10^{23} (\text{個})$
 (3) Oの原子量は16, H₂Oの分子量は18だから、
 $16 \text{ g/mol} \times \frac{54 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} \times 1 = 48 \text{ g}$
 (4) $16 \text{ g/mol} \times \frac{66 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} \times 2 = 48 \text{ g}$

補足 標準状態における気体の体積は22.4 Lである。これは、気体の種類によらないので、問題で与えられている気体が別の種類でも解答は変わらない。

①粒子数, 質量, 標準状態での気体の体積は, 物質量をもとに互いに換算することができる。



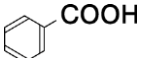
*1 Mはモル質量
 *2 標準状態での量

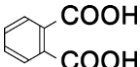
①ある量の水分子H₂Oと、そこに含まれる水素原子Hと酸素原子Oの数の比は、
 H₂O : H : O = 1 : 2 : 1
 なので、粒子数の関係は次のようになる。

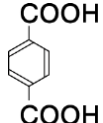
H ₂ O	H	O
1 個	(1×2) 個	1 個
2 個	(2×2) 個	1 個
2.0×10^{12} 個	$(2.0 \times 10^{12} \times 2)$ 個	2.0×10^{12} 個

今回課題解答

[1] 芳香族炭化水素の反応

(解答) トルエン：安息香酸 

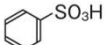
o-キシレン：フタル酸 

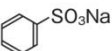
p-キシレン：テレフタル酸 

[解説] ベンゼン環に結合したメチル基は、過マンガン酸カリウムを用いて酸化すると、カルボキシ基に変化する。したがって、トルエンからは安息香酸、*o*-キシレンからはフタル酸、*p*-キシレンからはテレフタル酸が得られる。

また、エチルベンゼンやスチレン、ベンジルアルコールなどを酸化しても安息香酸が得られる。このように、ベンゼン環に直接炭素原子が結合しており、その炭素原子が水素原子をもつ場合、その炭素原子は酸化され、カルボキシ基に変化する。


[2] 芳香族化合物の反応

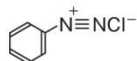
(解答) (1) A ベンゼンスルホン酸 

B ベンゼンスルホン酸
ナトリウム 

C フェノール D アニリン塩酸塩



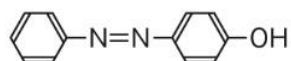
E アニリン 

F 塩化ベンゼン
ジアゾニウム 

(2) (ア) スルホン化

(イ) アルカリ融解

(3) *p*-ヒドロキシアゾベンゼン(*p*-フェニルアゾフェノール)



[解説] (1) A~C ベンゼンに濃硫酸を作用させると、ベンゼンスルホン酸(A)を生じる。これを水酸化ナトリウム水溶液で中和すると、ベンゼンスルホン酸ナトリウム(B)となる。ベンゼンスルホン酸ナトリウムを、融解した水酸化ナトリウムに混合して反応させると、ナトリウムフェノキシドとなる。これを塩酸などの強酸で遊離させると、フェノール(C)が得られる。

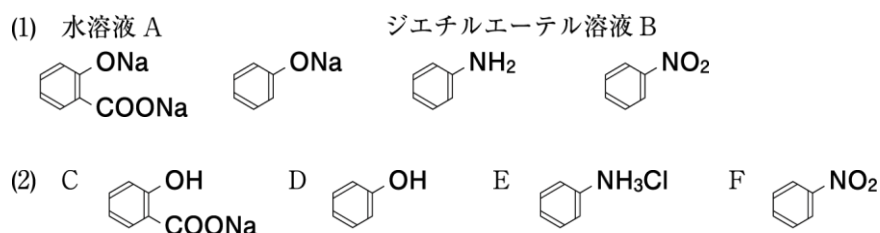
D~F ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸の混合物(混酸)を作用させると、ニトロベンゼンを生じる。これをスズと濃塩酸で還元すると、アニリンの塩酸塩(D)を生じる。アニリン塩酸塩を含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、アニリン(E)が遊離する。アニリンを塩酸に溶かし、冷却しながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると、ジアゾ化がおこり、塩化ベンゼンジアゾニウムになる。

(2) (ア) ベンゼンに濃硫酸を加えてベンゼンスルホン酸にする反応はスルホン化とよばれる。

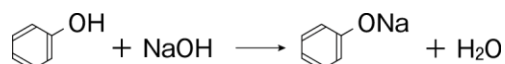
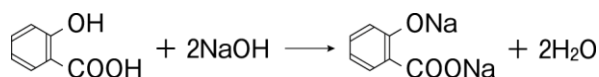
(イ) ベンゼンスルホン酸ナトリウムを、融解させた水酸化ナトリウムに混合すると、ナトリウムフェノキシドを生じる。この反応はアルカリ融解とよばれる。

(3) 塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液にフェノールを溶かした水酸化ナトリウム水溶液を加えると、カップリングがおこり、*p*-ヒドロキシアゾベンゼンを生じる。

[3] 芳香族化合物の分離
(解答)

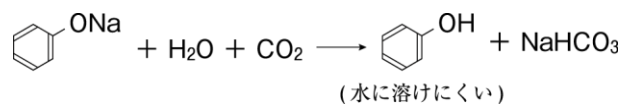
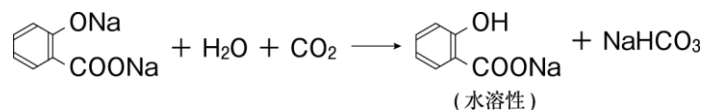


[解説] サリチル酸とフェノールは酸性，アニリンは塩基性，ニトロベンゼンは中性の物質である。この混合溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると，酸性の物質が次のように反応して塩になり，水層に移る。

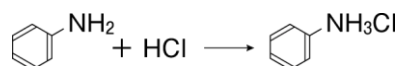


したがって，水溶液 A には，サリチル酸のナトリウム塩とナトリウムフェノキシドが溶けており，ジエチルエーテル溶液 B には，アニリンとニトロベンゼンが溶けている。

水溶液 A に二酸化炭素を通じると， $-\text{ONa}$ が $-\text{OH}$ に変化するが， $-\text{COONa}$ は変化しない。これは，酸性の強さがカルボン酸 $>$ 炭酸 $>$ フェノール類であるためである。



一方，ジエチルエーテル溶液 B に塩酸を加えると，アニリンがアニリン塩酸塩となって水層に移る。



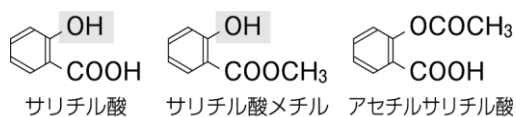
ニトロベンゼンは酸・塩基の性質をもたないので，最後までジエチルエーテル層に残る。

[4] 塩化鉄(III)水溶液による呈色

(解答) アセチルサリチル酸

フェノール性のヒドロキシ基をもたないため。

[解説] サリチル酸, サリチル酸メチルは, 分子内にフェノール性のヒドロキシ基をもち, 塩化鉄(III)水溶液によっていずれも赤紫色を呈する。一方, アセチルサリチル酸は, 分子内にフェノール性のヒドロキシ基をもたず, 塩化鉄(III)水溶液で呈色しない。



サリチル酸 サリチル酸メチル アセチルサリチル酸

■ はフェノール性のヒドロキシ基である。