

理 科
(6枚のうち その1)

受験 番号	番
----------	---

1

(1) ア 鉄鉱石	イ コークス	ウ 石灰石	エ 炭素	オ 銑鉄	カ スラグ
キ 鋼	ク ステンレス鋼	ケ ボーキサイト	コ 熔融塩電解	サ テルミット	シ ジュラルミン
A FeO	B Fe ₃ O ₄	C Fe ₂ O ₃	D CO	E Al ₂ O ₃	F Na ₃ AlF ₆

(2) ①	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$
②	$3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$
③	$\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$

(3) i)	キ	(理由) 硬くて粘り強いため、多くの力がかかる鉄道のレールに適している。
ii)	シ	(理由) 機械的にも強いうえに軽量なため、航空機に適している。
iii)	ク	(理由) 錆に強いため、水を多く使う台所用品に適している。

(4) I	II	III	
Fe ₂ O ₃	Fe ₃ O ₄	FeO	

(5) 濃硝酸と反応させ不動態を形成させる。

(6) 温室効果ガスの一つである CO₂ が排出されないから。

(7) 陽極	$\text{C} + \text{O}^{2-} \rightarrow \text{CO} + 2\text{e}^-$	陰極	$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$
--------	--	----	--

(8)	<p>(解法)</p> <p>Al₂O₃ 生成熱の熱化学方程式: $2\text{Al} + 3/2\text{O}_2 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 1676 \text{ kJ}$</p> <p>Fe₂O₃ 生成熱の熱化学方程式: $2\text{Fe} + 3/2\text{O}_2 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 824 \text{ kJ}$</p> <p>上式から下式を減算すれば、$2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe} + 852 \text{ kJ}$</p> <p>Al 3 mol なので $852 \times 1.5 = 1278$</p> <p style="text-align: right;">答 1.28×10^3 kJ</p>
-----	--

採点欄	
(1)	
(2)	
(3)	
(4)	
(5)	
(6)	
(7)	
(8)	
1	

理 科
(6枚のうち その2)

受験 番号	番
----------	---

2

(1) ア 原子量、相対質量	イ 陽子	ウ 中性子	エ 質量数
-------------------	---------	----------	----------

(2) オ (解法)	<p>原子量の基準値が $^{12}\text{C}=12$ [g/mol]であり、電子の質量は無視できるので、^{12}C の原子核一個の質量(陽子 6個+中性子 6個) は $12/(6.02 \times 10^{23})$ [g]、^{13}C は ^{12}C よりも中性子が一つ多いので、核の質量は $13/12$ 倍になる。以上から、$\{12/(6.02 \times 10^{23})\} \times 13/12 = 2.16 \times 10^{-23}$ [g] となる</p> <p style="text-align: right;">答 <u>2.16 × 10⁻²³</u> g</p>
------------	---

(3) (解法)	<p>生成する CO_2 の平均分子量が 44.83 なので、C に該当する部分の平均分子量は、$44.83 - 32$ (^{16}O の分子量) = 12.83 となる。</p> <p>^{12}C の含まれる割合を $x\%$ とすると、$12 \times x/100 + 13 \times (1 - x/100) = 12.83$</p> <p>上式より $x = 17$ (%)</p> <p style="text-align: right;">答 <u>17</u> %</p>
----------	--

(4) カ 10倍になる	<p>理由</p> <p>凝固点降下度の式 $\Delta t = k_f \cdot m$ (Δt 凝固点降下度、k_f: モル凝固点降下、m: 質量モル濃度)より、$k_f = \Delta t/m$</p> <p>原子量が10倍になると質量モル濃度が10分の1になるため、k_fは10倍になる。</p>
キ 1増加する	<p>理由</p> <p>$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$ であり、1 mol あたりの質量が10倍になるとモル濃度は10分の1になる。そのため、$[\text{H}^+]$は10分の1になり、pHは1増加する。</p>

採点欄	
(1)	
(2)	
(3)	
(4)	
2	

理 科
(6枚のうち その3)

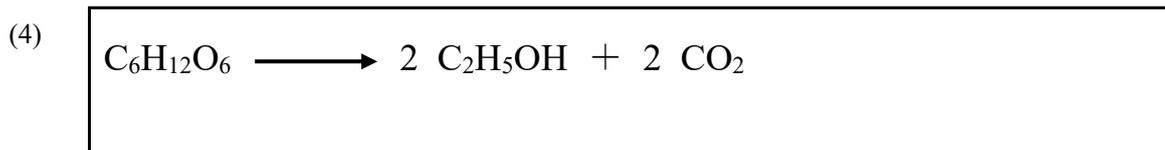
受験 番号	番
----------	---

3

(1) ア アミロース	イ アミロペクチン	ウ アミラーゼ
エ マルトース (麦芽糖)	オ マルターゼ	

(2) アの色 青または濃青	イの色 赤紫
-------------------	-----------

(3) 官能基 ホルミルまたはアルデヒド (基)	溶液の名称 フェーリング (液)
-----------------------------	---------------------



(5) (解法)
 $X \text{ mol マルトース (} C_{12}H_{22}O_{11}, MW342) + H_2O \rightarrow 2 X \text{ mol グルコース (} C_6H_{12}O_6, MW180) \rightarrow 4 X \text{ mol エタノール } C_2H_5OH (MW 46) + 4 CO_2$
 20% アルコール水溶液 500 mL (= 500 cm³) あたりの質量は,
 $500 \text{ cm}^3 \times 0.975 \text{ g/cm}^3 = 487.5 \text{ g}$
 この水溶液中に含まれるエタノールの質量は, $487.5 \text{ g} \times 20 \text{ g/100g} = 97.5 \text{ g}$
 エタノールのモル質量は 46 g/mol なので, $97.5 \text{ g} \div 46 \text{ g/mol} = 2.12 \text{ mol}$
 反応式より, $2.12 \text{ mol} = 4 X$ より, $X = 0.53 \text{ mol}$
 したがって, 必要なマルトースは, $342 \text{ g/mol} \times 0.53 \text{ mol} = 181.26 \text{ g} (\approx 181 \text{ g})$
答 181 g

(6) (理由)
 解答例 1) ファントホッフの法則 ($\pi = CRT$, C:モル濃度, R: 気体定数, T: 絶対温度) より, モル濃度が小さくなるため。
 解答例 2) 溶液の浸透圧 π は, 溶液の体積を V, 溶質の物質量を n とすると, $C=n/V$ より,
 $\pi V=nRT \dots (1)$ ここで, 溶質の質量を w, モル質量 (分子量) を M とすると, $n=w/M$
 より, (1) へ代入すると, $\pi = \frac{wRT}{MV} \dots (2)$
ファントホッフの法則に基づき, グルコースよりも分子量の大きいデンプンやグリコー
ゲンの方が, 同じ質量あたりの物質量は小さいため, 浸透圧 π は低くなるから。

採 点 欄	
(1)	
(2)	
(3)	
(4)	
(5)	
(6)	
3	

理 科
(6枚のうち その4)

受験
番号

番

4

(1)



(2)



(3)

(指示薬)

メチルオレンジ (メチルレッド)

(色の変化)

赤色 \longrightarrow 橙黄色 (赤色 \rightarrow 黄色)

(指示薬の選択理由)

中和反応の終点では、水溶液中に硫酸アンモニウムが存在し、その加水分解により弱酸性となる。そのため、変色域が酸性側にある指示薬を用いる必要がある。

(4)

(解法)

希硫酸中の H_2SO_4 は、 NH_3 と反応すると $(NH_4)_2SO_4$ になり、 $NaOH$ と反応すると Na_2SO_4 になるが、いずれも $Ba(OH)_2$ を加えると $BaSO_4$ となり沈殿する。 $SO_4^{2-} + Ba(OH)_2 \longrightarrow BaSO_4 + 2OH^-$ の反応式から、沈殿した $BaSO_4$ と希硫酸中の H_2SO_4 の物質量は等しいため、 $BaSO_4$ (式量 233) より、次のように算出される。

$$\frac{\frac{0.932}{233} \text{ (mol)}}{0.025 \text{ (L)}} = 0.160 \text{ (mol/L)}$$

答 0.160 mol/L

(5)

(解法)

発生した NH_3 を x (mol) とおくと、

$$\underbrace{1 \times x + 1 \times 0.20 \times \frac{10}{1000}}_{NH_3 \text{ と } NaOH \text{ が受け取る } H^+} = \underbrace{2 \times 0.16 \times \frac{25}{1000}}_{H_2SO_4 \text{ から生じる } H^+} \quad x = 0.006 \text{ (mol)}$$

答 6.00×10^{-3} mol

採点欄

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)

(6)

4

(6)

(解法)

$(NH_4)_2SO_4$ 1mol から NH_3 2mol が生じる。

そのため、混合物の水溶液 50 mL 中に含まれる $(NH_4)_2SO_4$ は、 $\frac{0.006}{2} = 0.003$ (mol)

したがって、初めの混合物に含まれる $(NH_4)_2SO_4$ (式量 132) は次のように算出される。

$$0.003 \times \frac{500}{50} \times 132 = 3.96 \text{ (g)}$$

したがって、混ぜてしまった Na_2SO_4 は、 $5.00 - 3.96 = 1.04$ (g)

$$\frac{1.04}{5.00} \times 100 = 20.8 \text{ (\%)}$$

答 20.8 %

理 科
(6枚のうち その5)

受験
番号

番

5

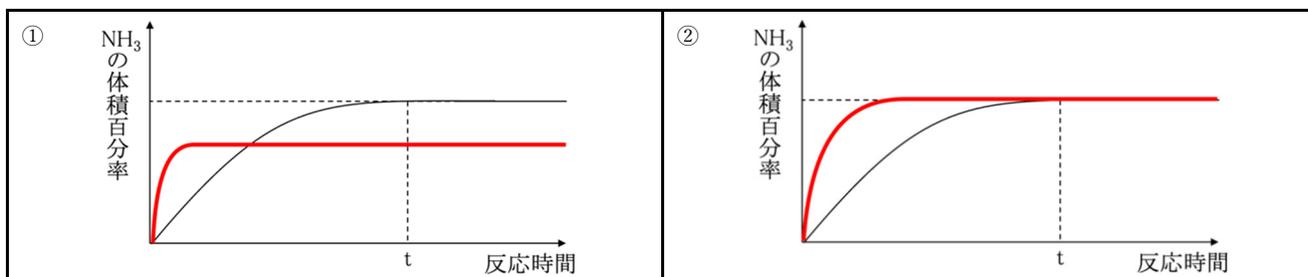
(1)

温度を下げて、圧力を高くする。

(2)

低温では反応の進行に長い時間がかかる（反応速度が小さくなる）ため。
(もしくは、高圧に耐える容器が必要になるため)

(3)



(4)

(解法)

$$\begin{aligned} \text{N}_2 + 3\text{H}_2 &= 2\text{NH}_3 + 92 \text{ kJ より} \\ 92 &= 2 \times 3x - (945 + 3 \times 436) \\ 6x &= 92 + (945 + 3 \times 436) \\ x &= 390.833.. = 3.91 \times 10^2 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

答 3.91×10^2 kJ/mol

(5)

(解法) $\text{N}_2(\text{気}) + 3\text{H}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{気})$

反応前 a b 0
反応後 a-x b-3x 2x

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{a+b-2x}{a+b}$$

$$\frac{P_2}{P_1}(a+b) - (a+b) = -2x \text{ より、} 2x = \left(1 - \frac{P_2}{P_1}\right)(a+b) \quad \left(1 - \frac{P_2}{P_1}\right)(a+b)$$

答

採点欄

(1)	
(2)	
(3)	
(4)	
(5)	
(6)	

(6)

(解法) $\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

アンモニア:硝酸のモル比は 1:1

HNO₃液は密度 1.4 g/cm³が 100 L なので、140 kg

66%より、HNO₃は 92.4 kg

$$\frac{92.4 \times 10^3}{63} = \frac{x}{17} \text{ より、} x = 2.49 \times 10^4 \text{ g}$$

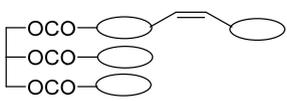
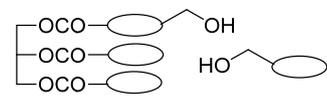
答 2.49×10^4 g

5

理 科
(6枚のうち その6)

受験 番号	番
----------	---

6

<p>(1)</p>	<p>(解法)</p> <p>A 分子量を M、1分子に含まれる二重結合の数を a とする。 $132.9/M \text{ mmol} \times a = 6.72/22.4 \text{ mmol}$ $a = M/443$ よって、$a = 1$ のとき、$M = 443$ $a = 2$ のとき、$M = 886$ $a = 3$ 以上 のとき、$M = 1000$ を超える</p> <p style="text-align: right;">従って、$a = 1$ 又は 2 となる。</p> <p style="text-align: right;">1 個または 2 個</p> <p style="text-align: center;">二重結合の数</p>																
<p>(2)</p>	<p>(解法)</p> <p>実験③の油脂 A の還元的オゾン分解の結果、二価のアルコール F が生じているが、油脂中に二重結合が 1 個だと生じえない (右図参照)。F が生じうるのは二重結合が 2 個以上ある場合のみ (単に、3 成分が生じる実験結果から二重結合が 2 つ以上とも結論できる)</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>油脂Aの二重結合が一つの場合</p>  </div> <div style="margin-right: 20px;"> <p>→</p> </div> <div>  </div> </div> <p style="text-align: right;">2 個</p> <p style="text-align: center;">二重結合の数</p>																
<p>(3)</p>	<p>(解法)</p> <p>高級脂肪酸 C の分子量を N とする。 (1)(2)より油脂 B の分子量は $886+4=890$ 油脂から脂肪酸 3 分子部分を除いて残ったグリセリンの炭化水素部分は分子量 38 よって $3N+38=890$、$N=284$ (高級脂肪酸 C の分子量) 89 mg の油脂 B は 0.1 mmol、油脂 B から生じる高級脂肪酸 C は 0.3 mmol $0.3 \times 284 = 85.2 \text{ mg}$</p> <p style="text-align: right;">答 85.2 mg</p>																
<p>(4)</p> <p>(解法)</p> <p>C : 62%、H : 10.4%、O : 27.6%より C : H : O = 62/12 : 10.4/1 : 27.6/16 $\approx 5.167 : 10.4 : 1.725$ $\approx 9 : 18 : 3$ (I はヒドロキシ酸なので酸素は 3 つ以上)</p> <p style="text-align: right;">答 $C_9H_{18}O_3$</p>	<p>(5)</p> <p>(方法1) 臭素の付加</p> <p>(色) 赤褐色 → 無色透明</p> <p>(方法2) 過マンガン酸カリウムによる酸化</p> <p>(色) 赤紫色 → 無色透明</p>	<table border="1"> <tr> <th colspan="3">採点欄</th> </tr> <tr> <td>(1)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(2)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(3)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(4)</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	採点欄			(1)			(2)			(3)			(4)		
採点欄																	
(1)																	
(2)																	
(3)																	
(4)																	
<p>(6)</p> <p>(F の構造式)</p> <p style="text-align: center;">$HOCH_2CH_2CH_2OH$</p>	<p>(G の構造式)</p> <p style="text-align: center;">$HOCH_2CH(OH)CH_2OH$</p>	<table border="1"> <tr> <td>(5)</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	(5)														
(5)																	
<p>(H の構造式)</p> <p style="text-align: center;">$CH_3(CH_2)_{16}CO_2H$</p>	<p>(I の構造式)</p> <p style="text-align: center;">$HO(CH_2)_8CO_2H$</p>	<table border="1"> <tr> <td>(6)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(7)</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	(6)			(7)											
(6)																	
(7)																	
<p>(7)</p> <p>(A の構造式)</p> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_2-\text{O}-\text{C}-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_3 \\ \\ \text{*CH}-\text{O}-\text{C}-(\text{CH}_2)_{16}-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \\ \\ \text{CH}_2-\text{O}-\text{C}-(\text{CH}_2)_{16}-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ </div>	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> </table>	6															
6																	