必要があれば、次の値を使うこと。

原子量　H　1.0　　C　12　　N　14　　O　16　　Na　23　　Cl　35.5　　Ca　40　　Cu　64

気体は、実在気体とことわりがない限り、理想気体として扱うものとする。

1　各問いに答えよ。

問1　原子半径やイオン半径の大小関係について、正しい場合は①を、誤っている場合は②を選べ。

a　$Na > Na^+$　[1]

b　$Cl > Cl^-$　[2]

c　$Na > K$　[3]

d　$Na^+ > Mg^{2+}$　[4]

e　$Na^+ > F^-$　[5]

問2　カルシウムの結晶の単位格子は面心立方格子である。各問いに答えよ。

a　カルシウムの原子半径を r とすると、単位格子の一辺の長さはどのように表されるか。最も適当なものを解答群から一つ選べ。[6]

① r　② $\frac{2\sqrt{3}}{3}r$　③ $\sqrt{2}\,r$　④ $2r$　⑤ $\frac{4\sqrt{3}}{3}r$　⑥ $2\sqrt{2}\,r$

⑦ $3r$　⑧ $2\sqrt{3}\,r$　⑨ $3\sqrt{2}\,r$

b　カルシウムの結晶の密度は何 g/cm³ か。最も近い数値を解答群から一つ選べ。ただし、カルシウムの原子半径を 2.0×10^{-8}cm、アボガドロ定数を 6.0×10^{23} /mol とする。また、必要ならば、$\sqrt{2}=1.4$、$\sqrt{3}=1.7$、$2.3^3=12$、$2.8^3=22$、$4.5^3=91$、$5.6^3=176$、$6.8^3=314$、$8.4^3=592$ の値を用いよ。　[7] g/cm³

① 1.2　② 1.5　③ 1.8　④ 2.2　⑤ 2.5　⑥ 2.8　⑦ 3.2　⑧ 3.5　⑨ 3.8

問3　温度や体積を任意に調整できる密閉容器を 2 つ用意し、一方の容器には**窒素** 4.0g を、もう一方の容器には**酸素** 4.0g を入れて、それぞれ 27℃、3.0L に調整した。次の各項目の数値について、**窒素**の方が大きい場合は①を、**酸素**の方が大きい場合は②を、等しい場合は③を選べ。

a　分子数(個)　8

b　温度を 27℃に保って、体積を変えて**窒素**と**酸素**の圧力を等しくしたときの体積(L)　9

c　体積を 3.0L に保って、温度を変えて**窒素**と**酸素**の圧力を等しくしたときの温度(℃)　10

d　**窒素**を 3.0L、127℃にしたときの圧力(Pa)と、**酸素**を 1.5L、27℃にしたときの圧力(Pa)　11

2 各問いに答えよ。

問1 水 100g にグルコース $C_6H_{12}O_6$ 5.40g を溶かした水溶液**ア**と、水 200g に塩化ナトリウム 2.34g を溶かした水溶液**イ**を調製した。沸点、凝固点、浸透圧(27℃)が高いのはどちらか。その組み合わせとして最も適当なものを一つ選べ。ただし、水溶液**ア**の体積は 100mL、水溶液**イ**の体積は 200mL とし、電解質は水溶液中で完全に電離するものとする。 12

	沸点	凝固点	浸透圧
①	ア	ア	ア
②	ア	ア	イ
③	ア	イ	ア
④	ア	イ	イ
⑤	イ	ア	ア
⑥	イ	ア	イ
⑦	イ	イ	ア
⑧	イ	イ	イ

問2 中央を素焼き板で仕切った容器に硫酸亜鉛水溶液と硫酸銅(Ⅱ)水溶液を入れ、硫酸亜鉛側に亜鉛電極を、硫酸銅(Ⅱ)側に銅電極を入れて電球をつないでダニエル電池をつくった。各問いに答えよ。

a 正極になるのはどちらの電極か。解答群から一つ選べ。 13

① 亜鉛電極　② 銅電極

b 放電前後の各水溶液中の各イオンの量の変化について正しいものを解答群から一つ選べ。 14

① 硫酸亜鉛水溶液中の亜鉛イオンは増加し、硫酸銅(Ⅱ)水溶液中の銅(Ⅱ)イオンは増加する。

② 硫酸亜鉛水溶液中の亜鉛イオンは増加し、硫酸銅(Ⅱ)水溶液中の銅(Ⅱ)イオンは減少する。

③ 硫酸亜鉛水溶液中の亜鉛イオンは増加し、硫酸銅(Ⅱ)水溶液中の銅(Ⅱ)イオンは増減しない。

④ 硫酸亜鉛水溶液中の亜鉛イオンは減少し、硫酸銅(Ⅱ)水溶液中の銅(Ⅱ)イオンは増加する。

⑤ 硫酸亜鉛水溶液中の亜鉛イオンは減少し、硫酸銅(Ⅱ)水溶液中の銅(Ⅱ)イオンは減少する。

⑥ 硫酸亜鉛水溶液中の亜鉛イオンは減少し、硫酸銅(Ⅱ)水溶液中の銅(Ⅱ)イオンは増減しない。

⑦ 硫酸亜鉛水溶液中の亜鉛イオンは増減せず、硫酸銅(Ⅱ)水溶液中の銅(Ⅱ)イオンは増加する。

⑧ 硫酸亜鉛水溶液中の亜鉛イオンは増減せず、硫酸銅(Ⅱ)水溶液中の銅(Ⅱ)イオンは減少する。

⑨ 硫酸亜鉛水溶液中の亜鉛イオンは増減せず、硫酸銅(Ⅱ)水溶液中の銅(Ⅱ)イオンも増減しない。

c　0.10A で 965 秒間放電した。銅電極の質量の変化量(g)として最も適当な数値を解答群から一つ選べ。ただし、ファラデー定数は 9.65×10^{4} C/mol とする。 15 g

① 0.0　② 0.0080　③ 0.016　④ 0.032　⑤ 0.048　⑥ 0.056　⑦ 0.064

問3　あるヨウ素液に含まれるヨウ素のモル濃度を求めるために、チオ硫酸ナトリウム水溶液を用いて滴定した。このときの反応は、次式で表される。

$I_2 + 2\,Na_2S_2O_3 \rightarrow 2\,NaI + Na_2S_4O_6$

ヨウ素液 10mL をメスフラスコに入れ、標線まで純水を加えて 100mL の希釈液を調製した。そこから 10mL を三角フラスコに入れ、0.10mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定すると、5.0mL で終点に達した。あるヨウ素液に含まれるヨウ素のモル濃度は何 mol/L か。その数値を有効数字 2 桁で次の形式で表すとき、それぞれに当てはまる数字を解答群から一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

16 . 17 $\times10^{-\boxed{18}}$ mol/L

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5　⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⓪ 0

3 次の各問いに答えよ。

問1 ハロゲンに関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a 常温・常圧で、塩素は気体、臭素は液体である。 19

b ハロゲン化水素の沸点は、HF ＜ HCl ＜ HBr ＜ HI の順に高くなる。 20

c 水でぬらしたヨウ化カリウムデンプン紙に塩素を吹き付けると、青色になる。 21

d 塩素は、水と激しく反応して酸素を発生する。 22

問2 ヘリウム、ネオン、アルゴンに関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a 原子の最外殻電子の数は、全て8個である。 23

b 単体はいずれも単原子分子からなり、常温・常圧で気体である。 24

c 単体は反応性が低く、貴ガス（希ガス）とよばれる。 25

d ヘリウムは極低温用の冷却剤として用いられる。 26

e 空気中の存在比（体積%）はネオンが最も大きい。 27

問3 ケイ素に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a ケイ素の結晶は、半導体の原料として用いられる。 28

b ケイ素は地殻中に含まれる元素の中で最も存在比（質量%）が大きい。 29

c ソーダ石灰ガラスは、ケイ砂と炭酸ナトリウムと炭酸カルシウムの混合物を融解してつくられる。 30

d シリカゲルは潮解性があり、乾燥剤として用いられる。 31

問4　アルミニウムに関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a　アルミニウムを希塩酸に加えると水素を発生して溶ける。 32

b　アルミニウムを濃い水酸化ナトリウム水溶液に加えても溶けない。 33

c　アルミニウムを粉末にして点火すると強く発光して燃焼する。 34

d　酸化アルミニウムは水によく溶けて、その水溶液は強い塩基性を示す。 35

問5　金属と酸の反応に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a　亜鉛を濃硝酸に加えると不動態になって反応が進まない。 36

b　鉄を濃硝酸に加えると不動態になって反応が進まない。 37

c　銅を濃塩酸に加えると不動態になって反応が進まない。 38

d　銅を濃硝酸に加えると気体を発生して溶ける。 39

4 次の各問いに答えよ。

問1 アルカンに関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a 水に溶けにくい。 40

b 炭素数が5個以下のものは付加反応をする。 41

c 炭素数が4個以上のものには構造異性体が存在する。 42

d 炭素数が6個以下のものは常温・常圧における状態は、全て気体である。 43

問2 油脂に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a 分子内にエステル結合が存在する。 44

b 水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、加水分解によりエタノールと脂肪酸のナトリウム塩が生じる。 45

c けん化価の大きい油脂ほど、平均分子量が大きい。 46

d ヨウ素価の大きい油脂は、二重結合を多く含むので空気中で固化しやすく、乾性油とよばれる。 47

問3 芳香族化合物に関する記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a トルエンはシンナーの主成分であり引火性が強い。 48

b アニリンにさらし粉水溶液を加えると赤紫色を呈する。 49

c アセチルサリチル酸は芳香を持つ常温で液体の物質で湿布薬に用いられる。 50

d サリチル酸メチルの水溶液に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると紫色を呈する。 51

問4 糖に関する記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a グルコースをアルコール発酵させると、エタノールと二酸化炭素が生じる。 52

b 鎖状構造のフルクトースは、ケトン基をもつ。 53

c マルトースを加水分解すると、グルコースとフルクトースが1：1で得られる。 54

d スクロースの水溶液は、還元性を示さない。 55

問5　タンパク質に関する記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a　タンパク質水溶液に水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると赤紫色になる。この反応をニンヒドリン反応という。 56

b　タンパク質水溶液に少量の濃硝酸を加えて加熱すると黄色になる。この反応をキサントプロテイン反応という。 57

c　酵素は基質特異性があり、様々な物質に対し広く触媒作用をもつ。 58

d　酵素が最もよく働く温度を最適温度とよび、それより高温になると多くの酵素は変性し働きが弱くなる。 59

5　次の**実験**について各問いに答えよ。ただし、**実験**はすべて 25℃で行われたものとする。また、必要があれば $\log_{10}2=0.30$、$\log_{10}3=0.48$ を用いてもよい。

実験　0.10mol/L の酢酸水溶液 10mL に 0.20mol/L の酢酸ナトリウム水溶液 10mL を加えると、混合溶液の体積は 20mL になり、その pH は 5.00 であった。

問１　**実験**の混合溶液中の酢酸と酢酸イオンのモル濃度はそれぞれ何 mol/L か。最も適当な数値を解答群から一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。なお、酢酸は次の**式 i** で表される電離平衡になっているが、左に平衡移動していてほとんど電離していないと考えてよい。また、酢酸ナトリウムは次の**式 ii** で表されるように完全に電離しているものとする。

酢酸 [60] mol/L、酢酸イオン [61] mol/L

式 i　$CH_3COOH \rightleftarrows CH_3COO^- + H^+$

式 ii　$CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$

① 0.010　② 0.020　③ 0.050　④ 0.10　⑤ 0.20　⑥ 0.50

問２　酢酸の電離定数は何 mol/L か。その数値を有効数字 2 桁として次の形式で表すとき、それぞれに当てはまる数字を解答群から一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよいが、[62] と [64] には ⓪ を選ぶことはできない。

[62] . [63] $\times 10^{-[64]}$ mol/L

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5　⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⓪ 0

6 各問いに答えよ。

問1 **図1**は有機化合物の元素分析を行うための装置である。

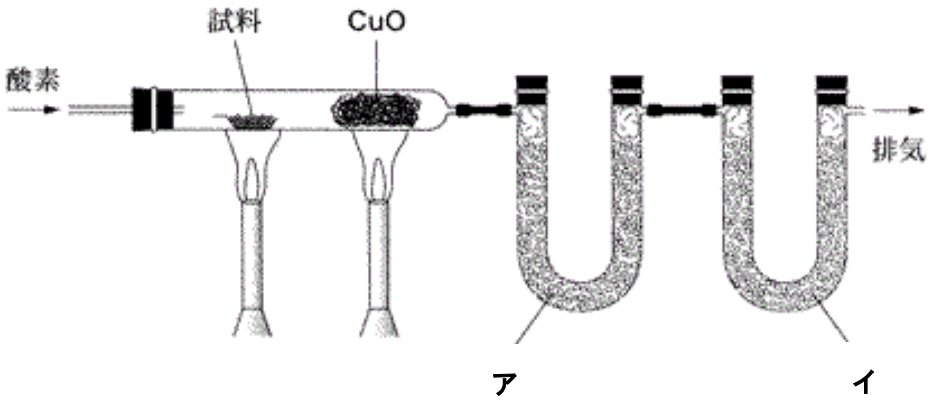

図1

a **図1**の装置の**ア**、**イ**に入れる試薬として最適なものを一つずつ選べ。**ア**：65 **イ**：66

① 塩化カルシウム ② 炭酸カルシウム ③ 塩化ナトリウム ④ ソーダ石灰

⑤ 硫酸マグネシウム ⑥ 酸化マグネシウム

b **図1**の装置を用い、十分な酸素を通じて、5.5gの**炭化水素A**を完全燃焼させたところ、**ア**の試薬が9.0g、**イ**の試薬が16.5g増加した。**炭化水素A**の組成式をC_mH_nとすると、mとnの値として最適なものを一つずつ選べ。 m：67 n：68

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⓪ 0

問２　分子式が $C_4H_8O_2$ である**化合物Ｂ**がある。**化合物Ｂ**は水酸化ナトリウム水溶液中でヨウ素と反応し、黄色結晶（ヨードホルム）を生成した。また、**化合物Ｂ**は金属ナトリウムとは反応せず、中性の化合物である。**化合物Ｂ**の示性式として最も適当なものを下から選べ。 69

① $HCOOCH_2CH_2CH_3$　② $HCOCH_2OCH_2CH_3$　③ $HCOCH_2CH_2OCH_3$

④ $HCOCH_2CH_2CH_2OH$　⑤ $CH_3COOCH_2CH_3$　⑥ $CH_3COCH_2OCH_3$

⑦ $CH_3COCH_2CH_2OH$　⑧ $CH_3CH(OH)COCH_3$　⑨ $CH_3CH(OH)CH_2CHO$