

平成 21 年度入学者選抜学力検査問題

(前期日程)

化 学

学類によって解答する問題が異なります。

指定された問題だけに解答しなさい。

学 域	学 類	解 答 す る 問 題
人間社会学域	学校教育学類	I, II, III, IV (4問)
理工学域	数物科学類 物質化学類 環境デザイン学類 自然システム学類	I, II, III, IV, V, VI (6問)
医薬保健学域	医学類 薬学類・創薬科学類 保健学類	I, II, III, IV (4問)

(注 意)

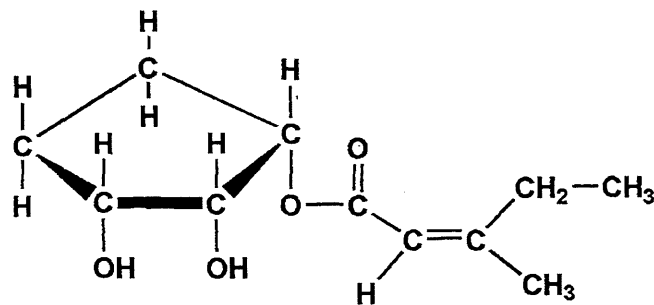
- 1 問題紙は指示のあるまで開かないこと。
- 2 問題紙は本文 14 ページであり、答案用紙は、学校教育学類、医学類、薬学類・創薬科学類、保健学類は 4 枚、数物科学類、物質化学類、環境デザイン学類、自然システム学類は 6 枚である。
- 3 VI の選択問題は、解答する問題を決めたあと、その問題番号の解答欄に解答すること。(選択問題の両方に解答した場合は、いずれの解答も採点の対象外とする。)
- 4 答えはすべて答案用紙の指定のところに記入すること。
- 5 問題紙と下書き用紙は持ち帰ること。

解答にあたり、必要であれば以下の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 [\text{Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})]$

必要であれば構造式は下図の例にならって記せ。



I [学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

元素A～Eは、すべて周期表の第3周期に属する元素である。元素Aの単体は、常温で黄緑色の刺激臭のある気体で、強い酸化力をもつ。また、水と反応して ア と イ を生じる。^(a) 元素Bの単体は金属光沢をもつ結晶で、柔らかく、融点が高い。この物質は、^(b) ウ 色の炎色反応を示し、常温で水と激しく反応する。元素Cは、岩石や土の成分として広く天然に存在し、地殻に含まれる元素の割合は、エ について2番目に大きい。元素Cの単体は、天然には存在しないが酸化物を還元すると得られる。元素Dの単体は、酸とも強塩基とも反応し オ を発生する。^(c) ^(d) このような元素は、カ 元素と呼ばれる。元素Eの単体は、火山周辺で産出するほか、石油の精製工程で副生成物として得られる。この物質には、キ , ク , ケ などの同素体が存在する。

問 1 ア ~ ケ に入る適切な語句を記せ。

問 2 元素 A~E の水素化合物の化学式を記せ。

問 3 下線部(a)について、周期表で元素 A と同じ族に属する第 2 周期~第 5 周期元素の単体を酸化力の大きい順にならべ、化学式で記せ。

問 4 下線部(b)について、元素 B の単体は一辺の長さ a [cm] の体心立方格子をもつ結晶である。原子の原子量を M 、アボガドロ定数を N_A [/mol] として、原子半径 [cm] を表わす式を求めよ。

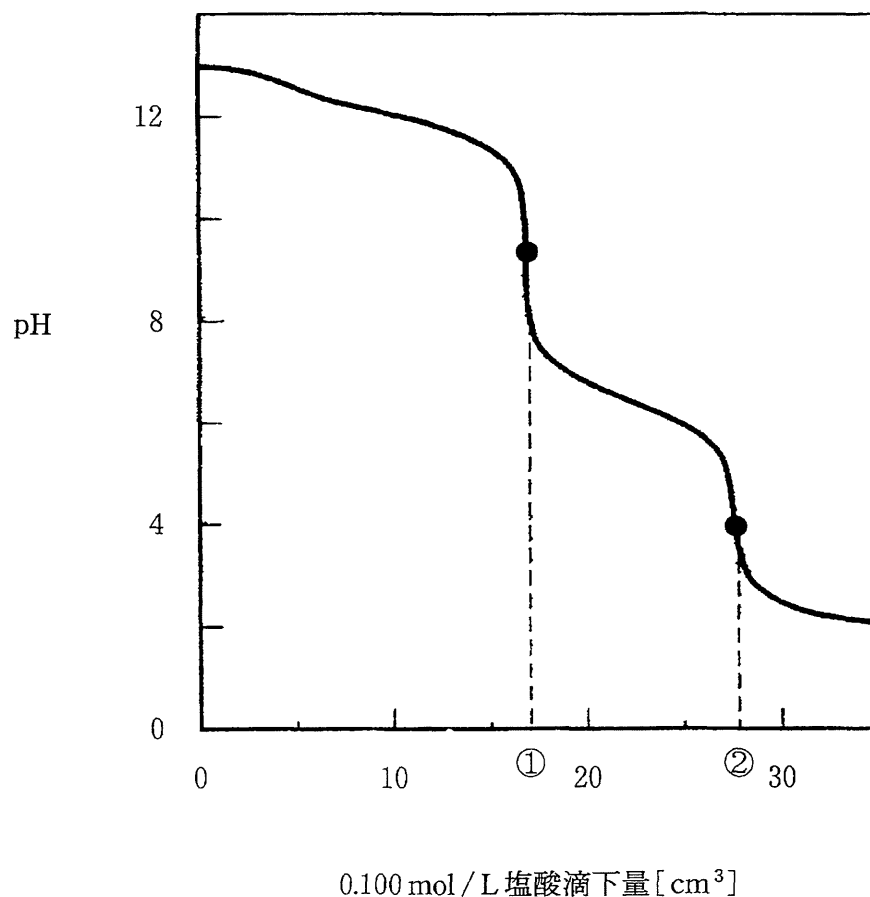
問 5 下線部(c)について、コークスを還元剤とするときの反応を化学反応式で記せ。

問 6 下線部(d)について、元素 D の単体と塩酸および水酸化ナトリウム水溶液との反応を化学反応式で記せ。

Ⅱ [学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

次の文章を読み, 問1～問5に答えよ。

炭酸ナトリウムと水酸化カリウムの混合水溶液Pがある。pHメーターを用いた中和滴定によって, それぞれの濃度を求める実験を以下のように行った。100 cm³のビーカー中に10 cm³の混合水溶液Pを ではかりとり, 蒸留水40 cm³を加えて, pH電極をセットし, かくはんしながら, 50 cm³の から0.100 mol/L塩酸を加え, 塩酸滴下量とpHをそのつど記録した。横軸が滴下量, 縦軸がpHのグラフを作成したところ, 下記の滴定曲線が得られた。



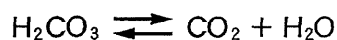
問 1 と に入る適切な器具の名称を記せ。

問 2 pH 6 の滴定溶液に存在するイオンのうち、最も多い陰イオン 2 種を化学式で記せ。

問 3 図の滴定曲線において、中和点①は 17.0 cm^3 、中和点②は 28.0 cm^3 であった。水溶液 P の炭酸ナトリウムと水酸化カリウムのモル濃度を有効数字 2 桁で、それぞれ求めよ。計算過程も示せ。

問 4 ここで用いた滴定装置を使って、ある塩酸の濃度を求めたい。濃度を定めるための一次標準溶液の調製に用いる試薬は何が適切か。物質名を記せ。

問 5 濃い炭酸ナトリウム水溶液に濃塩酸を加えると泡が発生する。これは中和反応以外に次の平衡があることを示している。



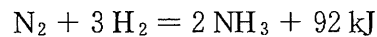
これについて以下の問いに答えよ。

0.900 mol/L 炭酸ナトリウム溶液 90.0 cm^3 に濃塩酸 20.0 cm^3 を加えたところ、 27°C 、 $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ 下、 2.00 L の二酸化炭素ガスが発生した。上の平衡式が成りたっているものとして炭酸のモル濃度 $[\text{H}_2\text{CO}_3]$ を有効数字 2 桁で求めよ。計算過程も示せ。ただし、塩酸を加えることによってすべての炭酸ナトリウムは炭酸になり、二酸化炭素ガスは理想気体であり、水に溶解しないものとする。

Ⅲ [学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

次の文章を読み, 問1～問6に答えよ。

化学物質の合成法は, 一般的に, 工業的な規模で行う場合と実験室で行う場合で異なる。アンモニアは工業的には, 窒素と水素を触媒中^(a)で高温(約500℃), 高压^(b)(約 2×10^7 Pa)で反応させて合成する。この反応は, 以下の熱化学方程式で示される。



この合成法は, アンモニアの生成に対して(発熱反応, 吸熱反応)^(c)であるので, 化学平衡の観点から高温(約500℃)で反応させることはアンモニア生成に関して(有^(d)利, 不利)になっている。

一方, 実験室においてアンモニアは塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱して得られる。塩化アンモニウムは(ア)塩基の塩であり, 水酸化カルシウムは(イ)塩基である。この反応では, (ア)塩基である(ウ)と(イ)塩基の塩である(エ)ができる。さらに, 生成した(ウ)と平衡にあるアンモニアが気体となって系外にでる。これがこの反応を進行させる要因のひとつである。

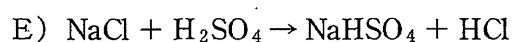
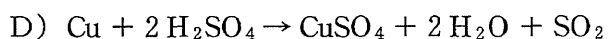
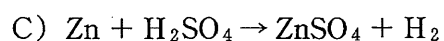
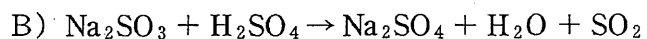
問1 下線部(a)の触媒の主成分となる化合物は何か。物質名と化学式を記せ。

問2 下線部(b)のようにアンモニアを高压で合成するのはなぜか。簡潔に説明せよ。

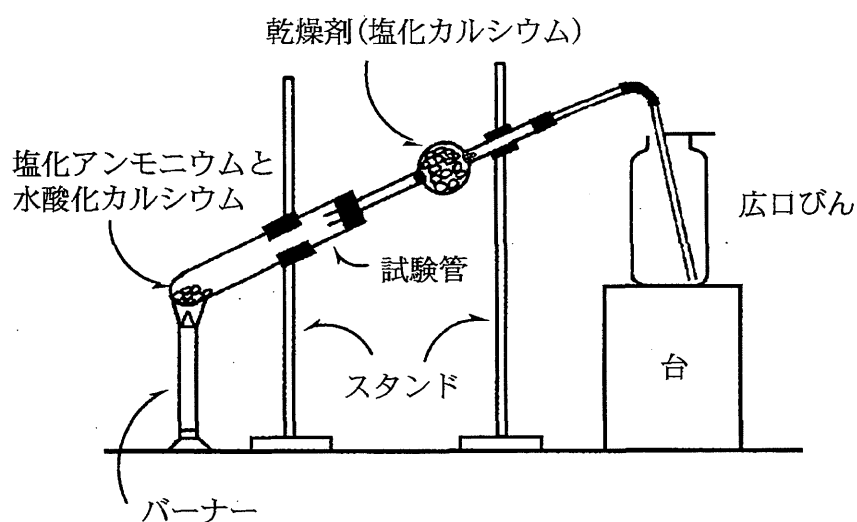
問3 下線部(c)と(d)において適切な語句を選べ。

問4 (ア)～(エ)に入る適切な語句を記せ。

問 5 以下のA) ~E) の反応式は実験室での気体の製法を示す。上述の実験室でのアンモニア合成と反応の原理が同じものを2つ選び、記号で記せ。

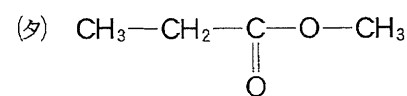
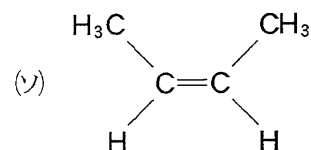
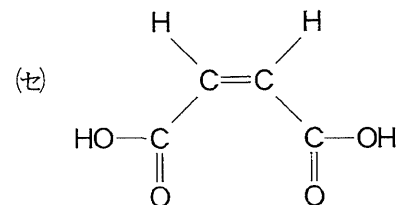
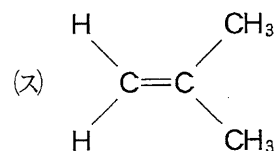
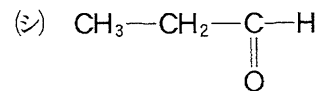
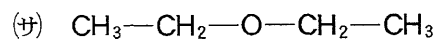
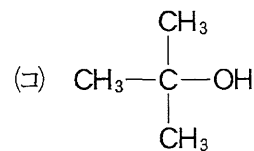
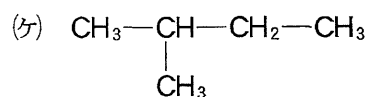
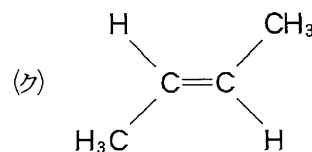
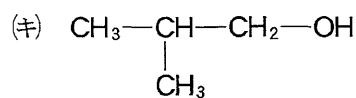
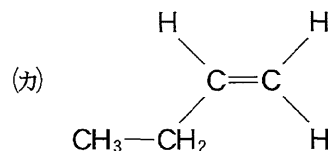
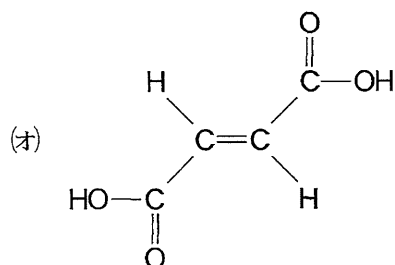
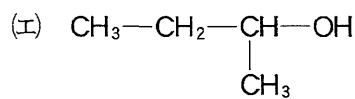
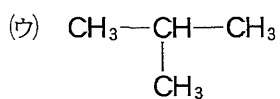
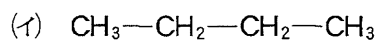
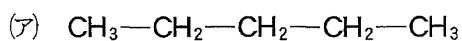


問 6 実験室のアンモニア合成を下図のような装置で行った。実験方法として不適切な点があれば文章で記せ。不適切な点がない場合は「ない」と答え、不適切な点が複数ある場合は箇条書きにせよ。



IV [学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

次の文章は, (ア)~(タ)のいずれかの化合物の性質を述べたものである。問1~問6に答えよ。



化合物 A は第三級アルコールであり，脱水すると化合物 B を生じる。また，化合物 C は，化合物 A と同じ分子式をもつ物質のうち最も沸点が低い。化合物 D は，160 °C に加熱すると容易に 1 分子の水を失う。化合物 E は，酸を加えて加熱すると加水分解される。化合物 F は，沸点が最も高いアルカンである。化合物 G の水溶液に，ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を少量加えて温めると，特有の臭気をもつ 黄色結晶が生じる。

問 1 化合物 A～G を(ア)～(イ)の中から選び，記号で記せ。

問 2 下線部(a)によって生じる化合物の名称と構造式を記せ。

問 3 下線部(b)の化合物の名称と化学式を記せ。

問 4 銀鏡反応を示す化合物を，(ア)～(イ)の中から選び，その記号と化合物の名称を記せ。

問 5 光学異性体が存在する化合物を，(ア)～(イ)の中から選び，その記号と化合物の名称を記せ。

問 6 幾何異性体の関係にある 2 つの化合物を，(ア)～(イ)の中から選び，その組み合わせを記号ですべて記せ。

V [数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類]

以下の A および B の問いに答えよ。

A. 次の文章を読み, 問 1 ~ 問 3 に答えよ。

天然に存在する塩素原子には ^{35}Cl と表記される種類が $x[\%]$ と, ^{37}Cl と表記される種類が $y[\%]$ 存在する。(ただし, $x + y = 100$ とする。)ここで元素記号の左上の数字は(ア)を表す。 ^{35}Cl と ^{37}Cl は原子核中の(イ)が同じで(ウ)が異なる原子を表し(エ)と呼ばれ, x や y は(オ)と呼ばれる。実際の化学反応において(エ)は同じ挙動を示すので, (ア)が である塩素原子として取り扱える。塩素原子が 2 つ結合した塩素分子では, 塩素原子の(エ)が 2 種類存在するので, 質量の違う分子が 3 種類存在する。これらの存在は, 質量分析計で確認できる。

問 1 (ア) ~ (オ)に入る適切な語句を記せ。

問 2 x と y を用いて に入る適切な式を記せ。

問 3 下線部において, 3 種類の塩素分子の化学式を ^{35}Cl と ^{37}Cl を使って記せ。

また, それぞれの分子の存在する確率を, x と y を用いた式で記せ。

B. 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

金属原子が規則正しく配列した結晶を金属結晶という。金属結晶では、金属原子から放出された(ア)は、すべての金属原子に共有されている。このような(ア)を特に(イ)という。

陽イオンと陰イオンが交互に規則正しく配列した結晶をイオン結晶という。イオン結晶は、イオン間の結合力が強いので、一般に融点の高いものが多い。また、結晶では電気を通さないが、(ウ)すると電気を通す。

分子が規則正しく配列してできた結晶を分子結晶という。このとき分子は(エ)で引き合う。一般に、分子結晶は柔らかく、融点が高い。

共有結合によって原子が規則正しく配列してできた結晶を共有結合の結晶という。共有結合の結晶は、融点が極めて高いものが多い。

問1 (ア)～(エ)に適切な語句を記せ。

問2 下線部について、イオン間の結合力の強さを決めるイオンの性質を2つ記せ。

問3 次の(a)～(f)の記述のうち、分子結晶を形成する物質に関する記述を2つ選び、記号で記せ。また、その物質名と分子式をそれぞれ記せ。

- (a) 海水の塩分の15%ほどを占めており、豆腐を固めるにがりの成分である。
- (b) 難溶性の白色結晶で、胃のX線検査で造影剤として使用される。
- (c) 固体状態の物質は冷却剤として使われ、常温・常圧で昇華し、その気体の増加は地球温暖化の一因とされている。
- (d) 無色透明の結晶で電気を通さず、物質の中で最も硬い。
- (e) コールタールから得られる白色結晶で、特有の芳香臭をもち、防虫剤として使用される。
- (f) 鉍石(ボーキサイト)を精錬して得られる銀白色の光沢をもつ物質である。

VI [数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類]

①②のうち一方を選択し, その問題番号の解答欄に解答せよ。(両方の問題に解答した場合は採点の対象外とする)

① 次の文章を読み, 問1～問6に答えよ。

生体を構成する物質Aは, 窒素原子を含む環状構造の塩基, 炭素数5の糖,
(a)
リン酸が結合した繰返し単位からなる。この物質のなかには, 細胞の核内で染色
体の成分となるものや, 核内で転写されリボソームに移動するものがある。

生体を構成する物質Bは, あらゆる細胞中に存在し, 生命活動の中心的役割
をになう物質である。この物質は多数の α -アミノ酸が結合することによりでき
(b)
ている。この結合は, α -アミノ酸の分子間でアミノ基とカルボキシル基とが脱
(c)
水縮合して生じるアミド結合である。

生体を構成する物質Cには, 体内に貯蔵されるもの, エネルギー源として使
われるもの, あるいは, 植物の細胞壁の主成分となるものがある。

生体を構成する物質Dは, 生体内でのエネルギー貯蔵物質, 生体膜の構成成
分, 生体表面の保護層, あるいは, ホルモンとしてはたらいている。

問1 生体を構成する物質A～Dの物質名を記せ。

問2 下線部(a)の塩基のうち水素結合で対をつくるものを一組選び, それぞれの
化合物の名称を記せ。

問3 下線部(b)の α -アミノ酸に, ある物質を加えてあたためると青紫色～赤紫
色になる。この物質名を記せ。

問4 下線部(c)の結合を特に何というか。その名称を記せ。

問 5 物質 C について、以下の(1)~(3)の問いに答えよ。

- (1) 物質 C のひとつに、 α -グルコースがある。 α -グルコースの構造式を記せ。
- (2) 物質 C のひとつに、 α -グルコースが脱水縮合したアミロースがある。その分子量を 8.10×10^4 とすると、アミロースは約何分子の α -グルコースからできているか。有効数字 2 桁で求めよ。
- (3) 生体内に吸収されたグルコースは、細胞内で酸化され、大量のエネルギーが発生する。5.4 g のグルコースが完全に酸化されると 84 kJ のエネルギーが発生する。グルコースの酸化反応の熱化学方程式を記せ。

問 6 次の文章を読み、問いに答えよ。

物質 B, C, D には、生体内でエネルギー源としてはたらくものがある。生物は、食物として摂取したこれらの物質を分解し、このとき発生したエネルギーを としていったん保存する。生体内でエネルギーを必要とする反応が起こるときには、 が分解されエネルギーが供給される。

に入る語句を記せ。また、この物質について、正しい記述を下の a~e からすべて選び、その記号を記せ。

- a. 分子内にカルボニル基をもつ。
- b. 分子内に高エネルギーリン酸結合をもつ。
- c. 分子内にグルコースを含む。
- d. 分子内にデオキシリボースを含む。
- e. 分子内にリボースを含む。

② 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

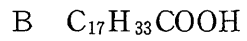
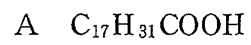
油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、分解され、脂肪酸のナトリウム塩である **ア** と **イ** が生じる。**ア** の水溶液は、弱い **ウ** 性を示し、**エ** 溶液を加えると赤変する。また、**ア** の水溶液は、繊維などの固体表面を水にぬれやすくする。このような作用を示す物質を界面活性剤という。界面活性剤は、水溶液中では、油になじみやすい **オ** 性部分を内側に、水になじみやすい **カ** 性部分を外側にし、多数集まって集団を形成する。このような集団を **キ** という。また、油脂は水に溶けにくいですが、**ア** の水溶液を加えると、**ア** の **オ** 性部分に囲まれ、細かい粒子になって水の中へ分散し、一様な乳濁液になる。この作用を **ク** 作用という。**ア** は **ケ** イオンなどを多く含む水の中では、難溶性の塩を生じる。

問1 **ア** ～ **ケ** の中に適切な語句を記せ。

問2 **ク** 作用により油脂は水の中でどのような形で存在するか記せ。ただし、界面活性剤の **オ** 性部分を—で、**カ** 性部分を○で、また、油脂を●で記せ。

問3 油脂 750 g に水酸化ナトリウム水溶液を加えて完全に下線部の反応を行うのに必要な水酸化ナトリウムは 100 g であった。この油脂の平均分子量を有効数字 2 桁で求めよ。

問 4 以下の(1)~(2)の問いに答えよ。



(1) 室温(25℃)において、物質Aを多く有する油脂であるひまわり油は液体であるが、物質Bを多く有する油脂である牛脂は白色の固体である。

この油脂の状態の違いが生じる理由を記せ。

(2) 物質A, Bの名称をそれぞれ記せ。