

令和6年度入学試験問題

理 科

(前期日程)

医 学 部
工 学 部
農 学 部

科 目	ページ	解答用紙枚数	選択方法
物 理	1～12	3	左の科目のうちから、受験票に記載している科目の問題を選択し、解答しなさい。(医学部志望者は、2科目を選択し、解答しなさい。)
化 学	13～21	4	
生 物	22～34	4	

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子は34ページあります。
3. すべての解答用紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。受験番号が正しく記入されていない場合は、採点できないことがあります。
4. 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入しなさい。
5. 物理には、下書き用紙が1枚あります。
6. 試験中に問題冊子および解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁および汚損等がある場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
7. 試験終了後、問題冊子および下書き用紙は持ち帰りなさい。

化 学

- ・問題を解くために必要であれば、以下の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, S = 32, K = 39,

Ca = 40

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

水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$

$\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 7 = 0.85$, $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$,

$\sqrt{5} = 2.24$

- ・気体はすべて理想気体として取り扱えるものとする。
- ・字数を指定している設問の解答では、数字、アルファベット、句読点、括弧、記号はすべて1文字とする。例えば、以下の下線部の語句では $^{35}\text{Cl}_2$ は5文字、C-H結合 は5文字と数える。

1 固体に関する以下の文章を読み、下記の各問に答えよ。

固体は、一定の形をもつ特徴がある。一般に、原子、分子、イオンなどの粒子が規則正しく配列した構造をもつ固体を結晶という。一方、粒子の配列が規則的でない固体を a という。結晶は、構成する原子、分子、イオンなどの種類と結合のしかたによって、金属結晶、イオン結晶、分子結晶、共有結晶の4種類に分類される。これら4種類の結晶は、金属結合、イオン結合、分子間力、共有結合によって配列または構成されている。

金属結合は、b の集まりで、隣接した b の最外電子殻が重なりあい、価電子が全ての b で共有されて生じる結合をさす。

① イオン結合は、陽イオンと陰イオンが c で結びついた結合をさす。

分子間力は、分子間にはたらく比較的弱い力を総称しており、いくつかの種類がある。その中で、d は、極性分子間の c や無極性分子間の弱い引力をさす。
②

共有結合は、2 個の原子の間で、それぞれの原子に所属する価電子を出しあって、両方の原子で共有してできる結合をさす。

問 1 空欄 a ～ d に入る最も適切な語句を記せ。

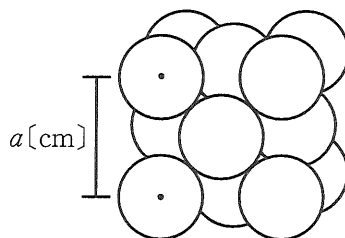
問 2 下線部①の別称を記せ。

問 3 下線部②は分子間にはたらく比較的弱い引力を総称している。分子量が大きいと、この引力はどうなるか、理由を含めて 80 字以内で記せ。

問 4 以下に示す物質の結晶の結合のしかたは、金属結合、イオン結合、分子間力、共有結合のどれに属するか、化学式で記せ。

Al, C (黒鉛), CaCl_2 , Fe, H_2O , I_2 , NaCl, SiO_2

問 5 右図は、ある金属結晶の面心立方格子の構造を示す。単位格子の一辺の長さが $a[\text{cm}]$ 、モル質量が $M[\text{g/mol}]$ 、アボガドロ定数が $N_A[\text{/mol}]$ である。この金属の密度 $d[\text{g/cm}^3]$ を a , M , N_A を使って表せ。



2 アンモニアに関する以下の文章を読み、下記の各問に答えよ。

アンモニアは、1つの窒素原子に3つの水素原子が共有結合した三角錐形の分子構造を持つ、無色で刺激臭のある気体である。窒素原子は、3つの水素原子の電子を共有することにより 原子と同じ電子配置になっている。窒素原子と水素原子の共有電子対は、窒素原子の が水素原子よりも大きいために窒素原子側に強く引き寄せられていることから、アンモニア分子は 分子である。このため、アンモニア分子間には、 結合が作用しており、同族元素の水素化物に比べて沸点や融点が高くなっている。

アンモニア分子中の 電子対は、水素イオンや金属イオンなどの陽イオンとの結合に使われる。このような結合を 結合という。アンモニア分子などが金属イオンと 結合して生じる複雑な組成のイオンは、 とよばれる。

アンモニアは、実験室では、塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを混合したものを加熱して発生させる。発生した気体には水も含まれるため、乾燥剤を通過させ^①後に捕集する。アンモニアの物質量は、濃度と体積が正確にわかっている希酸水溶液にアンモニアを吸収させ、残っている酸の物質量を中和滴定により求めて決定^②できる。

また、アンモニアは水に非常に溶けやすく、水溶液は塩基性を示す。一方、弱塩基の塩である 塩化アンモニウムの水溶液は、^③酸性を示す。アンモニア水溶液と塩化アンモニウム水溶液を一定の比率で混合した溶液は、酸や塩基を少々加えても溶液のpHはほとんど変化しない。このような溶液を という。

問1 例にならってアンモニア分子を電子式で記せ。[例 $\text{H}:\text{H}$]

問2 空欄 ～ に当てはまる適切な語句を記せ。

問 3 下線部①に適する乾燥剤を下から選び、記号で答えよ。また、アンモニアの捕集方法の名称を記せ。

- (ア) 十酸化四リン(五酸化二リン) (イ) 塩化カルシウム
(ウ) ソーダ石灰 (エ) 濃硫酸

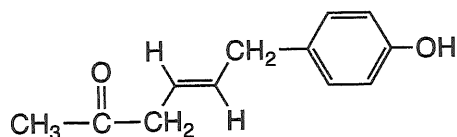
問 4 下線部②に関して、捕集したアンモニアを 0.60 mol/L の硫酸 100 mL に吸収させた。この硫酸 100 mL を 0.50 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ、中和に 40.0 mL を要した。捕集容器に入っていたアンモニアの体積は、0℃、 1.013×10^5 Pa で何 L か、有効数字 2 桁で求めよ。

問 5 下線部③に関して、水 100 mL に一定量のアンモニアを吹き込んだ後に溶液の質量を測定したところ 1.70 g 増加していた。このアンモニア水溶液の全量をメスフラスコにて 200 mL とした溶液の pH を小数第 1 位まで求めよ。アンモニアの電離度 α は、 2.0×10^{-3} とし、計算過程も記せ。

問 6 下線部④の理由について、電離平衡のイオン反応式を用いて説明せよ。

3 次の文章を読み、下記の各問に答えよ。ただし、構造式は例にならって記せ。

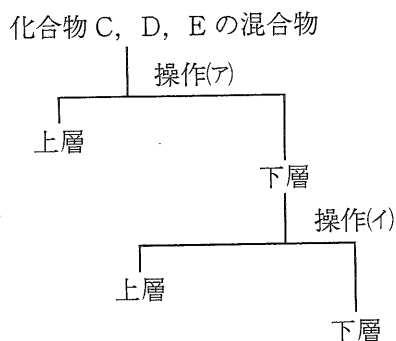
構造式の例：



分子式 $\text{C}_{13}\text{H}_{10}\text{O}_2$ で表されるエステル A と、分子式 $\text{C}_{11}\text{H}_{14}\text{O}_2$ で表されるエステル B の混合物がある。エステル A と B の構造中に三重結合はなく、環状構造を含む場合は、ベンゼン環を持つものとする。この混合物を用いて以下の実験を行った。

実験 1：エステル A と B の混合物に酸を加え、加水分解したところ、エステル A と B は完全に反応して無くなり、3 種類の化合物 C, D, E からなる混合物が得られた。

実験 2：実験 1 で得られた化合物 C, D, E の混合物を分液漏斗^{ろうと}に入れ、下図の操作により分離した。操作(ア)により得た上層からは化合物 C が得られた。一方、下層に対しさらに操作(イ)を行ったところ、上層から化合物 D が、下層からは化合物 E のナトリウム塩が得られた。



操作(ア)：十分な量の水酸化ナトリウム水溶液を加え、ジエチルエーテルを加えてよく振った。

操作(イ)：二酸化炭素を十分に通した後、ジエチルエーテルを加えてよく振った。

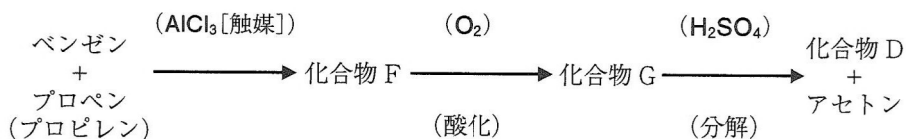
実験 3：化合物 C 14.8 mg を元素分析装置で完全に燃焼させたところ，二酸化炭素 35.2 mg，水 18.0 mg を得た。

実験 4：化合物 C にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液（ヨウ素溶液）と水酸化ナトリウム水溶液を加え，加熱したところ，黄色沈殿を生じた。

問 1 化合物 C に関し，以下の(1)～(3)に答えよ。

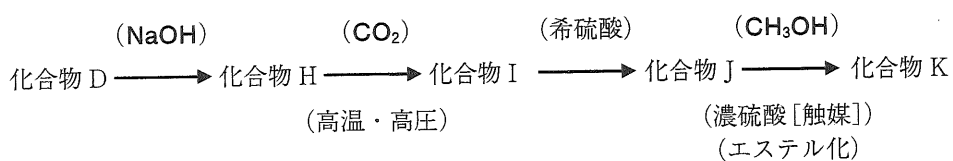
- (1) 化合物 C の分子式を記せ。
- (2) 実験 4 の反応名を答えよ。また，この反応で生成する沈殿物の分子式を記せ。
- (3) 化合物 C の構造式を記せ。

問 2 化合物 D は，以下の反応経路でつくられる。以下の(1)～(3)に答えよ。



- (1) 化合物 F が生成する化学反応式を，構造式を用いて記せ。なお，触媒は記載しなくて良い。
- (2) 上記の反応経路による化合物 D の合成方法を何と呼ぶか答えよ。
- (3) アセトンについて，(ア)～(オ)の記述の中で間違っているものを記号ですべて記せ。
 - (ア) 化合物 C の代わりにアセトンに実験 4 の操作を行うと黄色の沈殿物を生じる。
 - (イ) 1-プロパノールの酸化によって得られる。
 - (ウ) 酢酸カルシウムの乾留によって得られる。
 - (エ) フェーリング液とともに加熱すると赤色沈殿が生じる。
 - (オ) 水と任意の割合で混じり合い，また多くの有機化合物をよく溶かす。

問 3 化合物 D を原料に，化合物 K を以下の反応経路で合成できる。化合物 K は，医薬品として用いられる。化合物 K の構造式を記せ。



問 4 化合物 E の名称を答えよ。また，エステル A，B の構造式を記せ。

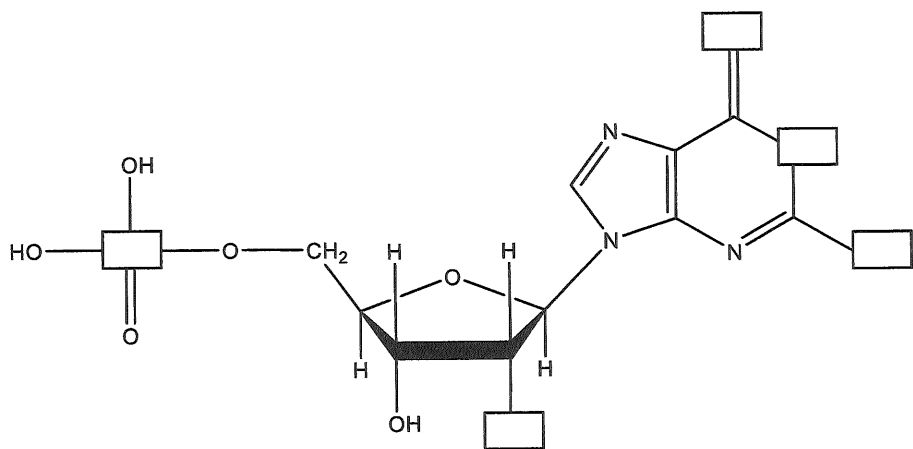
4 文章を読んで下の各問に答えよ。

生物の細胞には、生物の遺伝に深くかかわる核酸という天然高分子化合物が存在する。核酸の基本構造単位はヌクレオチドと呼ばれ、リン酸、糖、および核酸塩基から構成される。核酸は、このヌクレオチドどうしが、糖部分の a 基とリン酸との b 縮合によって鎖状に多数連結したポリヌクレオチドである。DNA は2本のポリヌクレオチド鎖間のアデニン (A) と c (T) 間の d 本の e 結合、グアニン (G) とシトシン (C) 間の f 本の e 結合によって塩基対をつくり、g 構造を形成している。RNA は通常1本鎖で存在しており、主に生体内での h の合成に関与している。伝令 RNA, i , j の3種類が代表的でよく知られている。

問1 文章中の空欄 a ～ j に適切な語句・数値を記せ。

問2 単糖であるデオキシリボースの水溶液は、還元性を示す。その理由を35字以内で記せ。

問3 下図はグアニン (G) を核酸塩基とするヌクレオチド構造であり、RNA の構成成分である。下図の四角枠内を適切に書き加えて構造を完成させよ。



問4 天然由来の DNA サンプルの塩基組成を調べたところ、シトシン (C) の塩基数は全塩基数の 18 % であった。アデニン (A) は何%か。計算過程も含めて算出せよ。