

平成 26 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 13 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 IV の選択問題は、①②のうち一方を選択し、解答欄に解答すること。(両方の選択問題に解答した場合は、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。

解答にあたっての注意事項

必要であれば以下の数値を用いなさい。

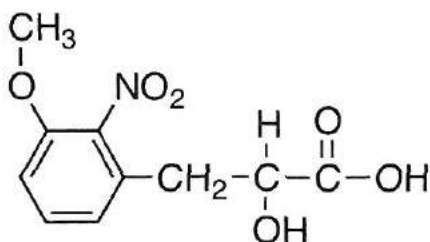
原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, S = 32, Ar = 40

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

$\sqrt{2} = 1.4$, $\sqrt{3} = 1.7$, $\sqrt{7} = 2.6$, $\sqrt{13} = 3.6$

標準状態は、 $1.01 \times 10^5 [\text{Pa}]$, $273 [\text{K}]$ である。

構造式は、下図の例にならって記入しなさい。



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4に答えなさい。

- (1) 分子式 C_2H_2 の化合物Aは、炭化カルシウムと水から生成する。
- (2) 化合物Aは同じモル数の水素と反応して、化合物Bを生成する。
- (3) 化合物Bは塩素と反応して、化合物Cを生成する。
- (4) 化合物Cは加熱すると、同じモル数の塩化水素を発生して、化合物Dを生成する。
- (5) 化合物Aは希硫酸中で水銀化合物を触媒として水と反応して化合物Eとなるが、不安定であるためすぐに化合物Fを生成する。
- (6) 化合物Aは酢酸亜鉛を触媒として酢酸と反応して、化合物Gを生成する。
- (7) 化合物Aは鉄などの触媒を用いて高温、高圧で反応させると ア により化合物Hを生成する。化合物Hは独特のにおいをもち、室温で無色の液体の芳香族化合物である。

- (8) 化合物Hは濃硫酸とともに加熱すると、化合物Iを生成する。
- (9) 化合物Hは濃硫酸と濃硝酸の混合物を作用させると、化合物Jを生成する。
- (10) 化合物Hはプロピレン(プロペン)と反応し、次にその生成物を酸素で酸化して希硫酸を作用させると、化合物Kと化合物Lを生成する。化合物Lの水溶液は、弱い酸性を示す。
- (11) 化合物Lは臭素を作用させると、化合物Mを生成する。
- (12) 化合物Nは、工業的には*o*-キシレンを酸化してつくられるジカルボン酸であり、加熱すると化合物Oを生成する。
- (13) 化合物Pは、工業的には*p*-キシレンを酸化してつくられるジカルボン酸であり、化合物Nの異性体である。化合物Pはエチレングリコールとの により、ポリエチレンテレフタレート(PET)を生成する。

問 1 化合物A～Pの物質名と構造式を記入しなさい。

問 2 および に入る適切な語句を記入しなさい。

問 3 化合物A～Pのうち、標準状態で気体である化合物を3つ選び、A～Pの記号で記入しなさい。ただし、不安定な化合物Eは解答より除くものとする。

問 4 化合物A～Pのうち、同じ分子どうしの間で次々と反応して高分子化合物を生成する化合物を4つ選び、A～Pの記号で記入しなさい。ただし、不安定な化合物Eは解答より除くものとする。

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7に答えなさい。

原子核に含まれる の数をその原子の原子番号といい, 原子核に含まれている の数と の数の和を という。原子番号が等しく が異なる原子を互いに という。天然に存在する炭素の には, ^{12}C , ^{13}C , および ^{14}C があり, ^{13}C は 6個と 7個からなる。 ^{14}C は放射性 であり, 遺跡から出土した木材などの年代測定に利用される。^(a)

一方, 同じ元素の単体で, 性質の異なるものを互いに であるという。たとえば, 非常に硬くて電気を通さないダイヤモンド, 軟らかくて電気を通す黒鉛, およびサッカーボールのような形をしている は, いずれも炭素の単体で互いに である。

二酸化炭素は, 炭素化合物の完全燃焼によって生成するほか, 動物の呼吸や糖類の発酵によっても生成する。実験室では, 炭酸カルシウムに塩酸を反応させてつくる。^(b)

化合物 1 mol がその成分元素の単体から生成するときに発生または吸収する熱量を生成熱といい, 二酸化炭素の生成熱は 394 kJ/mol である。また, メタンおよび水(液体)の生成熱はそれぞれ 75 kJ/mol , 286 kJ/mol である。

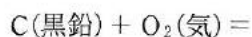
問1 ～ に入る適切な語句を記入しなさい。

問 2 下線部(a)に関連して、遺跡から出土した木材中の ^{12}C に対する ^{14}C の割合から木材の年代を推定することができる。伐採された木材は大気から二酸化炭素を取り入れないので、木材中の ^{14}C は放射線を出して一定の割合で減少し、5730 年で半分になることがわかっている。出土した木材中の ^{12}C に対する ^{14}C の割合が自然界での ^{14}C の割合の 8 分の 1 であったとき、この木材は何年前に伐採されたものか、次の①～⑤から最も近いものを選び、記号で記入しなさい。

- ① 1900 年前 ② 11500 年前 ③ 17200 年前
④ 22900 年前 ⑤ 45800 年前

問 3 下線部(b)で起こる反応を化学反応式で記入しなさい。

問 4 二酸化炭素が炭素(黒鉛)および酸素の単体から生成する熱化学方程式を、下の式を完成させることにより、示しなさい。



問 5 メタンが完全燃焼する反応を化学反応式で記入しなさい。

問 6 メタン 1 mol を完全燃焼させたときに発生する反応熱(燃焼熱)を求めなさい。

問 7 燃焼により同じ熱量を発生させるとき、炭素(黒鉛)とメタンでは、どちらが二酸化炭素の発生量が少ないか、答えなさい。また、そのような答えに至った過程を説明しなさい。

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3に答えなさい。

カルボン酸とアルコールの混合物からエステルが生成する。たとえば, 酢酸とエタノールから酢酸エチルと水が生成する反応は可逆反応であり, 一定温度において平衡状態に達する。このエステル化反応の平衡定数を 25℃ および 35℃ で測定したところ, それぞれ 4.0, 3.7 であった。

問1 下線部(a)で示した可逆反応を化学反応式で記入しなさい。

問2 測定温度領域において, このエステル化反応は発熱反応であるか, 吸熱反応であるか, 答えなさい。また, その理由を 60 字以内で説明しなさい。

問3 体積一定の容器内に酢酸とエタノールをそれぞれ 3.0 mol ずつ添加し, 少量の濃硫酸を加えた後, 容器内を 25℃ に保ったところ, 平衡状態に達した。次の各問に答えなさい。

- (1) 生成した酢酸エチルの物質量を有効数字 2 桁で求めなさい。
- (2) 濃硫酸の役割を記入しなさい。
- (3) 下線部(b)の状態に, さらに多量の希硫酸を添加した場合, 予想される平衡の変化を 40 字以内で説明しなさい。
- (4) 下線部(b)の状態に, さらにエタノールを 3.0 mol 添加して 25℃ に保ったところ, 新たな平衡状態に達した。平衡後の酢酸エチルの物質量を有効数字 2 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。
- (5) 下線部(b)の状態から, 適当な方法で水分子のみを完全に取り除いた後, 再度 25℃ にて平衡状態に到達させた。最終的に残存する酢酸エチルの物質量を有効数字 2 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。

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]

①②のうち一方を選択し, その問題番号の解答欄に解答しなさい。(両方の問題に解答した場合は, いずれの解答も採点の対象外とします。)

① 次の文章を読み, 問1~問7に答えなさい。

我々の周りには, 多くの高分子化合物が存在する。たとえば, 松やにのように, 樹木から出る樹液が固まったものを天然樹脂という。一方, 石油などを原料に人工的に作り出される高分子化合物を ア という。アの中には, 加熱, 冷却により軟化と硬化が可逆的に起こる イ と, 加熱により不可逆的に硬化する ウ がある。イ は合成繊維のように長い エ 構造をもち, ウ は立体的な オ 構造をもつ。

ゴムの木の樹皮に傷をつけると, 乳白色のねばりのある樹液が分泌される。これに少量の酢酸などを加えて凝固させたものを生ゴムという。生ゴムを 空気を遮断して加熱・分解すると カ が得られる。生ゴムの耐久性が よくないなどの欠点を補うために, 数種類の単量体を キ させることにより, 用途に応じた合成ゴムが つくられている。

さらに, 生命活動の中心的な役割を担う高分子化合物も存在する。たとえば, タンパク質は, 生物体内に存在する約20種のアミノ酸からなる。このうち, いくつかはヒトの体内で合成されず体外から摂取する必要があり, このようなアミノ酸を ク とよぶ。グリシンを除く α -アミノ酸には, ケ 原子があるので, 光学異性体が存在する。水溶液中のアミノ酸は コ イオンであることから, 水に 溶けやすい。アミノ酸の全体としての電荷が0となるときのpHをそのアミノ酸の等電点という。

タンパク質はそれぞれ固有の高次構造をとって機能している。サ などにより安定化された シ や β -シート構造などは ス 構造とよばれ, ポリペプチド鎖の構造の安定化に関わっている。タンパク質の高次構造の安

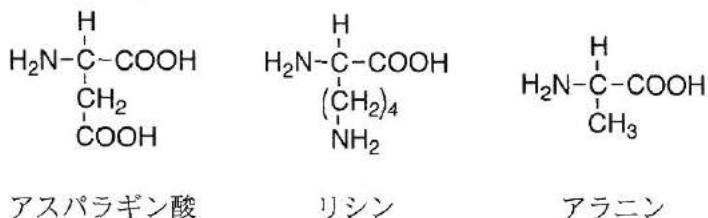
定化には共有結合も関わっている。タンパク質の立体構造は、熱、酸、塩基、有機溶媒、重金属イオンなどによって、容易に不可逆的に変化する。これをタンパク質の セ という。

問 1 ア ~ セ に入る適切な語句または物質名を記入しなさい。

問 2 下線部(a)の高分子化合物は一般に明確な融点を示さない。その理由を 30 字以内で説明しなさい。

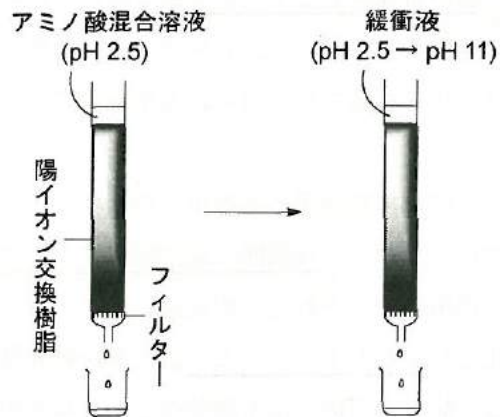
問 3 下線部(b)の操作を何というか、答えなさい。

問 4 下線部(c)に関して、下のアミノ酸で等電点が酸性のものと塩基性のものを選び、それぞれアミノ酸の名称を記入しなさい。



問 5 ポリスチレンをスルホン化して、すべてのベンゼン環にスルホ基を 1 つずつ導入した陽イオン交換樹脂を合成した。この樹脂 10.0 g は何 mol のナトリウムイオンと交換することができるか、有効数字 2 桁で求めなさい。

問 6 アスパラギン酸、リシン、アラニンの混合溶液を pH 2.5 に調整した後、陽イオン交換樹脂をつめたカラムの上から流して吸着させた。次にこのカラムに pH 2.5 から pH 11 まで段階的に pH を変えながら緩衝液を流したところ、すべてのアミノ酸が溶出された。溶出された順番にアミノ酸の名称を記入しなさい。



問 7 下線部(d)で示される共有結合の名称を記入しなさい。

② 次の文章を読み、問1～問8に答えなさい。

天然の植物・動物・鉱物などをそのまま、あるいは乾燥などの簡単な処理をして用いる医薬品を とよぶ。

古くから、ヤナギの樹皮に解熱鎮痛作用があることが知られていた。その成分はサリシンで、体内で代謝されて生じる化合物Aが、薬理作用を示すと考えられる。化合物Aは強い胃痛を起こすこともあるため、化合物Aに無水酢酸を反応させて得られる化合物Bが開発され、アスピリンの名前で使われている。一方、化合物Aにメタノールを反応させて得られる化合物Cは、消炎外用薬として使われている。

アセトアニリドには解熱作用があるが、毒性が強いため、フェナセチンが開発され広く使われた。しかし、長期間大量に服用すると腎臓などに悪影響を及ぼすことがわかり、使用が中止された。^(b)現在は、p-ニトロフェノールを還元し無水酢酸でアセチル化したアセトアミノフェンが、解熱鎮痛薬として使われている。これらの医薬品は、⁽¹⁾病気の原因となる細菌などに直接作用するわけではなく、病気によって引き起こされる症状をやわらげる効果があり、療法薬という。

細菌を殺す、あるいはその生育を止める物質を抗菌物質という。有機化学が発展し、病原菌などに直接作用する化学療法薬の開発が盛んになった。最初の成功例は梅毒に対する特効薬で、ヒ素を含む有機化合物のサルバルサンである。

アゾ染料の⁽²⁾プロントジルには抗菌作用があることが知られていたが、体内で分解されてできる⁽³⁾スルファニルアミドが有効成分であることが解明された。その誘導体は⁽⁴⁾とよばれ、細菌がもつ^(c)葉酸を合成する酵素の働きを阻害するが、ヒトは葉酸を合成する酵素をもたないため、ヒトにはほとんど無害である。

ある種の微生物によって生産され、別の微生物の生育または代謝を阻害する物質をという。アオカビから発見された最初のは、と名づけられ、細菌のもつ細胞壁の合成を阻害する。最初の結核治療薬として使われたストレプトマイシンは、細菌のリボソームに結合し、^(d)タンパク質の合成過程を阻害する。一方で、これらのを多用すると、^(e)突然変異などによりが効かない細菌が出現するという問題も生じる。

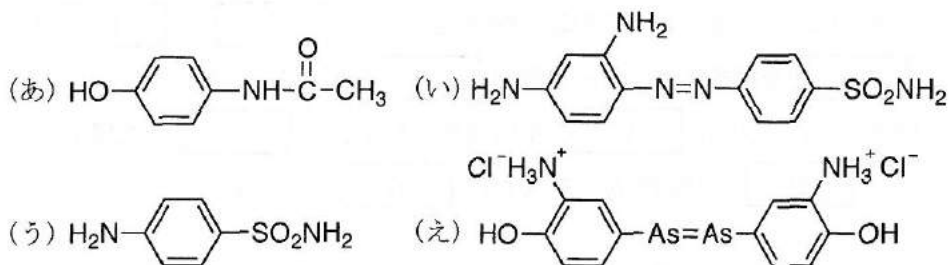
問 1 ア ~ オ に入る適切な語句または物質名を記入しなさい。

問 2 化合物 B および化合物 C の物質名と構造式を記入しなさい。

問 3 化合物 B および化合物 C に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加え、変化を観察した。両者の違いを、理由とともに 70 字以内で説明しなさい。

問 4 下線部(a)および(b)のように、医薬品を用いたとき、目的の薬理作用とは異なる作用が起こることがある。この作用を一般に何とよぶか、記入しなさい。

問 5 下線部(1)~(4)の有機化合物の構造式を次の(あ)~(え)からそれぞれ一つずつ選び、記号で記入しなさい。



問 6 下線部(c)の葉酸は、五大栄養素の一つに含まれ、補酵素として機能するが、ヒトの体内では合成できないため、食品から摂取しなければならない。この葉酸が含まれる栄養素の名称を記入しなさい。

問 7 下線部(d)について、タンパク質を合成する場所へ遺伝情報を運ぶ物質を次の(あ)~(え)から選び、記号で記入しなさい。

(あ) DNA (い) RNA (う) 酵素 (え) ホルモン

問 8 下線部(e)で述べられている細菌を一般に何とよぶか、記入しなさい。

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]

次の文章を読み, 問1~問5に答えなさい。

鉄鉱石には主に赤鉄鉱と磁鉄鉱があり, それぞれの主成分の化学式は, と である。金属の鉄を製造するには, 溶鉱炉に鉄鉱石とともに と石灰石を入れ, 熱風を吹き込んで反応させる。この反応によって溶鉱炉の下部に沈んだ鉄は とよばれ, 質量比で約4%の炭素などの不純物が含まれている。高温の を転炉に移し, これに を吹き込んで反応させると, より不純物の少ない鉄が得られる。この鉄を とよぶ。

鉄は希硫酸と反応して気体を発生して溶ける。また, 鉄(II)イオン Fe^{2+} を含む水溶液にアンモニア水を加えると の沈殿 が生成する。この沈殿を空気中の酸素に長時間接触させると, の になる。 を塩酸に溶かすと溶液が になり, これにヘキサシアノ鉄(II)酸カリウム(化学式)水溶液を加えると, の沈殿が生じる。また, の沈殿を加熱すると, が生じる。

問1 ~ に入る適切な語句または物質名を記入しなさい。

問2 ~ に入る適切な色を次の①~⑧から選び, 記号で記入しなさい。

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 無色 | ② 白色 | ③ 淡桃色 | ④ 赤褐色 |
| ⑤ 黄褐色 | ⑥ 緑白色 | ⑦ 濃青色 | ⑧ 黒色 |

問3 ~ に入る適切な化学式を記入しなさい。

問 4 下線部(a)について、次の各問に答えなさい。

- (1) ア から生じる、高温において還元作用のある気体の名称を記入しなさい。
- (2) (1)で答えた気体と化合物 A が溶鉱炉中で反応して鉄が生成する。この反応の化学反応式を記入しなさい。

問 5 下線部(b)について、次の各問に答えなさい。

- (1) この反応で発生する気体の名称を記入しなさい。
- (2) この反応の化学反応式を記入しなさい。
- (3) 希硫酸に代えて、鉄に濃硝酸を作用させた場合に起こる現象を 40 字以内で説明しなさい。

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]

次の文章を読み, 問1~問6に答えなさい。

体積一定の密閉容器にエタノール46 gと酸素4.0 molのみを封入し, 87℃に保って容器内の液体をすべて気化させた。この状態で容器内の圧力(全圧)を測定したところ, 1.5×10^5 Paであった。なお, すべての気体分子は理想気体とする。

問1 上の文章中の条件において, エタノールおよび酸素の分圧を, それぞれ有効数字2桁で求めなさい。

問2 ここで使用した容器の体積は何Lであるか, 有効数字2桁で求めなさい。

問3 この容器を87℃に保ったままアルゴンを1.0 mol添加した。アルゴン添加後の容器内の全圧を有効数字2桁で求めなさい。また, エタノール, 酸素, およびアルゴンの分圧を, それぞれ有効数字2桁で求めなさい。

問4 エタノールが完全燃焼する反応を化学反応式で記入しなさい。

問5 問3のアルゴンを添加した状態から, この容器内の混合気体を適切な方法で完全燃焼させた。燃焼後の容器内の温度を測定したところ107℃であった。この状態での容器内の全圧を有効数字2桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。

問6 問5の燃焼後の容器を57℃まで冷却させて放置したところ, 容器の内側に水滴が付着した。この状態での容器内の全圧を有効数字2桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。ただし, 57℃における水の蒸気圧は 0.13×10^5 Paであり, 液体の水の体積, ならびに水への気体の溶解は無視できるものとする。

