

平成 31 年度・入学試験問題

理 科 (中)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この冊子は 14 ページあります。
3. 試験開始後、落丁・乱丁・印刷不鮮明の箇所があったら申し出なさい。
4. 試験開始後、すべての解答用紙に氏名(カタカナ)及び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。また、氏名(カタカナ)及び受験番号以外の文字、数字などは、絶対に記入してはいけません。
5. 解答はすべて解答用紙に、それぞれの問題の指示にしたがって記入しなさい。
6. 解答用紙のたて線より右側には、何も書いてはいけません。
7. この冊子のどのページも切り離してはいけません。ただし、余白等は適宜利用してかまいません。
8. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

平成31年度個別学力検査 中期日程

薬学部
理科問題

名古屋市立大学 学生課入試係 052-853-8020

許可なしに転載、複製
することを禁じます。
◇M11(417-109)

化 学

数値による解答の有効数字は3桁とせよ。

必要があれば、次の数値を用いよ。

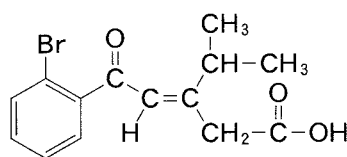
原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, S = 32.0, Cl = 35.5,

Fe = 56.0, I = 127, Pt = 195

ファラデー定数 9.65×10^4 C/mol, 標準状態の気体 1 mol の体積 22.4 L

気体定数 8.31×10^3 Pa·L/(mol·K)

構造式は右の例にならって記せ。



化学問題 1

下表の(ア)から(コ)は、イオン化していない原子の電子配置を示したものである。

ただし、K, L, M はそれぞれ電子の属する電子殻を表している。

表

	K	L	M
(ア)	2	1	0
(イ)	2	2	0
(ウ)	2	6	0
(エ)	2	7	0
(オ)	2	8	0
(カ)	2	8	1
(キ)	2	8	2
(ク)	2	8	3
(ケ)	2	8	6
(コ)	2	8	7

問 1. (ア)~(コ)の中から、同族元素の組み合わせをすべて答えよ。

(記入例：アとイ, ウとエ)

問 2. (ア)~(コ)の中で、第一イオン化エネルギーの小さいものから2つ答えよ。答えは順不同でよい。

問 3. (ア)~(コ)の中から、2価の単原子陰イオンが安定なものをすべて答えよ。

問 4. (ア)~(コ)の各原子が安定な単原子イオンになった時を考える。

- (1) (カ)の安定な単原子イオンと同じ電子配置になるものを(ア)~(コ)の中からすべて選べ。
- (2) (1)で選択したもののうち、その安定した単原子イオンの大きさが、最も小さくなるのはどれか。また、その理由を50字以内で記せ。

問 5. (エ)の質量数は19である。この原子の中性子の数はいくつか。

問 6. (ウ)には、質量数が16, 17, 及び18のものが存在する。これらを互いに と呼ぶ。

- (1) 空欄(a)に適切な語句を記せ。
- (2) (ウ)は2原子が結合して1分子となる。 を考慮すると(ウ)の2原子分子は異なるものが何種類存在すると考えられるか。

問 7. (ウ), (ケ)には、同じ1種類の元素でできていながら性質の異なる単体が存在する。これらを互いに と呼ぶ。

- (1) 空欄(b)に適切な語句を記せ。
- (2) (ウ)の , (ケ)の にあたる物質名をそれぞれ2つずつ記せ。

化学問題 2

鉄(Fe)の単体は、3価の鉄イオンを含む酸化物である ,あるいは2価と3価の鉄イオンの酸化物を1:2で含む の鉄鉱石から高炉内で、 , を加え還元して得ることができる。

鉄を塩酸に溶かすと、気体が発生して の水溶液Aが生成する。その水溶液Aに塩素を通じると の水溶液Bに変化する。水溶液Aにヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム水溶液を加えると の沈殿が生じる。また水溶液Bにチオシアン酸カリウム水溶液を加えると の水溶液に変化する。

鉄の化学的な性質は生体内でも利用されている。空気中の酸素を呼吸により肺から体内の組織に運搬し、組織に酸素を供給するタンパク質「ヘモグロビン」には鉄原子が含まれており、呼吸での酸素運搬で重要な役割を担っている。

問 1. ①, ②にあてはまる化学式を記せ。また, ①, ②は一般に何と呼ばれる物質か物質名を記せ。

問 2. ③, ④に該当する物質名を記せ。

問 3. ⑤, ⑥, ⑦, ⑧に該当する色はどれか, 以下の選択肢から選びその番号を答えよ。

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| 1. 黒色 | 2. 血赤色 | 3. 黄褐色 | 4. 濃緑色 |
| 5. 淡緑色 | 6. 濃青色 | 7. 青白色 | 8. 白色 |

問 4. 下線部の水溶液で鉄イオンは陰イオンと何という結合を形成しているか。またそれは何という立体構造をとっているか。

問 5. ある種のヘモグロビンの分子量は 6.64×10^4 で, そのヘモグロビン 1.00 g 中には 3.40 mg の鉄原子を含むことが測定された。このヘモグロビン 1 分子中には何個の鉄原子が含まれているか測定結果から算出せよ。計算式も記すこと。

問 6. また, このヘモグロビン 1.00 g は, 37.0°C , $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ で, 酸素 1.50 mL と結合して結合の飽和状態になると測定された。酸素との結合が飽和したヘモグロビン 1 分子には何分子の酸素が結合しているか測定結果から算出せよ。計算式も記すこと。

問 7. 上記の問 5 及び問 6 の測定結果と, 鉄と酸素の化学的性質から次の(1)及び(2)について答えよ。

- (1) ヘモグロビン中の鉄原子 1 つが何分子の酸素と何という結合形式により体内で酸素を運搬していると考えられるか。
- (2) 体内の組織で酸素の受け渡しをする際, ヘモグロビン中の鉄原子に酸素分子が結合する数(割合)が多くなるか少なくなるかは, 主にその組織のどのような条件に依存すると考えられるか。

化学問題 3

現実に存在する気体を実在気体という。実在気体は、厳密には気体の状態方程式には従わない。しかし、実在気体の振る舞いは、十分に(高温・低温)かつ(高圧・低圧)になると理想気体に近づく。

(イ) 物質量が一定の理想気体の状態を図1のA点から矢印の順に静かに変化させるときを考える。

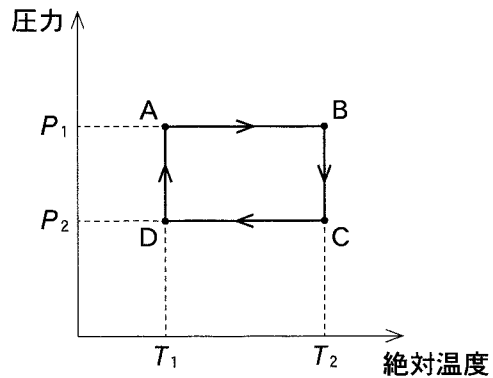


図1

問 1. A, B, C, D点における気体の体積をそれぞれ, V_A, V_B, V_C, V_D とする。 V_B, V_C, V_D を, それぞれ V_A を用いて表せ。

問 2. $P_1 T_1 = P_2 T_2$ であるとき, この状態変化における圧力 P と体積 V の関係を解答欄のグラフに図示せよ。なお, 解答のグラフには, B, C, D点を示し, 変化の方向を矢印で示すこと。体積を示す軸には, V_B, V_C, V_D を大きさの関係がわかるように明確に記せ。

問 3. $P_1 T_1 = P_2 T_2$ であるとき, この状態変化における体積 V と絶対温度 T の関係を解答欄のグラフに図示せよ。なお, 解答のグラフには, B, C, D点を示し, 変化の方向を矢印で示すこと。体積を示す軸には, V_B, V_C, V_D を大きさの関係がわかるように明確に記せ。

問 4. 下線部(ア), (イ)について, ()内からそれぞれ正しい方を記し, それぞれの理由を説明せよ。

化学問題 4

化学エネルギーを電気エネルギーに変換して取り出す装置を電池という。二種類の金属を電池の電極として用いた場合、電子が溶液中に流れ出して表面で 反応が起こる電極を負極、電子が流れ込んで表面で 反応が起こる電極を正極という。また、正極と負極の間に生じる電圧を という。

白金を触媒として含む多孔質の電極、及び、水素と酸素を水に変換する反応を利用して電流を取り出す電池を、燃料電池という。電解液が酸性のとき、燃料電池の正極では , 負極では の反応が起こっている。

問 1. ~ に当てはまる語句を書け。

問 2. , に当てはまる反応を電子(e^- とする)を含むイオン反応式で書け。

問 3. この燃料電池を 80.0 分間動作させたところ、水が 0.720 g 生成した。このときの電流値は何アンペアか。

問 4. 上記問 3 のとき、それぞれの電極では、標準状態で何 L の気体が消費されるか。

問 5. 燃料電池は、電解液にアルカリ性水溶液を使うこともできる。このとき、それぞれの電極で生じる反応を e^- を含むイオン反応式で書け。

化学問題 5

分子量が同じアルケン(C_nH_{2n})の混合物 0.280 g に対して、金属触媒のもとで水素を作用させたところ、標準状態で 89.6 mL の水素と反応して、異性体の関係にある 2 種類のアルカン A と B が生成した。アルカン A に変換された元のアルケンは C、D、および E であり、アルケン C と D は幾何異性体の関係にあることがわかった。アルケン C および E に水を付加させたところ、C からはアルコール F と G が、E からはアルコール F と H が生成した。

問 1. 問題文にあるアルケンの分子式を書け。

問 2. アルカン A と B の構造式を書け。

問 3. アルコール G と H の構造式を書け。

問 4. このアルケンと同じ分子式でありながらアルケンではない異性体がいくつが存在する。これらのうち不斉炭素原子を有する化合物の構造式を書け。

化学問題 6

ベンゼン(C₆H₆)の一つの水素原子を他の原子あるいは原子団(X)で置換した一置換ベンゼン(X-C₆H₅)において、残りの水素原子をさらに置換する際に、この置換基Xがベンゼン環の反応性および次に導入される置換基の置換位置(配向性)に大きな影響を及ぼすことが知られている。例えば、臭化鉄触媒を用いたトルエン(X = CH₃)の臭素による臭素化は、ベンゼンの臭素化よりも速く進行し、生成物として*o*-ブロモトルエン(60%)と*p*-ブロモトルエン(39%)が得られ、*m*-ブロモトルエンはほとんど得られない。これは、トルエンのメチル基がベンゼン環に電子を与える性質を有しているからであり、この電子の一部がベンゼン環に流れ込むことによりベンゼン環内の電子密度が増し、特にオルト(*o*-)位とパラ(*p*-)位で電子密度が高くなることにより反応性が高まったことを示している。

一方、カルボニル基(C=O)がベンゼン環に直接結合している化合物、例えばアセトフェノン(X = アセチル基 CH₃CO- 図2-(I))の臭素化では、アセチル基がベンゼン環の電子密度を減少させるため、ベンゼンの臭素化よりも遅くなる。また *m*-ブromoアセトフェノン(図2-(II))が選択的に得られる。

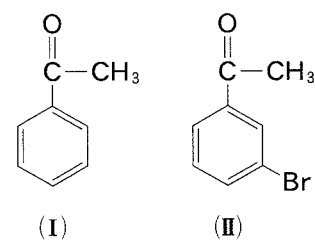


図2

トルエンから図3に示した化合物(a)~(c)を合成したい。図3の操作1~9に、選択肢(あ)~(こ)で示した反応操作から適切なものを一つずつ当てはめよ。同じ選択肢を何度使用してもよい。ただし、一連の反応で異性体が生成する可能性があるが、目的化合物以外の異性体は無視すること。

<反応操作>

- (あ) 硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液を加えて加熱する。
- (い) メタノールと少量の濃硫酸を加えて加熱する。
- (う) 氷冷下で、希塩酸と亜硝酸ナトリウム水溶液を加えた後、室温まで温度を上げる。
- (え) スズと濃塩酸を加えて加熱した後、塩基を加える。
- (お) ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加える。
- (か) 濃硫酸を加えて加熱する。
- (き) 濃硫酸と濃硝酸の混合物を加えて加熱する。
- (く) 無水酢酸と反応させる。
- (け) 触媒を用いてエチレンと反応させる。
- (こ) 高温高压下にて二酸化炭素と反応させる。

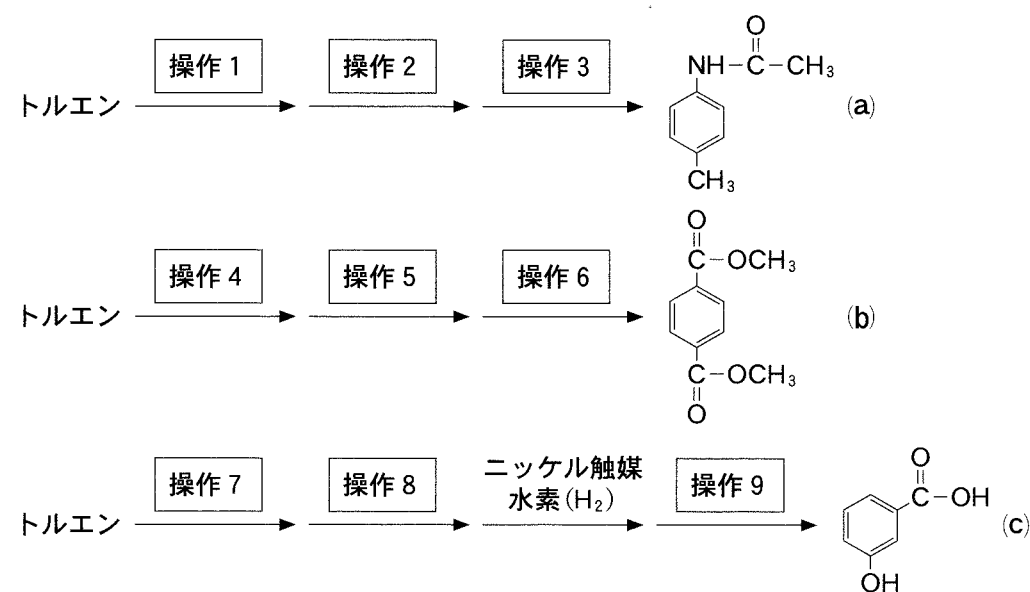


図3

化学問題 7

二糖は、2分子の単糖が 反応により結合したものであり、その際、一方の糖のヘミアセタール構造の OH 基と、他方の糖の OH 基が してできる、 $-C-O-C-$ 結合を 結合という。

二糖の水溶液に希硫酸を加えて加熱すると、2分子の単糖が得られる。ある種の酵素も、二糖から単糖への分解反応に としてはたらく。それらの酵素は、特定の糖とのみ反応する。このような酵素の特性を と呼ぶ。また、酵素反応では、反応速度が最も速くなる温度があり、それよりも高温になると一般的に反応速度が急激に低下する。⁽¹⁾₍₂₎

問 1. ~ にあてはまる適切な語句を記せ。

問 2. 下線部(1)にある、反応速度が最大となる温度を何というか。また、下線部(2)のような結果になるのはなぜか、20 字以内で説明せよ。

問 3. 以下の実験結果に基づいて、設問①~③に答えよ。

3 種の二糖を含む混合物 A 85.5 g を用いて、以下の 3 つの実験を行った。

実験 1 : 混合物 A の水溶液に希硫酸を加えて加熱すると、反応生成物中に 3 種類の単糖が得られた。

実験 2 : 混合物 A の水溶液にインペルターゼを加えて反応すると、反応生成物中にフルクトースが 18.0 g 得られた。

実験 3 : 混合物 A の水溶液にラクターゼを加えて反応すると、反応生成物中に 9.00 g のガラクトースが得られた。

ただし、実験 1 ~ 3 の反応は完全に進行するものとする。

設問① 実験 1 で得られた単糖の総重量を答えよ。

設問② 混合物 A の水溶液にマルターゼを加えて反応させると単糖が得られた。その単糖の名称を答えよ。また、その際得られた単糖の重量を答えよ。

設問③ 混合物 A に含まれていた 3 種の二糖の名称を答えよ。

化学問題 8

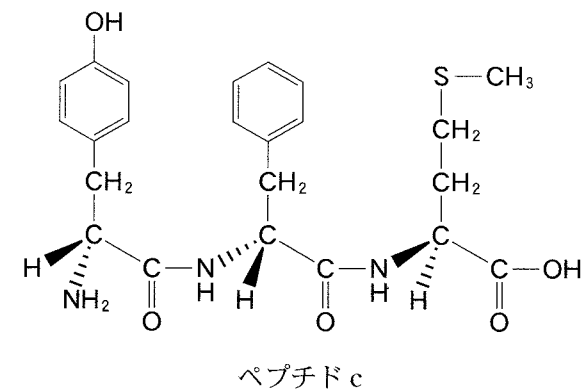
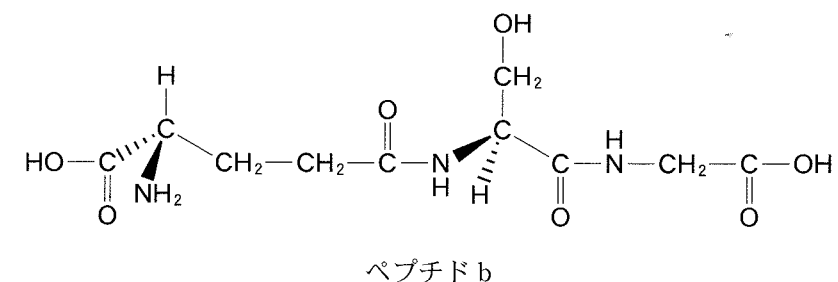
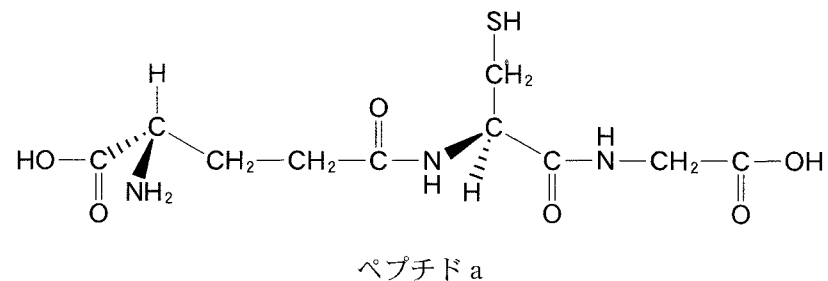
全ての生物は、アミノ酸を基本単位としてタンパク質分子を組み立てている。 α -アミノ酸とは、アミノ基と 基という二つの官能基が、同一の炭素原子に結合した有機化合物の総称である。この二つの官能基が結合している炭素原子(α 炭素)に、多様な側鎖が結合することにより、個々の α -アミノ酸が形成される。そのため、グリシン以外の α -アミノ酸においては不斉炭素が存在し、 α 炭素への結合様式は 種類となり、 として区別される。

アミノ酸どうしが、ペプチド結合で結合することにより生成する物質がペプチドであり、アミノ酸数が2つ、3つとなる毎に、それぞれ , と呼ばれる。これらの中には、生体内反応において重要な役割を果たすものがある。そのひとつグルタチオンは、3種類のアミノ酸、グルタミン酸、システイン、グリシンからなる、モル質量 307 g/mol の であり、通常あまり見られない特徴的なペプチド結合を有する。⁽¹⁾

グルタチオンは、通常、細胞内において還元型で存在しているが、細胞が酸化状態になると還元剤としてはたらき、グルタチオン自身は酸化され、2分子間で結合した酸化型に変換する。⁽²⁾

問 1. ~ にあてはまる適切な語句を記せ。

問 2. グルタチオンの構造をあらわすものはどれか。ペプチド a~c のなかから選び記号で答えよ。



問 3. 下線部(1)に述べられている、グルタチオンにみられる特徴的なペプチド結合は、通常のペプチド結合とどのように異なるか 40 字以内で説明せよ。

問 4. 下線部(2)に述べられている、酸化型グルタチオンのモル質量を求めよ。

問 5. 次に述べられた呈色反応を示すペプチドは a~c のいずれか。

「このペプチドの水溶液に、水酸化ナトリウムの固体を加え加熱し、酢酸で中和した後、酢酸鉛(II)水溶液を加えたところ、黒色沈殿を生じた。また、同じペプチドに濃硝酸を加え加熱したところ、変化は認められなかった。」

問題訂正

科目名 : 理科(中)

<訂正> 化学問題 4 本文 上から2行目 (7ページ)

(誤) …電子が溶液中に流れ出して…

(正) …電子が流れ出して…