

平成 25 年度学力検査問題

理 科 ①

	ページ	ページ	(解答用紙枚数)
物 理	1	～ 12	2 枚
化 学	13	～ 22	3 枚
生 物	23	～ 34	2 枚

○志望学部別，科目選択方法及び解答時間

志望学部	科 目 選 択 方 法	解答時間
医 学 部	物理，化学，生物から 2 科目選択すること。	150 分
工 学 部	物理，化学から 1 科目選択すること。 ただし，第 1・第 2 志望にかかわらず電気電子工学科を志望する場合は，物理を選択すること。	90 分
生物資源学部	物理，化学，生物から 1 科目選択すること。	90 分

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. 本冊子のページ数は上記のとおりである。落丁，乱丁，印刷不鮮明の箇所などがある場合は申し出ること。
3. 解答はすべて別紙解答用紙のそれぞれの解答欄に記入すること。
4. あらかじめ届け出た科目について解答すること。
5. 解答用紙の指定された欄(物理の場合は計 4 箇所，化学の場合は計 6 箇所，生物の場合は計 4 箇所)に，忘れずに本学の受験番号を記入すること。
6. 試験場内で配布された問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

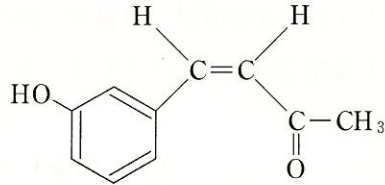
化 学

[注意] 必要があれば、次の値を使うこと。

原子量：H = 1.01, C = 12.0, O = 16.0, Cl = 35.5, Ca = 40.1

理想気体のモル体積：22.4 L/mol [標準状態 0 °C, 1.01×10^5 Pa (= 1 atm)]

構造式は右の例にならって記せ。



1 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

元素を **ア(語句)** の順に並べると、性質の似た元素が周期的に現れる。このことを元素の周期律という。このような周期性を示す元素の性質として、原子から電子1個を取り去るのに必要なエネルギー、即ち **イ(語句)** がある。原子内の電子は、原子核に近い内側から数えて n 番目の **ウ(語句)** に、最大で **エ(数式)** 個が配置される。元素の周期律は、**ア(語句)** の増加にともなって、原子の価電子の数が規則的に変化することに由来する。

元素の周期律を利用して、性質の似た元素が縦に並ぶように配列した表が元素の周期表である。アルカリ土類金属元素は、^(a)2 価の陽イオンになりやすい。この陽イオンは、**オ(語句)** 元素と同様な安定した電子配置である **カ(語句)** 構造をもつ。周期表の **キ(数字)** 族から **ク(数字)** 族までの元素を遷移元素といい、それらは全て金属元素である。金属は、原子が規則正しく多数結合した 金属結晶からなり、^(b)価電子が **ケ(語句)** として規則正しく並んだ原子の間を動き回っているために高い電気伝導性や熱伝導性を示す。

問 1 内の指示に従って、文章中の ア ~ ケ を埋めよ。

問 2 下線部(a)に含まれるカルシウムの炭酸塩は、塩酸と反応して二酸化炭素を発生する。この反応式を記せ。また、炭酸カルシウム 2.00 g を濃度 0.100 mol/L の希塩酸 100 mL と反応させたときに発生する二酸化炭素の量は標準状態で何 L か、有効数字 3 桁で求めよ。なお、発生した二酸化炭素は理想気体とする。

問 3 下線部(b)の結晶構造が面心立方格子のとき、単位格子中に含まれる原子の数を記せ。また、単位格子中を原子が占める割合(充填率)(%)を有効数字 3 桁で求めよ。ここでは、 $\pi = 3.14$, $\sqrt{2} = 1.41$ とする。

2 次の問1～問5に答えよ。

問1 次の文章を読み、～に適切な語句を記せ。

ナトリウムと塩素が反応すると、塩化ナトリウムができる。この反応で、ナトリウムはを失ってされ、塩素はを受け取ってされる。この反応の塩素のように、他の物質をする物質をといい、ナトリウムのように、他の物質をする物質をという。

亜鉛を希塩酸の中に入れると、亜鉛原子はを失ってとなり、溶液中の水素イオンはを受け取ってとなる。一方、銅を希塩酸の中に入れてもは発生しない。これは、銅がよりもになりやすく、酸の水溶液中の水素イオンにを与えることができないからである。このように単体の金属の原子が水溶液中でを失ってになろうとする性質を金属のという。

問2 硫酸で酸性にした過酸化水素水に、ヨウ化カリウム水溶液を滴下するとヨウ素 I_2 ができる。この時の化学反応式を記せ。

また、この時の水溶液の色の変化を次の中から選び、記号を記せ。

- (a) 褐色から無色に変わる。
- (b) 無色から褐色に変わる。
- (c) 青紫色から無色に変わる。
- (d) 無色から青紫色に変わる。

問3 問2において、市販の過酸化水素水を蒸留水と希硫酸で10倍にうすめ、その10 mLを試験管にとった。この溶液に、よく振り混ぜながら0.40 mol/Lのヨウ化カリウム溶液を少しずつ加えたところ、溶液の色が少しずつ変化し、4.0 mL加えたところでそれ以上溶液の色が変化しなくなった。市販の過酸化水素水中の過酸化水素のモル濃度(mol/L)を有効数字2桁で求めよ。また、計算過程も示せ。

問 4 ボルタ電池は、亜鉛板と銅板を希硫酸中に浸したものである。ダニエル電池は、亜鉛板を浸した硫酸亜鉛水溶液と、銅板を浸した硫酸銅水溶液を、硫酸イオンが通過できる素焼き板で仕切ったものである。

- (1) ボルタ電池では、放電すると、起電力が直ちに低下する。この現象を電池の分極というが、過酸化水素を希硫酸中に加えることにより分極を減らすことができる。過酸化水素を加える前と後で、ボルタ電池の正極で起こる反応を、イオン式で記せ。
- (2) ダニエル電池の素焼き板を取り去った場合に、亜鉛板で起こる反応を、イオン式で記せ。

問 5 電気分解を行うために、 $1.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の硫酸銅(Ⅱ)水溶液 0.500 L を入れた容器に、2本の白金電極を入れて両極とし、1.00 A の電流を 386 秒流したとき、陽極で発生する酸素と、陰極で発生する水素はそれぞれ何 mol か、有効数字 3 桁で求めよ。また、計算過程も記せ。ただし、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、また、溶液中の各物質の濃度は電気分解の効率には影響せず、電気分解の電流効率は 100 % とする。

3 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

硝酸 HNO_3 は ア 法で工業的に製造される。この方法では、まず イ を ウ に酸化し、次に ウ を エ に酸化する。さらに エ を オ と反応させて作られる。硝酸は、強い酸性を示す無色、揮発性の液体である。濃硝酸は、カ や キ で分解しやすいので、褐色の瓶に入れて保存される。また、濃硝酸は、強い ク を持ち、銀や銅と反応して エ を発生する。一方、鉄やニッケルと反応させると、表面にち密な酸化物の被膜を生じ、これ以上反応しない。硝酸は、染料、医薬、火薬などの製造に広く用いられる。

イ は ケ 法で工業的に製造される。この方法では、コ と サ から直接合成される。その際、 Fe_3O_4 を主成分とする触媒が用いられる。イ は肥料や硝酸の原料として重要である。

コ は、乾燥空気の体積の約 シ % を占めており、ス と同じく、液体にした空気を分留して得られる。コ は常温では化学的に安定であるが、ガソリンエンジンやディーゼルエンジン中では一部酸化され、セ とよばれる光化学スモッグの原因物質が発生する。この物質を低減するためガソリンエンジンやディーゼルエンジンの排気口には、触媒コンバータとよばれる セ を再び コ に変換する装置が取り付けられている。

問1 ア ～ セ に適当な語句または数字を記せ。

問2 下線部(a)～(c)の化学反応を一つの化学反応式にまとめて記せ。

問3 下線部(a)の反応を促進するために用いられている物質を元素名で記せ。

問4 下線部(d)の化学反応式を銅の場合について記せ。

問 5 下線部(e)のような状態を何と呼ぶか答えよ。

問 6 下線部(f)の化学反応式を記せ。

問 7 イ を用いて肥料となる尿素を製造する化学反応式を記せ。

4

次の問1～問6に答えよ。

問1 次の文章を基に判断して化合物Aの組成式として、最もふさわしいものを下記のア～オより選び、記号で記せ。次に分子式を求め、最後に予想される構造式をすべて記せ。

C, H, Oの3元素からなる室温で液体の化合物A 4.00 gを完全燃焼させると、二酸化炭素 7.14 g, 水 2.94 gが得られた。

化合物A 3.70 gを溶媒に溶解させ、0.100 Lの溶液にした。この溶液のモル濃度は0.500 mol/Lである。

化合物Aは中性物質であり、加水分解を受け、等モルの酸とアルコールとが得られた。

ア. $C_3H_4O_2$ イ. $C_3H_6O_2$ ウ. CH_2O エ. C_2H_6O オ. C_2H_4O

問2 ナトリウムが、空気中の水分と反応した。この時、発生したガスは何か、分子式を記せ。

問3 分子式 $C_4H_{10}O$ のアルコールの異性体のうち不斉炭素をもつ異性体の構造式を記せ。さらに不斉炭素に*をつけよ。

問4 アニリンの存在を確認する際、アニリンを含む溶液に何を加えたら赤紫色を示すか記せ。

問5 アニリンと無水酢酸を反応させると、アセトアニリドと酢酸が生成した。アセトアニリドの構造式を記せ。また、アセトアニリドが生成する場合、新たに形成される結合は何結合か次のア～ウより選び、記号で記せ。

ア. エーテル結合

イ. アミド結合

ウ. エステル結合

問6 アゾ染料はアゾ基と呼ばれる官能基を含んでいる。アゾ基の構造を記せ。

⑤ は次ページにつづく

2

この文は、()に入れる語句が、()に入れる語句と対義語である。

例) ()に入れる語句が、()に入れる語句と対義語である。

例) ()に入れる語句が、()に入れる語句と対義語である。

例) ()に入れる語句が、()に入れる語句と対義語である。

例) ()に入れる語句が、()に入れる語句と対義語である。

例) ()に入れる語句が、()に入れる語句と対義語である。

例) ()に入れる語句が、()に入れる語句と対義語である。

例) ()に入れる語句が、()に入れる語句と対義語である。

例) ()に入れる語句が、()に入れる語句と対義語である。

例) ()に入れる語句が、()に入れる語句と対義語である。

例) ()に入れる語句が、()に入れる語句と対義語である。

例) ()に入れる語句が、()に入れる語句と対義語である。

例) ()に入れる語句が、()に入れる語句と対義語である。

例) ()に入れる語句が、()に入れる語句と対義語である。

5 次の問1と問2に答えよ。

問1 次の文章を読み、(1)~(3)に答えよ。

グルコースは水溶液中では3つの構造をとっており、そのうちの鎖状構造のグルコースはアルデヒド基を持つ構造となる。この構造の性質を利用して糖を検出する方法がいくつか知られている。一方、環状構造となるものは α 型と β 型の異なる立体異性体ができる。これらがグリコシド結合で重合体となるとオリゴ糖や多糖となる。デンプンはグルコースの環状構造のうち α 型立体異性体がグリコシド結合によって直鎖状に結合した **ア** と、枝分かれしながら結合した **イ** から構成される。

- (1) 下線部(a)の構造式を記せ。
- (2) 下線部(b)についてアルデヒド基と金属イオンとの反応を利用する方法を二つあげ、それぞれ生じる金属物質の化学式を記せ。
- (3) **ア** と **イ** に適当な語句を埋めよ。

問2 以下の実験について、(1)~(3)に答えよ。

グルコースなど糖の持つアルデヒドの物質量を測定するのにDNS(ジニトロサリチル酸)試薬を用いる方法がある。DNS試薬は糖のアルデヒド基と反応すると褐色に呈色する。この呈色反応は520 nmの波長の吸光度の増加として測定され、問1下線部(a)の構造を持つ糖の物質量に比例するため、濃度既知のグルコース水溶液を試料として濃度当たりの吸光度を決めておけば、未知試料のアルデヒド基を持つ糖の物質量が測定できる。この方法を利用してデンプンのアミラーゼによる分解試験を行った。

デンプンを質量パーセント濃度1.0%となるように緩衝液に加え加熱して溶解させた。37℃であたためておいたこの溶液を0.10 mLずつピペットで試験管へそそぎ、ここへアミラーゼAの水溶液を0.10 mL加えた後、表に

ある各反応時間となるように各試験管を 37℃ で反応させた。それぞれの反応時間終了後、ただちに DNS 試薬の水溶液を 4.8 mL 加えて反応させた後に 520 nm の吸光度を測定した。その結果は表のようになった。なお、アミラーゼを含まない反応液では、すべての時間で吸光度は 0.00 であった。一方、1.0 g/L の濃度のグルコース水溶液 0.10 mL と蒸留水 0.10 mL をまぜた後、DNS 試薬水溶液 4.8 mL と反応させたときの吸光度は 0.20 であった。

表 各反応時間での 520 nm の吸光度の測定値

反応時間	0 分	5 分	15 分	30 分
吸光度	0.00	0.12	0.36	0.72

- (1) アミラーゼ A は酵素液 1.0 L あたりにすると 1 分間に何ヵ所のグリコシド結合を切断することができるか計算せよ。ただし、グルコースの分子量は 180 とし、グルコースのアルデヒド基と、アミラーゼ A との反応によりデンプンから生じたアルデヒド基の DNS 試薬との反応性は同じとする。有効数字 2 桁で答えよ。
- (2) DNS 試薬と反応性を示さない二糖類の名前をひとつあげよ。
- (3) アミラーゼ A とは種類の異なるアミラーゼ B を用いて表と同様な実験を行った結果、アミラーゼ A とアミラーゼ B はデンプン分子からアルデヒド基を生成させる速度はほぼ同じであった。一方、デンプン溶液にそれぞれ同量のアミラーゼ A またはアミラーゼ B を加えて 37℃ で 30 分間反応させた後、ヨウ素ヨウ化カリウム溶液を加えて色を観察したところ、アミラーゼ A の反応液は青紫を呈したが、アミラーゼ B の反応液は赤紫を呈した。ヨウ素デンプン法におけるデンプンの着色はデンプン分子の長さが短くなるにつれ青紫から赤紫を呈する。以上の結果を考慮すると、アミラーゼ A とアミラーゼ B でデンプンの分解様式に関してどのような違いがあると推測されるか、説明せよ。