

平成 23 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	～ 10	2 枚
化 学	11	～ 20	3 枚
生 物	21	～ 32	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。	2 時間 30 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。	1 時間 30 分
生物資源学部	物理，化学，生物から 1 科目選択すること。	1 時間 30 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用いよ。

原子量：H = 1.00, C = 12.0, O = 16.0, Na = 23.0,

S = 32.0, Cl = 35.5, Fe = 56.0, Pb = 207

理想気体のモル体積：22.4 l/mol [0℃, 1 atm (= 1.01 × 10⁵ Pa)]

ファラデー定数：F = 9.65 × 10⁴ C/mol

1 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

二つの原子間で共有結合ができるとき、それぞれの原子が共有電子対を引きつける強さの程度を数値で表したものを という。 の値は、陰性の強い元素ほど大きい。周期表上で比べてみると、同一周期の元素では右へいくほど増加し、 で最大となる。また、 元素では上に行くほど大きくなる。

同種の原子間の共有結合では、共有電子対はどちらの原子にもかたよらずに存在する。一方、異種の原子間の共有結合では、共有電子対は、 の大きい原子の方にかたよって存在する。このように、結合に電荷のかたよりがあることを、結合に極性があるという。多くの分子は結合の極性、分子の形などから、極性分子と無極性分子に分けられる。

極性分子は水に溶解しやすいものが多い。例えば、エタノール C₂H₆O の分子には極性が大きい 基と極性が小さい 基が存在するが、水分子と水素結合をつくり水和している。また、グルコース C₆H₁₂O₆ などの糖類も分子中に複数の 基をもち、水に溶解しやすい。一般に 基のように水和しやすい部分を 基、 基のように水和しにくい部分を 基という。

水にグルコースを溶解すると、沸点が純粋な水に比べて高くなる沸点上昇の現象が観察される。一般に希薄溶液の沸点上昇度は、溶液の質量モル濃度に比例し、その比例定数は、 の種類に関係なく、 の種類によって

決まる。沸点上昇の現象は水にイオン性結晶などの電解質を溶解させた場合にも起こる。

問 1 文章中の ア ~ ケ に適切な語句を記せ。

問 2 極性が最大の結合と最小の結合を、次の①~⑤からそれぞれ選べ。

- ① O—H ② N—H ③ C—H ④ F—H ⑤ F—F

問 3 窒素、塩化水素、水、二酸化炭素、アンモニア、メタンの中から極性分子を3つ選び、それぞれの電子式および分子の形を記せ。また、残りの無極性分子3つについても、それぞれの電子式および分子の形を記せ。

問 4 下線部を参考にして、水にエタノールを溶解させたとき、水分子とエタノール分子を構成する原子間でどのように水素結合を形成するか、60字以内で述べよ。

問 5 9.0 g のグルコースを水 500 g に溶かした水溶液の沸点上昇度を測定すると、0.052 K であった。この水溶液の質量モル濃度を有効数字 2 桁で求めよ。また、グルコースのかわりに塩化ナトリウムを 2.0 g 溶解したときの沸点上昇度を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、塩化ナトリウムは水溶液中で完全に電離するものとする。

2 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

鉄は現代の物質文明を支える基本的な物質として、広範囲かつ多量に使用されているが、人類史上、鉄の量産が始まったのは銅よりも遅い。その理由として、鉄鉱石の還元は難しく、鉄の融点は銅に比べて500℃ほど ことがあ
(a) げられる。

鉄Feの融点は1535℃、密度は7.87 g/cm³であり、周期表では第 周期、8族に属する。コバルトCoの融点は1495℃、密度は8.90 g/cm³であり、周期表では鉄と同じ周期の9族に属する。ルテニウムRuの融点は2310℃、密度は12.4 g/cm³であり、周期表では鉄の次の周期の8族に属する。周期表の 族から11族に属する元素を遷移元素という。このように、典型元素と異なり、遷移元素では周期表の隣接する の元素で性質が類似することも多い。
(b)

遷移元素では複数の酸化数を取り、有色のイオンを作るものが多い。鉄イオンには+2と+3の酸化数をとる2種類が存在し、鉄(II)イオン水溶液は 色、鉄(III)イオン水溶液は 色である。また、遷移元素は 錯イオンを作りやすい。錯イオンとは中心となる金属イオンに、非共有電子対をもつ分子や陰イオンが 結合したものである。
(c)

また、鉄は希硫酸と反応して水素を生じる。しかし、濃硝酸とは反応しにくい。
(d) これは鉄の表面に酸化被膜が生じて内部が保護されるためであり、この状態を という。

問1 文章中の , ~ に適切な語句を、次の①～⑦からそれぞれ選べ。

- ① 高い ② 低い ③ 上下 ④ 左右
⑤ 赤褐 ⑥ 黄褐 ⑦ 淡緑

問2 文章中の , に適切な数値を記せ。

問 3 文章中の キ , ク に適切な語句を記せ。

問 4 下線部(a)について、鉄鉱石の一種である磁鉄鉱の化学式を記せ。また、鉄鉱石の一種である赤鉄鉱が一酸化炭素で還元されるとき化学反応式を記せ。

問 5 下線部(b)の理由を説明せよ。

問 6 下線部(c)について、ヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸イオンの立体構造を示せ。

問 7 下線部(d)について、大きさ $1.00 \text{ cm} \times 1.00 \text{ cm}$ 、厚さ $100 \mu\text{m}$ の鉄片を十分な量の希硫酸で溶かす場合、発生する水素は標準状態で何 ml か、途中の計算過程も記して有効数字 3 桁で求めよ。

3 次の文章を読み、問1～問8に答えよ。

分子式は同じであるが、構造式が違い、したがって性質も違う化合物どうしを、互いに構造異性体という。構造異性体では、分子内で原子のつながり方が違っている。例えば、分子式が $C_5H_{12}O$ であるアルコールとエーテル、 $C_5H_{10}O$ であるカルボニル化合物には構造異性体がある。

問1 分子式が $C_5H_{12}O$ である第一級アルコール、第二級アルコール、第三級アルコールの構造異性体の数を答えよ。

問2 分子式が $C_5H_{12}O$ であるアルコールの中で、不斉炭素原子をもつ構造異性体の数を答えよ。

問3 分子式が $C_5H_{12}O$ であるアルコールの中で、ヨードホルム反応を示す構造異性体の数を答えよ。

問4 分子式が $C_5H_{12}O$ であるエーテルの構造異性体の数を答えよ。

問5 分子式が $C_5H_{12}O$ であるエーテルの中で、不斉炭素原子をもつ構造異性体の数を答えよ。

問6 分子式が $C_5H_{10}O$ であるカルボニル化合物の構造異性体の数を答えよ。

問7 分子式が $C_5H_{10}O$ であるカルボニル化合物の中で、ヨードホルム反応を示す構造異性体の数を答えよ。

問8 分子式が $C_5H_{10}O$ であるカルボニル化合物の中で、フェーリング液を還元する構造異性体の数を答えよ。

4 は次頁へつづく



（ ）に当てはまる語句を、次の語句の中から選んで記入してください。

（ ）に当てはまる語句を、次の語句の中から選んで記入してください。

（ ）に当てはまる語句を、次の語句の中から選んで記入してください。

（ ）に当てはまる語句を、次の語句の中から選んで記入してください。

（ ）に当てはまる語句を、次の語句の中から選んで記入してください。

4 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

ダニエル電池は、負極の 板を 水溶液に、正極の 板を 水溶液にそれぞれ浸し、 水溶液と 水溶液の間を素焼き板で仕切ったものである。ダニエル電池は充電できない電池で という。

鉛蓄電池では、負極には が、正極には が用いられる。また、電解液には希硫酸が用いられる。電池の両極を導線で接続し放電した時、負極では の 反応が、正極では の 反応が ^(a) 起こる。_(b)

問1 文章中の ～ に適切な元素記号または化学式を記せ。

問2 文章中の ～ に適切な語句を記せ。

問3 文章中の下線部(a)と(b)の化学反応を e^- を用いた式で示せ。

問4 ダニエル電池の素焼きの板をガラス板にかえた場合に電流は流れるかどうか答えよ。また、その理由を答えよ。

問5 鉛蓄電池の負極と正極に、鉛蓄電池の起電力よりも大きな電圧を持つ外部電源の負極と正極を接続し、充電した時、鉛蓄電池の負極と正極の重量の和が 80.0 mg 減少した。鉛蓄電池に充電された電気量を有効数字3桁で求めよ。

⑤ は次頁へつづく

5 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

わずかではあるが純粋な水も電気伝導性を示すことが知られている。これは、水分子の一部が電離してイオンを生じ、電離平衡の状態になっていることによる。

ア の法則から、電離定数 $K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$ の関係式が得られるが、25℃の温度条件下における H^+ と OH^- の濃度は、 $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/l}$ にすぎない。このように水はごくわずかしき電離していないので、水の濃度 $[\text{H}_2\text{O}]$ は一定であるとみなせる。したがって、 K と $[\text{H}_2\text{O}]$ の積 K_w の値も、温度が変わらなければ一定となり、 $[\text{H}^+]$ と $[\text{OH}^-]$ の積に等しくなる。この K_w は一般に、水の イ と呼ばれる。

K_w の値は、25℃では $K_w = (1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/l})^2 = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/l})^2$ となるが、この関係は純粋な水ばかりでなく酸や塩基が溶けた水溶液でも成り立つ。この場合、たとえば、水に酸を溶かすと、水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ が ウ するが、 $[\text{OH}^-]$ は エ し、逆に水に塩基を溶かすと、 $[\text{OH}^-]$ は ウ し、 $[\text{H}^+]$ は エ する。このように、水に酸や塩基を加えたとき、 $[\text{H}^+]$ と $[\text{OH}^-]$ の値は、一方が ウ すると他方は エ して、結果的に水の イ は一定に保たれる。したがって、水溶液の酸性、塩基性の程度は、 $[\text{H}^+]$ または $[\text{OH}^-]$ のどちらか一方で表すことが可能となる。ところが、酸や塩基の水溶液の $[\text{H}^+]$ および $[\text{OH}^-]$ は非常に広い範囲で変化する。そこで水溶液の $[\text{H}^+]$ の側に注目し、その値を、常用対数 \log_{10} を用いた式で定義される水素イオン指数 pH で表すと、簡単な数値となりその比較が容易になる。

問1 文章中の ア ～ エ に適切な語句を記せ。

問2 25℃における酢酸の電離定数を $1.8 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$ として、 $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ の酢酸水溶液の酢酸の電離度と水素イオン濃度を、途中の計算過程を記して求めよ。

問 3 水素イオン指数 pH の定義式を示せ。また 25℃ で、水酸化ナトリウム 0.1 g を水に溶かして 250 ml にした水溶液の pH の値を、途中の計算過程を記して求めよ。