

平成 22 年度学力検査問題

理 科

	ページ	ページ	(解答用紙枚数)
物 理	1	～ 9	2 枚
化 学	10	～ 21	3 枚
生 物	22	～ 37	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使うこと。

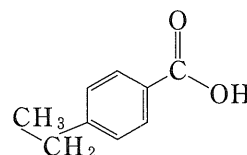
原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0,

Al = 27.0, S = 32.0, Cl = 35.5, Cu = 63.5

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

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 8 に答えよ。

物質を構成する基本成分を元素という。現在、約 種類ほどの元素が知られており、そのうち約 種類は天然に存在し、他は人工的に作られたものである。元素を の小さい順に並べると、20 番目までは性質のよく似た元素が周期的に現れる。例えば、イオン化エネルギーは、大きな値を持つ元素が 番目毎に現れる。このような周期的な規則性を元素の周期律という。また、元素を の小さい順に並べ、周期律に従って性質のよく似た元素を縦に並べた表を元素の周期表という。

周期律は、1860 年代に ではなく の小さい順に元素を並べて発見された。これは、当時知られていた約 60 種類の元素をその性質から系統的に分類・整理しようとしたニューランズ、マイヤー、 らの努力の成果である。また、当時の周期表にはいくつか空所があり、 は周期表の空所にあてはまる元素の存在とその性質を、周期表の上下左右の性質から予言した。その中の一つエカケイ素は、後に発見されたゲルマニウムの性質と予言の性質がほぼ一致し、彼の名声と周期表の地位を不動のものとした。

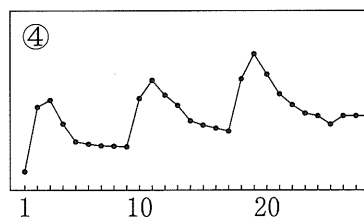
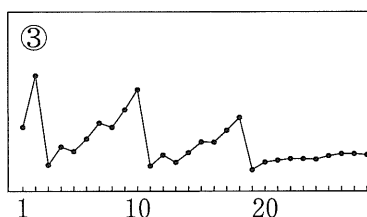
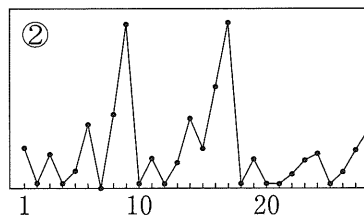
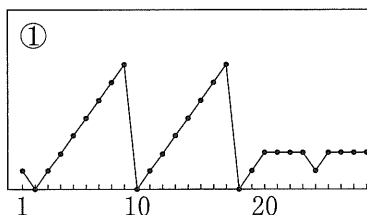
問 1 文章中の **ア** ～ **オ** に、当てはまる適語・数値を次の①～⑪から選べ。

- | | | | |
|--------|-------|-------|--------|
| ① 8 | ② 9 | ③ 10 | ④ 90 |
| ⑤ 110 | ⑥ 130 | ⑦ 150 | ⑧ 原子半径 |
| ⑨ 原子番号 | ⑩ 原子量 | ⑪ 分子量 | |

問 2 文章中の **カ** に、当てはまる人名を答えよ。

問 3 下線部(a)の理由を 30～50 字程度で説明せよ。

問 4 次の①～④は横軸に問 1 の **ウ** を、縦軸にある物理量を配したグラフである。縦軸に下線部(b)を示したグラフはどれか。①～④で答えよ。また、選んだ理由を解答欄に収まる程度で自由に述べよ。



問 5 問 4 のグラフにおいて、21～28 番の元素では、周期律が顕著に見られない。このような元素を何というか。①～④で答えよ。

- | | | | |
|--------|--------|--------|---------|
| ① 典型元素 | ② 遷移元素 | ③ 金属元素 | ④ 非金属元素 |
|--------|--------|--------|---------|

問 6 下線部(c)について、性質のよく似た元素が縦に並ぶ特徴は、次のどの元素に最もよく当てはまるか。①～④で答えよ。

- ① 典型元素 ② 遷移元素 ③ 金属元素 ④ 非金属元素

問 7 下線部(d), (e)について、現在の周期表においてゲルマニウムは 14 族、第 4 周期に属する。ゲルマニウムの上に隣接する元素は何か。名称と元素記号を答えよ。

問 8 下線部(d)について、エカケイ素の元素記号を X とした場合、その塩化物の化学式は XCl_4 と予言された。 $P \text{ g}$ のエカケイ素に塩素を反応させて塩化物が $Q \text{ g}$ できた場合、エカケイ素の原子量を P , Q を含む数式で示せ。

②は次頁につづく

- 2 次の文章を読み、問 1 ～問 5 に答えよ。ただし、反応熱は 25°C 、 1 atm の時の値とする。

物質 1 mol が完全に燃焼するときの反応熱は燃焼熱とよばれる。例えば、^(a) 1 mol の炭素(黒鉛)を酸素で完全に燃焼させると 394 kJ/mol の燃焼熱が発生する。このように熱を発生しながら進む反応を ア とよぶ。家庭用の燃料としても使われるプロパンは無色無臭のガスで、 2220 kJ/mol の大きな燃焼熱をもつ。一方、水素は 286 kJ/mol の燃焼熱をもつが、^(b)最近では燃料電池の燃料として注目されている。燃料電池は水素の燃焼によって放出されるエネルギーを電気エネルギーとして取り出す装置である。この装置では、水のみが生成し、イ が生成しないので、地球温暖化対策に寄与すると期待されている。

問 1 文章中の ア および イ に当てはまる言葉を答えよ。

問 2 下線部(a)の反応を表す熱化学方程式を示せ。

問 3 下線部(b)の燃焼熱の値を用いて、プロパンを酸素で完全に燃焼させる場合の熱化学方程式を示せ。

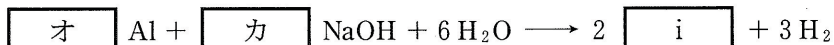
問 4 下線部(c)の燃焼熱の値を用いて、水素を燃焼させ、水(液体)が生成する場合の熱化学方程式を示せ。

問 5 問 2 ～問 4 において得られた熱化学方程式を用いてプロパンの生成熱を求め、その値を用いてプロパンが生成する場合の熱化学方程式を示せ。

③は次頁につづく

3 次の文章を読み、問 1 ～問 5 に答えよ。

原子番号 で価電子数 のアルミニウムは、周期表の 族に属し、酸の水溶液ばかりでなく強塩基の水溶液にも溶ける。このような元素は と呼ばれている。たとえば、アルミニウムに水酸化ナトリウム水溶液を作用させると、次の反応により溶解し、水素を発生する。



アルミニウムは、展性や延性に富み、電気伝導性も優れている。アルミニウムと銅、マンガン、マグネシウムとの合金である は、軽量で強度が高く、航空機の材料として利用されている。

アルミニウムは、次のような方法によって精錬されている。

- ① 原料であるボーキサイトを焼いて粉碎する。これを加熱した濃い水酸化ナトリウム水溶液に溶かし、不純物を取り除く。_(a)
- ② ①で得られた水溶液に大量の水を加え、水酸化アルミニウムを沈殿させる。この沈殿物を分離し加熱を行い、純粋な を得る。 に氷晶石 (Na_3AlF_6) を混ぜ、炭素を電極として約 1000℃ で を行い、アルミニウムを析出させる。_(b)
_(c)

問 1 文章中の ～ に当てはまる数字や語句を、 および には化学式をそれぞれ示せ。

問 2 下線部(a)で起こる反応の化学反応式を示せ。

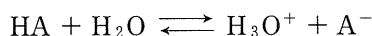
問 3 下線部(b)で加えた氷晶石は、どのような役割を果たしているか説明せよ。

問 4 下線部(c)の陰極で起こる反応について電子を含んだ反応式を記せ。また、アルミニウム $9.00 \times 10^3 \text{ kg}$ を製造する際に必要な電気量(C)を求めよ。計算式も示せ。

問 5 還元されにくいクロム，マンガ，鉄などの酸化物は，アルミニウムの粉末と混ぜて着火すると激しく反応する。この反応の名称を答えよ。

4 次の文章を読み、問 1 ～問 2 に答えよ。

酢酸，酪酸，乳酸，安息香酸のような弱酸を水に溶かすと，それらの一部が電離し平衡状態となる。ある弱酸の化学式を HA とすると以下のような反応がおこる。



この時の電離平衡の平衡定数は

$$K_1 = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}][\text{H}_2\text{O}]}$$

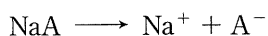
となる。希薄溶液では溶質に比べて水が大量に存在するので， $[\text{H}_2\text{O}]$ は一定とみなせる。また H_3O^+ を H^+ と略すと， K_1 と $[\text{H}_2\text{O}]$ を合わせて次のようになる。

$$K_a = K_1[\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \quad \dots\dots\dots(*)$$

この K_a を弱酸の電離定数とよび，温度が一定ならその弱酸固有の一定の値となる。

同じ弱酸のナトリウム塩を水に溶かすと，電離したイオンと水とが反応して水溶液がわずかに塩基性を示す。このように反応して塩基性を示すことを

ア(語句) という。この場合には塩の大部分が電離して



となる。しかし弱酸の電離度が低いため， A^- の一部は水と反応し弱酸と水酸化物イオンを生じる。^(a)このとき A^- と水との反応の電離平衡の式は

$$K_2 = \text{イ(数式)}$$

となる。 $[\text{H}_2\text{O}]$ の濃度は一定とみなせるので K_2 と $[\text{H}_2\text{O}]$ を合わせて

$$K_2[\text{H}_2\text{O}] = \text{ウ(数式)}$$

となる。一方(*)の電離平衡の式と水のイオン積

$$K_w = [\text{OH}^-][\text{H}^+]$$

を使うと $K_2[\text{H}_2\text{O}]$ を K_a と K_w で表すことができ

$$K_2[\text{H}_2\text{O}] = \text{エ(数式)}$$

となる。溶かしたナトリウム塩の濃度を $c \text{ mol/l}$ とし水と反応した A^- の濃度を

x mol/l とすると、 x は c に比べて非常に小さいので溶液全体の A^- の濃度は

$$[A^-] = c - x \approx c$$

とみなすことができる。下線部(a)の反応で生じる $[OH^-]$ の濃度は K_a と水のイオン積 K_w を使って表すと

$$[OH^-] = x = \text{オ(数式)}$$

と表わされる。さらにこの溶液の pH は K_a と K_w を使って

$$\text{pH} = -\log_{10} [H^+] = \text{カ(数式)}$$

と表される。従って弱酸のナトリウム塩の濃度 c が高くなるとその水溶液の pH は キ(語句選択) 高くなる, 変わらない, 低くなる。

弱酸とそのナトリウム塩の混合溶液に少量の強酸(水素イオン)が加わっても溶液の pH はわずかしかな**(b)**変化しない。また混合溶液に少量の強塩基(水酸化物イオン)が加わっても溶液の pH はわずかしかな**(c)**変化しない。一般にこのような溶液は

ク(語句) と呼ばれる。この混合溶液中でも(*)の関係式が成り立つので、混合溶液の pH は

$$\text{pH} = -\log_{10} K_a + \text{ケ(数式)}$$

となる。弱酸とそのナトリウム塩の濃度が同じ場合には溶液の pH は コ(数式) となる。弱酸の濃度を一定のままナトリウム塩の濃度を下げると混合溶液の pH は コ(数式) の値と比較して

サ(語句選択) 高くなる, 変わらない, 低くなる。逆に弱酸の濃度を一定のままナトリウム塩の濃度を上げると溶液の pH は コ(数式) の値と比較して シ(語句選択) 高くなる, 変わらない, 低くなる。

問 1 文章中の ア ～ シ にあてはまる語句, または数式を指示に従って答えよ。

問 2 下線部(a), (b), (c)の現象がおこるときにはどのような反応が進行しているのか。その反応を示す化学反応式を示せ。

5

次の文章を読み、問 1 ～問 5 に答えよ。

さまざまな工業化学製品は、石油や石炭を原料として作られている。原油を精製して得られるナフサから、石油化学基礎製品である芳香族化合物が得られる。その中には、ベンゼン、トルエン、分子式 C_8H_{10} で表される 4 種類の構造異性体である化合物 A、B、C、D が含まれている。ベンゼンは、酸触媒である $AlCl_3$ や BF_3 を用いることによってエチレンと反応して化合物 A になる。化合物 B は、メタ異性体と言われる。化合物 C と D は、過マンガン酸カリウムと反応することによって、化合物 E と F にそれぞれ変化する。

化合物 E は、加熱によって容易に化合物 G を与える。化合物 G は、ナフタレン^(a)を原料として、 V_2O_5 触媒を用いた空気酸化法により工業的に合成されている。また、化合物 G は、2 分子の 1-ブタノールと反応して化合物 H になり、高分子でできた樹脂を柔軟にする可塑剤として使われている。さらに化合物 G からは、濃硫酸中でフェノールと反応させることで、酸塩基滴定で用いられる指示薬であるフェノールフタレインを合成することができる。また、化合物 F は^(b)2 価のアルコールである 1,2-エタンジオール(エチレングリコール)と反応させると高分子化合物 I ができる。

一方、トルエンを濃硫酸と濃硝酸の混合溶液と反応させて生成した生成物を精製したところ、分子量が同一の 2 種類の構造異性体 J と K が得られた。そこで化合物 J について元素分析を行ったところ、質量パーセントは、炭素が 46.16 %、水素が 3.32 % であった。

問 1 化合物 A～G の名称と構造式を答えよ。

問 2 化合物 H の構造式と化合物 I の名称を答えよ。

問 3 下線部(a)の反応において 1.00 g の化合物 E から反応が 70.0 % 進行したとすると化合物 G は何 g 生成するのか計算せよ。計算値は有効数字 3 桁で答えよ。

問 4 下線部(b)の反応を何というか。

問 5 異性体 J の分子式を答えよ。