

平成22年度 入学試験問題

医学部 (I期)

理科

注意事項

1. 試験時間 平成22年1月29日、午後1時45分から4時15分まで
 2. 配付した試験問題(冊子)、解答用紙の種類はつぎのとおりです。
 - (1) 試験問題(冊子、左折り)(表紙・下書き用紙付)
 - 化学(その1), (その2)
 - 生物(その1), (その2)
 - 物理(その1), (その2)
 - (2) 解答用紙
 - 化学(その1) 1枚(上端赤色)(右肩落し)
 - ” (その2) 1枚(上端赤色)(左肩落し)
 - 生物(その1) 1枚(上端緑色)(右肩落し)
 - ” (その2) 1枚(上端緑色)(左肩落し)
 - 物理(その1) 1枚(上端青色)(右肩落し)
 - ” (その2) 1枚(上端青色)(左肩落し)
- 以上の中から選択した2分野(受験票に表示されている)が配付されています。
3. 下書きが下書き用紙で足りなかったときは、試験問題(冊子)の余白を使用して下さい。
 4. 試験開始2時間以後からは退場を許可します。但し、試験終了10分前以降の退場は許可しません。
 5. 受験中にやむなく外出(手洗い等)を望むものは挙手し、監督者の指示に従って下さい。
 6. 退場の際は、この試験問題(冊子)を一番上にのせ、挙手し監督者の許可を得てから、試験問題(冊子)、受験票および所持品携行の上退場して下さい。
 7. 休憩のための退場は認めません。
 8. 試験終了のチャイムが鳴ったら、直ちに筆記をやめ、おもてのまま上から試験問題(冊子)、解答用紙〔選択した2分野の解答用紙、計4枚、化学(その1)、化学(その2)、生物(その1)、生物(その2)、物理(その1)、物理(その2)〕の順にそろえて確認して下さい。

確認が終っても、指示があるまでは席を立たないで下さい。
 9. 試験問題(冊子)はお持ち帰り下さい。

化 学 (その1)

注 意 事 項(その1, その2とも共通)

1. 解答は所定の解答用紙の解答欄に記入せよ。
2. 問題 **1** ~ **6** を通じ, その必要があれば次の数値を用いよ。
 $\log_{10} 2 = 0.300, \log_{10} 3 = 0.480$
ファラデー定数(F) : 9.65×10^4 C/mol
3. 設問での指示がないときは, 計算問題の答えは四捨五入のうえ, 有効数字3桁の数字で示しなさい。

1 次の気体に関する文を読んで, 設問に答えなさい。

A と B 二種類の鎖式不飽和炭化水素の混合気体がある。A には三重結合が1つ, B には二重結合が1つあり, B の炭素数は A の炭素数より1つ多い。この混合気体を一定の室温, 1.00 気圧で 100 mL の耐圧容器に入れ, さらに水素を加えて全圧を 3.00 気圧とした。その後, 触媒を使って完全に水素を付加させ, A, B とも鎖式飽和炭化水素とした。これらの飽和炭化水素は気体で, 反応後の容器の圧力はもとの温度で 1.75 気圧であった。

また新たに, この A と B の混合気体を一定の室温, 1.00 気圧で 100 mL の耐圧容器に入れ, 酸素を加えて全圧を 7.00 気圧にした。この容器内で完全燃焼させた後, もとの室温に戻したところ, 1.00 気圧で反応に用いられなかった酸素は 50.0 mL 残っていた。

問 1 A の炭素数を m 個として, A, B それぞれの不飽和炭化水素を m を用いて一般式で示しなさい。ただし, $m \geq 2$ とする。

問 2 この混合気体中の不飽和炭化水素 A と B との分圧比(A : B)はいくらか。整数で答えなさい。

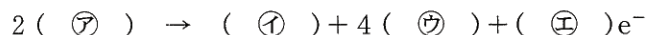
問 3 この不飽和炭化水素 A と B それぞれの分子式を示しなさい。

2 次の電気分解に関する文を読んで, 設問に答えなさい。

1.00×10^{-2} mol/L の硝酸銅(II)水溶液 500 mL を, 白金電極を用いて 6.00 A の電流を 3分13秒間通じて電気分解を行った。ただし, 電気分解の効率は 100% で行われ, 溶液の体積変化はないものとする。また, 強電解質の電離度は 1.00 とする。

問 1 この電気分解で流れた電子の物質量(mol)はいくらか。

問 2 陽極で生じるイオン反応式を完成し, 生成した①の物質量(mol)はいくらか。



問 3 陰極に生成する2つの物質の化学式とそれぞれの物質量(mol)を答えよ。

問 4 この溶液の電気分解後の pH はいくらか。

3 次のリンとリン酸に関する文を読んで、設問に答えなさい。

リン鉱石にコークスと(㉗)を混ぜて熱するとリンの蒸気が出る。これを水中で凝集させると(㉘)が得られる。また、(㉘)を窒素中で約250℃に熱すると(㉙)に変化する。(㉘)と(㉙)は互いに(㉚)で、過剰の乾燥空气中で燃やすとAになる。Aは(㉛)剤に用いられ、Aに水を加えて加熱すると、徐々に反応してBになる。

問1 上記文中の()に当てはまる語句を答えなさい。

問2 文中下線部の化学反応式を示しなさい。

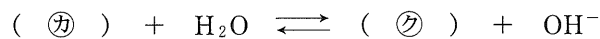
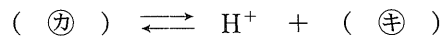
リン酸の電離は三段階からなり、各々の電離定数を以下に示す。

$$\text{第一段の電離定数 } K_1 = 10^{-2.2} \text{ mol/L}$$

$$\text{第二段の電離定数 } K_2 = 10^{-7.2} \text{ mol/L}$$

$$\text{第三段の電離定数 } K_3 = 10^{-12.4} \text{ mol/L}$$

リン酸のナトリウム塩には、リン酸ナトリウム、リン酸一水素二ナトリウム、リン酸二水素一ナトリウムの3種がある。リン酸一水素二ナトリウム水溶液の液性に関しては、次の2通りの電離による。



$$\text{酸の電離定数 } K_a = (㉟)$$

$$\text{塩基の電離定数 } K_b = (㊱)$$

よって、(㉝) < (㉞)となり、この水溶液の液性は(㊲)性である。

問3 上記の()を埋めて、リン酸一水素二ナトリウム水溶液に関する液性の説明を完成させなさい。ただし、(㉟)と(㊱)は数値で答えなさい。また、水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} [(\text{mol/L})^2]$ とする。

化 学 (その 2)

4 同位体に関する文を読んで、問に答えなさい。

問 1 マグネシウム原子には、 ^{24}Mg 、 ^{25}Mg 、 ^{26}Mg が存在し、存在比は、それぞれ 79.0 %、11.0 %、10.0 % である。マグネシウムの原子量をもとめよ。

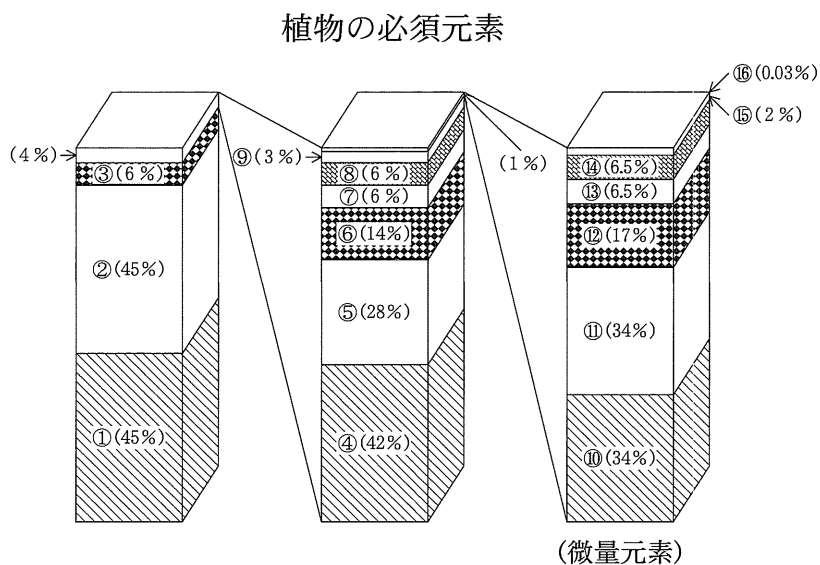
問 2 塩素原子には、 ^{35}Cl 、 ^{37}Cl が存在し、存在比は、それぞれ 76.0 %、24.0 % である。原子量をもとめよ。

問 3 塩化マグネシウムの同位体の組み合わせはいくつ存在するか、整数で答えよ。また、最も質量の大きい組み合わせの存在比(%)をもとめよ。

問 4 化石の年代測定には、 ^{14}C が使われることがある。ある化石を調べたところ、 ^{14}C が 10.0 % に減少していた。 ^{14}C の半減期を 5730 年とすると、この生物が生存していたのは何年前か。

5 植物の必須元素に関する文を読んで、問に答えなさい。

植物の必須元素として①～⑯の 16 種類の元素が知られている。植物体内の必須元素のおよその割合を下図に示している。



①～③を植物は、水と空気からとりこむ。

①が正四面体状に重なって結合したものは、全鉱物中でもっとも堅い。

②の 3 原子が結合した分子は、成層圏で紫外線を吸収する。

④、⑤、⑧は、肥料の三要素と呼ばれている。

④は、過剰になると花芽の形成が遅れ、病害虫にも侵されやすくなる。

⑤は、アルカリ金属に属し、このイオンは浸透圧の調節に主に関係している。

⑥は、アルカリ土類金属に属する。

⑦は、炎色反応を呈さず、3 番目に軽い金属である。

⑧は、細胞膜を構成し、発芽や細胞分裂のための必要な元素である。

⑨は、生ゴムに弾力性を与える効果をもつ。

⑩～⑯の7元素は、植物に占める含有量が少ないため微量元素と呼ばれる。

⑪は、ハロゲンに属する。

⑤、⑥、⑦、⑩、⑫、⑬、⑮、⑯は、金属元素に属する。

⑫は、⑩より堅いが非常にもろいという特徴をもつ遷移元素である。

⑩を⑬でメッキをしたものをトタンという。

⑭は、硝子に混ぜることで耐熱硝子となりフラスコなどに使われる。

⑮を含むために、甲殻類の血液は青色をしている。

⑯は、根粒菌が空気中から④を取り込む際、必要な酵素に関与している。

⑰と⑱は、アンモニア合成の触媒を研究し、1913年に工業化に成功した。合成されたアンモニアを植物に害がないように酸で中和して作られたのが、硫酸や硝酸である。これによって化学肥料による農産物増収が全世界で行われるようになったが、一方で水質汚染も問題となっている。

ただし、アンモニアの標準状態における1.00 molの気体の体積を22.4 Lとする。

問1 文中の①～⑯に最も適切な元素記号、⑰と⑱には最も適切な語句を答えよ。

問2 硫酸を2.00 mol作るためには、アンモニアは標準状態で最低何L必要か。

問3 標準状態のアンモニア1.00 Lから、硝酸は最大何molできるか。

6 洗浄作用に関する文を読んで、設問に答えなさい。

昔は、洗剤としてサポニンを高濃度で含む植物(ムクロジ、サイカチなど)をセッケンの代わりに洗濯などに用いてきた。これらの植物の洗浄作用は、サポニンの(ア)作用のためである。この(ア)作用が強い(イ)は、消毒薬としても使用される。したがって、細胞構造をもつ細菌には効果があるが、それをもたない(ウ)には、効果がない。

合成洗剤には汚れを落とす作用を増強させるために、酵素を添加しているものもある。また、酵素は生体内において、(エ)の働きをしている。酵素が働く条件には、(オ)温度と(カ) pHそして(キ)がある。したがって、合成洗剤には様々な汚れを落とすために、何種類かの酵素を配合しているものもある。

問1 文中の()に最も適切な語句を答えよ。

問2 次の基質と存在部位に対応するもっとも適切な酵素を答えよ。

デンプン・唾液 (キ)

タンパク質・胃液 (ク)

脂肪・膵液 (ケ)

尿素・胃粘膜 (コ)