

令和3年度前期日程入学試験問題

化 学 A

教 育 学 部

理 学 部

工 学 部

農 学 部

注 意 事 項

- ① 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- ② 問題冊子は、9ページあります。試験開始後、確認ください。
- ③ 問題は、**1**から**4**まで4問あります。すべて解答ください。
- ④ 解答用紙は3枚あります。解答用紙ごとに指定の欄に受験番号を記入ください。
- ⑤ 解答は、問題ごとに解答用紙の指定の欄に記入ください。解答用紙(その1)、(その2)は、裏面にも解答欄があります。

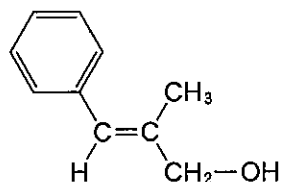
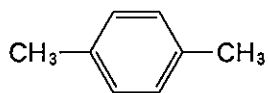
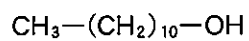
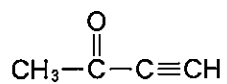
- ・問題を解くにあたって必要があれば，次の数値を用いよ。

原子量： H 1.0 C 12.0 O 16.0 Na 23.0

アボガドロ定数： $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

- ・有機化合物の構造式は，次の例にならって書け。二重結合や三重結合がある場合には，明確に示すこと。

例

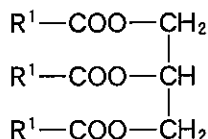


- 1 高級脂肪酸のナトリウム塩であるセッケンに関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、油脂はけん化されてセツ^①ケンとグリセリンになる。セッケンのように疎水性の部分と親水性の部分からなり、水に溶けてその表面張力を低下させる物質を という。セッケンは水溶液中で、疎水性の部分の内側に向け、親水性の部分を外側に向けて多数集まり、コロイド粒子をつくる。この粒子を という。セツケンの水溶液は塩基性を示す。また、セツケンは、カルシウムイオンやマグネシウムイオンを多く含む水(硬水)中では難溶性の塩をつくる。一方、硫酸アルキルナトリウムなどの合成洗剤は、硬水中でも使用できる。

問 1 文章中の および にあてはまる最も適切な語句を書け。

問 2 下線部①について、以下の構造式で示される飽和脂肪酸からなる油脂 80.6 g を完全にけん化するのに必要な水酸化ナトリウムは 12.0 g であった。炭化水素基 R¹ に含まれる炭素の数を整数で答えよ。計算過程も示せ。



問 3 下線部②の理由を簡潔に説明せよ。

問 4 下線部③について、難溶性の塩を生じさせないためには、あらかじめ硬水にどのような処理をすればよいか。次の(ア)~(エ)の中から適切なものをすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) 蒸留する
- (イ) ろ紙を用いてろ過する
- (ウ) アンモニア水を加える
- (エ) 陽イオン交換樹脂に通す

問 5 セッケンと硫酸アルキルナトリウムに関する記述として適切なものを、次の(ア)~(エ)の中からすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) フェノールフタレインを加えると、セッケン水溶液の色は変化しないが、硫酸アルキルナトリウム水溶液は赤色を呈する。
- (イ) セッケンと硫酸アルキルナトリウムは、どちらも乳化作用により油污れを落とす。
- (ウ) セッケンと硫酸アルキルナトリウムは、どちらも洗濯に使用されるが、セッケンは動物繊維の洗濯に適さない。
- (エ) セッケンは水中で電離するが、硫酸アルキルナトリウムは水中で電離しない。

2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

人体を構成する元素の質量を体内存在量といい、人体の総質量に対する体内存在量の割合は、ほぼ一定に保たれている。この割合が1%を超える元素は、水素、炭素、窒素、酸素、カルシウム、およびリンであり、これらは人体の総質量のおよそ98.5%を占める。体内存在量の割合が0.01~1%を占める元素には、ナトリウム、マグネシウム、塩素、カリウム、および硫黄がある。人体の総質量の99%以上はこれら11元素で構成されている。

問1 下線部①の元素の中から以下の記述にあてはまる最も適切な元素を1つ選び、元素記号で答えよ。

- (1) 電気陰性度が最も大きい元素
- (2) 第3周期に属する元素
- (3) 単体で金属結晶を形成する元素
- (4) 単体が燃焼して水になる元素

問2 下線部②の元素は生体内では単原子イオンとして存在することが多い。これらの単原子イオンについて、イオン半径の大きい順にイオン式を解答欄Aに、その順となる理由を解答欄Bに書け。

問 3 天然に存在するカリウムには ^{39}K , ^{40}K , および ^{41}K の 3 種類の同位体が存在する。このうち ^{40}K の質量の割合は 0.012 % である。また, ^{39}K および ^{41}K は安定な同位体であるが, ^{40}K は 12.5 億年の半減期で壊変する。 ^{40}K に関する以下の(1)~(4)に答えよ。ただし, (3)および(4)については計算過程も示せ。

- (1) ^{40}K のように一定の半減期で壊変する同位体を何というか書け。
- (2) ^{40}K を構成する陽子の数を解答欄ウに, 中性子の数を解答欄エに, および電子の数を解答欄オにそれぞれ書け。
- (3) 人体の総質量に対するカリウムの体内存在量の割合を 0.20 % とするとき, 質量 60 kg の人体に含まれる ^{40}K の原子の数を有効数字 2 桁で答えよ。ただし, ^{12}C の質量を 12 としたときの ^{40}K の相対質量を 40 とする。
- (4) ^{40}K は地球誕生時に存在し, それ以降は新たに生成していないとする。地球が誕生してから 50.0 億年経過したときの ^{40}K の量は, 地球誕生時の量の何%になるか。有効数字 2 桁で答えよ。

3 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

炭素、水素、酸素からなる化合物 A~D がある。A~D は互いに異性体であり、分子量は 88 である。

[実験 1] A を 22.0 mg とり、完全燃焼させたところ、二酸化炭素 55.0 mg と水 27.0 mg を生じた。

[実験 2] A を硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液でおだやかに酸化するとアルデヒド E が生成した。E には鏡像異性体が存在することがわかった。

[実験 3] B にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を反応させたところ、特有な臭気をもつ黄色の沈殿が生成した。

[実験 4] B の炭素鎖には枝分かれ構造は存在せず、硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化するとケトン F が生成した。

[実験 5] C に金属ナトリウムを加えても反応しなかった。また、C には鏡像異性体が存在することがわかった。

[実験 6] D に金属ナトリウムを加えると、水素が発生した。

[実験 7] D は硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液と反応しなかった。

問 1 A の組成式を解答欄アに、分子式を解答欄イにそれぞれ書け。

問 2 A の構造式を書け。

問 3 [実験 3] で沈殿した黄色の生成物の化学式を解答欄ウに書け。また、この反応の名称を解答欄エに書け。

問 4 ケトン F の構造式を書け。

問 5 [実験 6]の結果から，化合物 D にはどのような官能基が存在すると考えられるか。官能基の名称を書け。

問 6 C と D の構造式を書け。

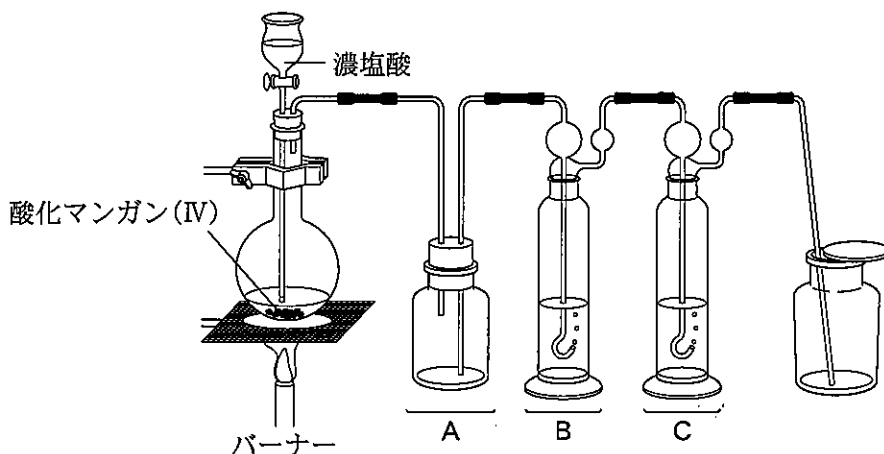
問 7 C と D の大気圧における沸点には 40 度以上の差がある。沸点に大きな差が生じる理由を簡潔に書け。

4 次の[I]と[II]に答えよ。

[I] 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

フッ素と塩素は17族の元素で、ハロゲンとよばれる。ハロゲンの単体は二原子分子からなり、ハロゲン化物イオンを酸化してつくり出すことができる。例えば、塩素は酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加え、加熱することで発生する。^①水との反応は、フッ素と塩素で異なる。^②

問1 下線部①について、以下の図に示した装置を用いて塩素を捕集した。次の(1)から(3)に答えよ。



- (1) 下線部①の反応の化学反応式を書け。
- (2) 図中のAは、発生した気体を通るだけのゴム栓で閉じたびんである。Aの役割を説明せよ。
- (3) 図中のB、Cは、水または濃硫酸のいずれかが入った洗気びんである。Bには何が入るか、解答欄アに書け。また、Bの役割を解答欄イに、Cの役割を解答欄ウに書け。

問 2 下線部②について、フッ素と水との化学反応式を解答欄エに、塩素と水との化学反応式を解答欄オに書け。

[II] モル質量が M [g/mol] である化合物 A を W [g] とり、水に溶かして V [cm³] の均一な水溶液を得た。その水溶液の密度を測定すると d [g/cm³] であった。以下の問いに答えよ。

問 1 この水溶液の A のモル濃度を解答欄カに、質量モル濃度を解答欄キに記号を使って表せ。単位も書け。

問 2 A の質量パーセント濃度を x とし、A のモル濃度を x を含む式で表せ。単位も書け。