

理 科

試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は120分
2. 医学部(保健学科放射線技術科学専攻)は60分

	問 題	ページ
物理	① ~ ③	1 ~ 6
化学	① ~ ④	7 ~ 14
生物	① ~ ③	15 ~ 21
地学	① ~ ④	22 ~ 27

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙に志望学部・受験番号を必ず記入しなさい。
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
3. 試験開始後, この冊子又は解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
5. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。

化 学

必要であれば次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, O = 16, S = 32, Ca = 40

気体定数： $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

1 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

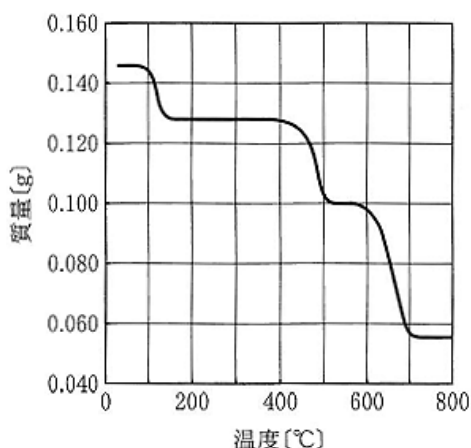
シュウ酸カルシウム一水和物 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 0.146 g に乾燥した窒素ガスを流通しながら、大気圧においてゆっくりと加熱して温度を上げていくと、固体の質量は右図のように3段階に減少した。質量の減少は気体の放出を示し、1段階目と

2段階目はそれぞれ H_2O 、 CO の放出による。

a) 次に、 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 0.073 g と CaCO_3 0.100 g

b) との混合物を室温から 800°C までゆっくりと加熱した。加熱中に発生した気体を 0.055 mol/L の水酸化バリウム水溶液 100 mL に通じて吸収させると、沈殿が生じた。沈殿の生成が完結した

c) 後、上澄み液 25 mL を取って 0.10 mol/L の塩酸で滴定した。発生する気体同士は反応せず、気体を吸収させる間の水酸化バリウム水溶液の体積変化はなかった。



(問 1) 下線部 a) で生じる変化を化学反応式で記せ。

(問 2) 下線部 b) の操作で 200°C 、 550°C 、および 800°C におけるすべての固体の質量はそれぞれ何 g になるか、小数点第三位まで求めよ。

(問 3) 下線部 b) の操作で 200°C 以上の温度で固体から発生するすべての気体の 27°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ における体積は何 mL か求めよ。ただし、小数点第一位を四捨五入して整数で答えよ。

(問 4) 下線部 c) の沈殿生成を化学反応式で記せ。

(問 5) 下線部 d) の操作で中和点までに 0.10 mol/L の塩酸が何 mL 必要か求めよ。ただし、小数点第一位を四捨五入して整数で答えよ。

2 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

世界遺産の富士山の山頂では、海岸部に比べて気圧が低い。このため、インスタントラーメンを作る際、水の温度が100℃まで上がらず調理に長い時間を要する。また、海拔0mの都市で^{a)}空気を袋に採取し、富士山山頂へ持ち込むと、水蒸気がして袋の底に水滴が得られる。^{b)}

富士山山頂は高層大気 of 化学物質の測定拠点としても注目されている。一方、西日本では最近PM 2.5^①が問題となっている。PM 2.5の生成要因のひとつとして硫黄を含む化石燃料の燃焼があげられる。この燃焼によって生じたSO₂が大気中で酸化されSO₃や硫酸となり、硫酸はしやすいため、水蒸気を集めて凝集し、粒子を形成する。

このように大気中でも硫酸が生成するが、硫酸は古くから工業的に重要な物質である。濃硫酸は粘性が高く密度の大きい液体であり、グルコースやショ糖は濃硫酸によってされる。また、加熱すると強い酸化作用を示し、銅や銀など水素よりの小さい金属も溶解する。希硫酸は強い酸性を示し、亜鉛と反応して水素を発生する。希硫酸と硫化鉄を反応させると硫化水素が得られる。^{c)}^{d)}

^①PM 2.5：大気中に浮遊する微小粒子状物質

(問 1) 本文の～に入る適当な語句を記せ。

(問 2) 下線部 a) のとおり、大気圧下での水の沸点は100℃である。次の4つの水素化物について沸点の低いものから順に並べよ。



(問 3) 下線部 b) について、次の各問に答えよ。

(ア) 大気を採取した地点は 27°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ であり、気体の採取量は 280 L であった。この中には 0.36 mol の水蒸気も含まれていた。また、富士山山頂へ登頂したときの気温は 7°C で、気圧の低下にもなって袋の体積は 1.5 倍に膨張した。袋の底にたまった水滴は何 g となったか、小数点第一位まで求めよ。なお、さまざまな温度における水の蒸気圧を測定したところ表のような結果が得られたが、必要に応じ表の蒸気圧の値を用いよ。ただし、ア による袋の中の気体の総物質量の減少は無視できるものとする。

水の蒸気圧の測定結果

温度($^{\circ}\text{C}$)	水の蒸気圧(kPa)
2	0.62
7	0.83
12	1.3
17	1.9
22	2.9
27	4.0
32	5.2

(イ) 硫酸などの強酸性物質が溶解していたため水滴の pH は 3.00 であったが、ある弱酸 (HA と表す) もわずかに含まれていた。HA は水中で H^+ と A^- に電離する。この水滴中の HA の電離度 α はいくらか、小数点第三位まで求めよ。ただし、この弱酸 HA の電離定数 $K_a = 1.0 \times 10^{-4}$ とする。

(問 4) 下線部 c), d) の反応を化学反応式で記せ。

3 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

化合物 A, B, C, D, E はいずれも分子式 $C_9H_{10}O_2$ で示され、カルボニル基を含むパラ-二置換芳香族化合物である。また、それらの化合物は下表に示すような特徴をもつ。なお、これら化合物の置換基には、環の構造、アルケンの構造、アルキンの構造、ヒドロパーオキシド ($-O-O-H$) を含まない。

a) 化合物 A を酸触媒により加水分解するとパラ-メチル安息香酸を与え、これを過マンガン酸カリウムでさらに処理すると、ポリエステル原料となる化合物 F (分子量 166) を与えた。

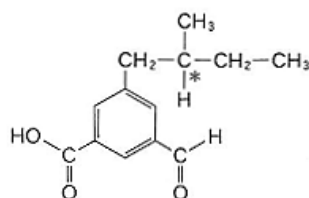
化合物 B を酸触媒により加水分解すると酢酸と化合物 G を生じた。化合物 G は、塩化鉄(III)水溶液を添加すると青紫色に呈色した。

また、化合物 B のオルト-異性体である化合物 H を、適切な酸化剤(過マンガン酸カリウムなど)で処理した後、酸触媒により加水分解すると、医薬品や染料などの原料としてよく用いられている化合物 I を与えた。

さらに、化合物 I とメタノールを濃硫酸の作用で反応させると、特有の芳香のある、消炎鎮痛作用を有す化合物を与えた。
b)

化合物	銀鏡反応	ヨードホルム反応	塩化鉄(III)水溶液の添加	不斉炭素
A	示さない	示さない	呈色しない	ない
B	示さない	示さない	呈色しない	ない
C	示す	示す	呈色しない	ある
D	示す	示さない	青紫色に呈色する	ある
E	示さない	示す	青紫色に呈色する	ない

(問 1) 化合物 A ~ I の構造式を記せ。なお、構造式は次の例にならって記せ。また、不斉炭素があれば * を用いて記すこと。



(* は不斉炭素を示す)

(問 2) 下線部 a) の 2 段階反応で、パラ-メチル安息香酸は化合物 A から理論的に期待される生成量の 95 % が、化合物 F はパラ-メチル安息香酸から理論的に期待される生成量の 60 % が、それぞれ得られた。1.50 g の化合物 A から、化合物 F は何 g 得られるか。小数点第二位まで求めよ。

(問 3) 下線部 b) の反応について、この化学反応式を記せ。

(問 4) 化合物 E のヨードホルム反応を化学反応式で記せ。

4 (選択問題)

4 A または 4 B のいずれかを選択し、解答せよ。

4 A (選択問題) 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

繊維は天然繊維と化学繊維に大きく分けられる。天然繊維には木綿^{a)}、麻などの植物繊維と羊毛、絹^{b)}などの動物繊維がある。化学繊維は、化学工程を経てつくられる繊維で、セルロースなどの天然高分子を原料とする再生繊維^{c)}と、合成高分子を原料とする合成繊維に大別される。再生繊維は、パルプなどの短い植物繊維をいったん溶液としたのち、非常に長い繊維に成形したもので、レーヨンと呼ばれている。半合成繊維としてはアセテート繊維がよく知られている。合成繊維^{d)}は、ナイロン、ポリエステル、アクリル、ビニロンなど、人工的に合成されたものである。

(問 1) 下線部 a) について、木綿の性質としてもっとも適切なものを選び、記号で記せ。

- (ア) 酸にも塩基にも弱い。
- (イ) 酸には強いが、塩基には弱い。
- (ウ) 酸には弱いが、塩基には強い。
- (エ) 酸にも塩基にも強い。

(問 2) 下線部 b) について、絹糸の主成分は何と呼ばれるタンパク質か、名称を記せ。

(問 3) 下線部 c) について、再生繊維には作り方の違いにより 2 種類のレーヨンがある。それぞれ何と呼ばれているか、名称を記せ。

(問 4) 下線部 d) の合成繊維について、以下の各問に答えよ。

- (ア) 次の 4 つの合成繊維の中で、窒素原子を含む合成繊維が 2 つある。それぞれ構造式で記せ。ただし、重合度を n とする。
ナイロン 6 ポリエチレンテレフタレート ポリアクリロニトリル ビニロン
- (イ) ナイロン 66 のメチレン鎖をベンゼン環にした繊維は何と呼ばれているか、名称を記せ。また、その高分子はナイロン 66 に比べ、どのような特長があるか、2 つ記せ。
- (ウ) ナイロン 66 は化合物 A とアジピン酸の加熱による縮合重合により得られるが、アジピン酸を化合物 B に変えると、その高反応性のため室温下でも繊維を合成することができる。化合物 A, B を構造式で記せ。
- (エ) 高分子量のポリエチレン繊維 2.8 g を完全に燃焼させたとき、何 g の二酸化炭素が発生するか、小数点第一位まで求めよ。

4 B (選択問題) 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

植物は成長に必要な元素を無機物の形で取り入れる。炭素については、葉緑体に二酸化炭素を取り入れ、太陽エネルギーを利用して炭水化物を合成する。この反応は次式で表される。



デンプンは、 α -グルコースが縮合反応した構造をもつ多糖であり、植物の種子や根茎などに貯蔵糖として含まれる。

一方、動物は成長に必要な元素を有機物の形で取り入れる。例えばヒトがデンプンを摂取すると、デンプンはアミラーゼなどの作用でグルコースに分解されて消化管から吸収され、好気呼吸によって光合成の逆反応でエネルギーを取り出すことや、必要な生体分子の合成に利用される。

タンパク質や脂肪も同様に消化・吸収され、利用される。また、酸素を必要としない嫌気呼吸によってエネルギーを取り出し、必要な生体分子を合成する生物も存在し、酵母によるアルコール発酵がその一例である。

(問 1) 下線部 a) について、デンプンはアミロースとアミロペクチンからなる。アミロースにおいては、 α -グルコースの何位の OH 基と何位の OH 基の間で縮合しているか記せ。また、アミロペクチンにおいて枝分かれ構造を形成する場合は、何位の OH 基と何位の OH 基の間で縮合しているか記せ。

(問 2) 下線部 b) について、90℃に保ったデンプン水溶液と 37℃に保ったデンプン水溶液に、同じアミラーゼ水溶液を同量添加し、それぞれの温度に保ったまま一定時間反応させた。その後、同量のヨウ素溶液をそれぞれのデンプン水溶液に加えたところ、一方のみが青紫色を呈した。青紫色を呈したのはどちらの温度に保ったデンプン水溶液であるか答えよ。また、そのデンプン水溶液のみがヨウ素デンプン反応によって青紫色を呈した理由を簡潔に説明せよ。

(問 3) 下線部 c) について、ATP の合成も重要な反応である。ATP に関する以下の各問に答えよ。

(ア) ATP の日本語名称を記せ。

(イ) ATP を構成する糖および塩基の名称を記せ。

(ウ) 動物の好気呼吸において、ADP から ATP を合成する反応の名称を記せ。同様に、植物が光合成の過程において ADP から ATP を合成する反応の名称を記せ。

(問 4) 下線部 d) について、ヒトの胃液に含まれるタンパク質を分解する消化酵素および小腸液に含まれる脂肪を分解する消化酵素の名称をそれぞれ記せ。

(問 5) 下線部 e) について、酵母がグルコースを利用してアルコール発酵を行う場合の化学反応式を記せ。また、36 kg のグルコースがすべてアルコールに変換された場合、何 L のアルコールが生成するか記せ。ただし、アルコールの密度は 0.80 g/cm^3 として計算せよ。