

(前期日程)

平成27年度 理科 物理基礎・物理(物理) 化学基礎・化学(化学)

科目の選択方法

教育学部の受験者

届け出た1科目を解答すること。

理学部の受験者

各受験コースで指定された科目を解答すること。

医学部の受験者

物理基礎・物理(物理)と、化学基礎・化学(化学)を解答すること。

工学部の受験者

機械工学科、電気電子工学科を受験する者は、物理基礎・物理(物理)を解答すること。

環境建設工学科、機能材料工学科、応用化学科、情報工学科を受験する者は、物理基礎・物理(物理)、化学基礎・化学(化学)のいずれか1科目を解答すること。

農学部の受験者

届け出た1科目を解答すること。

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 出題科目およびページは、下表のとおりです。

出題科目	ページ
物理基礎・物理(物理)	1～11
化学基礎・化学(化学)	12～22

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 解答は、すべて解答用紙の指定のところに記入しなさい。

化学基礎・化学（化学）

すべての受験者は、**1**～**5**の全問を解答しなさい。

なお、問題を解くのに必要があれば、下記の数値を用いなさい。

原子量 H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0, Na = 23.0,

Cl = 35.5, Ca = 40.1

1 次の文章を読み、問1～問6に答えなさい。

元素を **ア** の順に並べ、性質のよく似た元素を縦の列に並ぶように配列した表を元素の周期表といい、元素の種類を典型元素と **イ** に分けることができる。水素には、原子核に陽子を1個もち、**ウ** を1個ももたない原子と、1個もつものが存在し、これらをたがいに **エ** という。

典型元素では、**ア** の増加にともなって周期的に **オ** の数が変化し、**オ** の数が1のもの(水素を除く)をアルカリ金属とよぶ。アルカリ金属の単体は還元力が強く、常温で激しく水と反応して水素を発生する。従って、一般的にアルカリ金属は空気中に含まれる水蒸気や酸素と反応するのを防止するため **カ** 中に保存する。

一方、**オ** の数が7のものをハロゲンといい、単体は酸化力の強い分子であり、**ア** が小さいものほど酸化力が強い。放射性元素を除く4種のハロゲンの単体のうち最も酸化力が強いものは、化学式で **キ** と表される。ハロゲンの中で最もよく使用されるのが塩素であり、塩素ガスを水に溶かすと次亜塩素酸を生じ、殺菌や漂白作用がある。

炭素は周期表の14族に属する非金属元素であり、単体にはダイヤモンド、黒鉛、フラーレンなどの **ク** がある。炭素の酸化物である二酸化炭素は、実験室では石灰石(炭酸カルシウム)に塩酸を加えて発生させる。工業的には、石灰石を熱分解して二酸化炭素を得る。なお、二酸化炭素を常圧で -78.5°C 以下にすると、**ケ** とよばれる固体となる。

はすべて金属元素であり、そのうちの金、銀、銅は11族に属する。金はきわめて反応性に乏しいが、 とよばれる濃硝酸と濃塩酸の体積比が1 : 3の混合溶液には溶ける。

問 1 文章中の から に適切な語句を入れなさい。

問 2 下線部①について、ナトリウムと水の反応式を書きなさい。

問 3 下線部②について、酸化力の違いを示す反応の例として、塩素ガスを臭化カリウム溶液に吹き込んだときの反応式を書きなさい。

問 4 下線部③について、塩素ガスを水に吹き込んで塩化水素と次亜塩素酸を生じる反応式を書きなさい。

問 5 下線部④について、石灰石に塩酸を加えて二酸化炭素を発生させる反応式を書きなさい。

問 6 下線部⑤について、50 g の石灰石から何 g の二酸化炭素が得られるかを有効数字 2 桁で答えなさい。

2 次の I, II の問いに答えなさい。

I. 次の文章を読み、問 1～問 5 に答えなさい。

密閉容器内に液体を入れたとき、単位時間あたりに蒸発する液体分子の数と凝縮する気体分子の数が等しい状態を という。このときの蒸気の圧力を という。 は物質固有の値を示し、温度が高くなると 。液体を加熱して温度を上げると、液面だけでなく内部からも蒸発が激しく起こるようになる。この現象を といい、大気圧下では水は 100℃、エタノールは 78℃、ジエチルエーテルは 34℃で する。

純物質を加熱し、融解や が起こり始めると、それが終わるまでは 温度が一定に保たれる ^①。物質が融解するときに吸収する熱量を融解熱、蒸発するときに吸収する熱量を蒸発熱という。

問 1 , , に適切な語句を入れなさい。

問 2 に入る適切な語句を選び、記号で答えなさい。

(A) 高くなる

(B) 低くなる

問 3 水、エタノール、およびジエチルエーテルを分子間に働く力が大きいものから順に並べなさい。

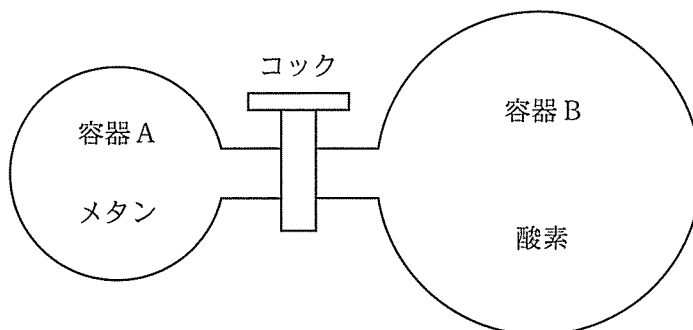
問 4 下線部①となる理由を 30 文字以内で説明しなさい。

問 5 0℃の氷 18 g をすべて 100℃の水蒸気に変化させるのに必要な熱量は何 kJ かを有効数字 2 桁で答えなさい。ただし、氷の融解熱は 6.0 kJ/mol、水の蒸発熱は 41 kJ/mol、水の比熱容量は 4.2 J/(g・K) とする。

比熱容量は比熱ともよばれる。

II. 次の文章を読み，問 1～問 2 に答えなさい。

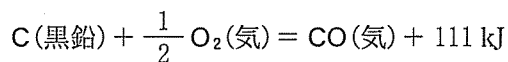
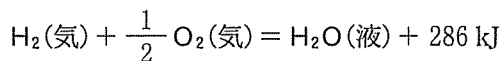
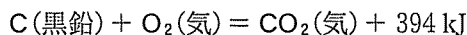
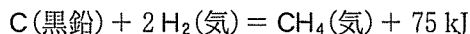
図のように，容積 1.0 L の容器 A に $3.0 \times 10^5\text{ Pa}$ のメタンを入れ，容積 2.0 L の容器 B に $6.0 \times 10^5\text{ Pa}$ の酸素を入れて連結させた。 $27\text{ }^\circ\text{C}$ に保ったまま，コックを開けて気体を混合させた。



問 1 メタンの分圧 P_M ，酸素の分圧 P_O ，および混合気体の全圧 P を有効数字 2 桁で答えなさい。

問 2 混合気体に点火し，完全に反応させた後 $27\text{ }^\circ\text{C}$ に戻した。反応後の容器内の全圧を有効数字 2 桁で答えなさい。ただし，生成した水の体積や蒸気圧を無視する。

3 次の熱化学方程式を用いて、問1～問5に答えなさい。



問1 メタンの生成熱を答えなさい。

問2 炭素(黒鉛) 1.0 g が完全燃焼する時に放出される熱量を有効数字2桁で答えなさい。

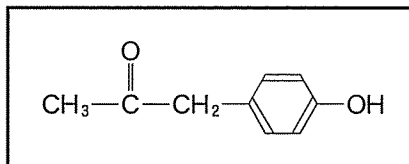
問3 一酸化炭素とメタンの燃焼熱をそれぞれ求め、各反応の熱化学方程式を書きなさい。

問4 水素、一酸化炭素、およびメタンの混合気体が 0.100 mol ある。この混合気体を十分な酸素の存在下で完全に燃焼させたところ、水 0.040 mol と二酸化炭素 0.080 mol が生じた。最初の混合気体中の水素、一酸化炭素、メタンの物質量を有効数字2桁で答えなさい。ただし、それぞれの気体の燃焼以外の反応は考えないとする。

問5 問4の混合気体を完全に燃焼させたときに発生する熱量を有効数字2桁で答えなさい。

- 4 次の実験操作に関する文章を読み、問 1～問 6 に答えなさい。なお、構造式は以下の記入例にならって書きなさい。

記入例



ニトロベンゼン 1 mL を太い試験管にとり、粒状のスズ 4 g と濃塩酸 5 mL を加え、よく振り混ぜながら約 70 °C の温水で約 20 分間加熱する。そして、ニトロベンゼンの油滴が消えたら、^①液体だけを 100 mL のビーカーに移して冷却後、ガラス棒でかき混ぜながら、6 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液をピペットで少しずつ加える。^②沈殿が生じるが、それが再び溶けて乳濁液になるまで加えると、溶液に黄色の油状物質が浮く。この油状物質と少量のジエチルエーテルを太い試験管に入れ、ゴム栓をして振り混ぜた後、栓を外して静置する。その上層だけをピペットでとり、蒸発皿に入れ、ジエチルエーテルを蒸発させてアニリンを得る。

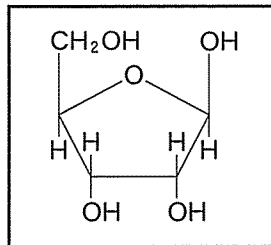
次に、100 mL ビーカー(A)にアニリン 1 mL と 2 mol/L 塩酸 12 mL を加え、それらをよく混合した溶液をつくる。100 mL ビーカー(B)に 10 % 亜硝酸ナトリウム水溶液 8 mL をとる。そして、ビーカー(A)と(B)を氷水の入ったバットに浸して 5 °C 以下に冷やす。^③ビーカー(A)の水溶液に少しずつビーカー(B)の水溶液を全量加えると化合物(1)の水溶液が生じる。^④100 mL ビーカー(C)にフェノール 0.5 g を入れ、2 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 20 mL を加えて溶かした後、これにビーカー(A)中の化合物(1)の水溶液を少しずつ加えると橙赤色の化合物(2)が生じる。

- 問 1 アニリンを検出するための呈色反応で使用する試薬の名称と、呈色反応後の色、およびアニリンの構造式を書きなさい。
- 問 2 下線部①について、ニトロベンゼンから生成した反応生成物の名称と構造式を書きなさい。
- 問 3 下線部②について、水酸化ナトリウム溶液を加える理由を 15 文字以内で説明しなさい。
- 問 4 下線部③について、この反応の名称、およびこの反応で生成する化合物(1)の名称と構造式を書きなさい。
- 問 5 下線部④について、この反応の名称、およびこの反応で生成する化合物(2)の名称と構造式を書きなさい。
- 問 6 下線部③について、冷却しながら反応させる理由を 25 文字以内で説明しなさい。

5 次の I, II, IIIの問いに答えなさい。

I. 問1と問2の文章を読み、設問に答えなさい。なお、構造式は以下の記入例にならって書きなさい。

記入例



問1 単糖類は脱水縮合して二糖類や多糖類を形成する。

- ① ② ③
- (1) 下線部①の一つである α -グルコースの構造式を書きなさい。
 - (2) 下線部②によって形成される結合の名称を答えなさい。
 - (3) 下線部③に関して α -グルコースが脱水縮合したマルトースの構造式を書きなさい。

問2 単糖類や二糖類の多くは銀鏡反応を示すが、二糖類のスクロースは銀鏡反応を示さない。その理由を述べた以下の文章の ~ に適切な数字または語句、および , に適切な官能基の構造式を答えなさい。なお、単糖類を構成する炭素原子の位置番号を「位」と表現する。

スクロースは α -グルコースの 位の炭素原子に結合した—OHと 員環構造の β - の 位の炭素原子に結合した—OHが脱水縮合して生じる。この脱水縮合は、 α -グルコースの鎖状構造において を示す と、 β - の鎖状構造において を示す の間で形成される。このため、スクロースは化合物の の有無を判定する銀鏡反応を示すことができない。

II. 問 1 と問 2 の文章を読み、設問に答えなさい。

問 1 デンプンに関する以下の文章の ~ に適切な数字または語句、および に適切な化学式を答えなさい。なお、単糖類を構成する炭素原子の位置番号を「位」と表現する。

デンプンはらせん構造をもつ と枝分かれ構造をもつ という二種類の多糖類から構成されている。 は α -グルコースの 位と 位の炭素原子に結合した—OH が次々と脱水縮合したものである。 はさらに α -グルコースの 位と 位の炭素原子に結合した—OH でも縮合するため、枝分かれ構造をもつ。水溶液中のデンプンの検出には、鋭敏で青紫色を呈する 反応が用いられる。デンプンを加水分解したものにフェーリング液を加えて加熱すると、 の赤色沈殿を生じる。

問 2 デンプンはアミラーゼやマルターゼといった酵素によって加水分解され、デキストリンやマルトースを経て、最終的にグルコースとなる。今、ある量のデンプンを加水分解することで、17.1 g のマルトースを得た。

- (1) 何 g のデンプンが加水分解されたかを有効数字 3 桁で答えなさい。ただし、すべてのデンプンがマルトースに分解されたとする。
- (2) このマルトースから最終的に何 g のグルコースを加水分解によって得ることができるかを有効数字 3 桁で答えなさい。

Ⅲ. 次の問 1～問 3 に答えなさい。

問 1 動物にも肝臓や筋肉に蓄えられる動物デンプンとも呼ばれる多糖類が存在する。その名称を以下のⅠ群から 1 つ選んで記号で答えなさい。

問 2 植物が作る多糖類セルロースは β -グルコースが次々と脱水縮合したものであるが、分子全体としてどのような構造をしているか。以下のⅡ群から 1 つ選んで記号で答えなさい。

問 3 セルロースを原料として再生繊維や半合成繊維を作ることができる。以下のⅢ群からセルロースを原料としないものを 1 つ選んで記号で答えなさい。

- | | | |
|----|--------------------|-------------|
| Ⅰ群 | (a) グリコーゲン | (b) グルタミン酸 |
| | (c) ヌクレオチド | (d) ポリペプチド |
| Ⅱ群 | (a) 直線状構造 | (b) 枝分かかれ構造 |
| | (c) β -シート構造 | (d) らせん構造 |
| Ⅲ群 | (a) アセテート | (b) セロハン |
| | (c) 銅アンモニアレーヨン | (d) ナイロン 66 |