

令和4年度 公立学校教員採用候補者選考試験問題

理科(化学)

1 / 8 枚中

注意 答はすべて解答用紙の解答欄に記入すること。

必要があれば、次の値を使用せよ。

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

ファラデー定数： $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

原子量：H=1.0、C=12、O=16、K=39、Ni=59、Cu=64、I=127

第1問題 次の問に答えよ。

問1 滑車などの道具と力について、次の(1)～(5)に答えよ。ただし、滑車とひもの質量は無視できるものとする。

(1) 定滑車と動滑車のはたらきとして適切な組合せを、A～Dから一つ選び、記号で答えよ。

	定滑車	動滑車
A	力の向きを変える。	力の向きを変える。
B	力の向きを変える。	持ち上げる力の大きさを半分にする。
C	持ち上げる力の大きさを半分にする。	力の向きを変える。
D	持ち上げる力の大きさを半分にする。	持ち上げる力の大きさを半分にする。

(2) 図1のように組み合わせた滑車を用いて、重さ48 Nの物体を30 cm持ち上げる。このとき、ひもを引く力の大きさ[N]と引く距離[cm]を答えよ。

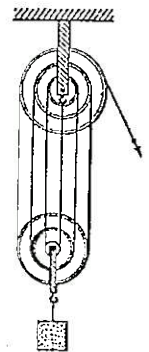


図1

(3) (2)では、この装置を用いず直接持ち上げた場合と比べて、人が直接加える力の大きさは小さくなったが、ひもを引く距離が長くなっている。このように、道具を用いると力は小さくて済むが、必要な仕事の大きさ(量)は変わらないことを何というか、答えよ。

(4) 次に、図2のように組み合わせた滑車について考える。このような方法で動滑車を n 個(図2では3個)組み合わせた装置を用いて、重さ W [N]の物体を L [m]持ち上げる場合、ひもを引く力の大きさと引く距離はいくらになるか、 n を用いて答えよ。

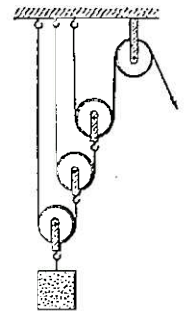


図2

(5) 滑車を用いた装置のように、加えるのは小さな力だが、直接仕事をするところでは大きな力となるようにする方法として、「油圧」を用いる方法がある。この方法を「パスカルの原理」で説明せよ。ただし、文中に「圧力」という語を用いること。

問2 表1は、塩化ナトリウムと硝酸カリウムの水に対する溶解度 (g/100 g 水) を各温度ごとに示したものである。表1を用いて、後の(1)～(3)に答えよ。

表1

	10℃	20℃	60℃	80℃
塩化ナトリウム	37.7	37.8	39.0	40.0
硝酸カリウム	22.0	31.6	109	169

- (1) 80℃における塩化ナトリウムの飽和溶液の質量パーセント濃度は何%か、有効数字3桁で答えよ。
- (2) 60℃の硝酸カリウムの飽和溶液 100 g を 20℃に冷却すると、何 g の結晶が析出するか、有効数字3桁で答えよ。
- (3) 硝酸カリウムに少量の塩化ナトリウムが含まれる混合粉末Xが 100 g ある。この混合粉末X 100 g を 60℃の水 100 g に完全に溶かした後に 10℃に冷却すると、純粋な硝酸カリウムの結晶が 75.4 g 得られた。混合粉末X中に含まれていた塩化ナトリウムの質量の割合は何%か、有効数字3桁で答えよ。

問3 植物の光合成について、次の(1)～(4)に答えよ。

- (1) 植物の葉を用いて、いくつかの条件を組み合わせ【実験1】を行い、二酸化炭素が光合成に使われるかどうかを調べた。後の①、②に答えよ。

【実験1】

手順1：図3のように3本の試験管(あ)～(う)を用意し、(あ)と(い)にタンポポの葉を入れる。(う)には何も入れない。

手順2：手順1で準備した試験管(あ)～(う)に、ストローで息をふきこみ、ゴム栓でふたをする。(い)にはアルミニウムはくを巻く。

手順3：手順2で準備した試験管(あ)～(う)に30分間、光を当てた後、それぞれの試験管に少量の石灰水を入れ、ゴム栓をしてよく振る。

結果：試験管(あ)～(う)のうち2本は石灰水が白濁したが、1本は白濁しなかった。

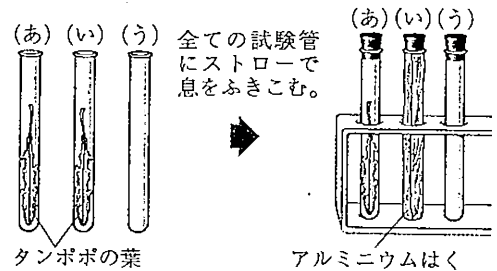


図3

- ① 【実験1】について、生徒同士で次の会話があった。ア～エにあてはまる試験管(あ)～(う)の記号の組合せとして、最も適切なものをA～Fから一つ選び、記号で答えよ。

生徒Ⅰ「光合成を行わなくても、植物があれば二酸化炭素は減るかもしれないよ。」

生徒Ⅱ「試験管アとイの結果を比較してみたら分かるよ。」

生徒Ⅰ「植物がなくても、光を当てれば二酸化炭素が減るかもしれないよね。」

生徒Ⅱ「それは、試験管ウとエの結果を比較してみたら分かるよ。」

	ア	イ	ウ	エ
A	(あ)	(い)	(あ)	(う)
B	(あ)	(い)	(い)	(う)
C	(あ)	(う)	(あ)	(い)
D	(あ)	(う)	(い)	(う)
E	(い)	(う)	(あ)	(い)
F	(い)	(う)	(あ)	(う)

- ② 【実験1】で、石灰水が白濁しなかったのは、どの試験管か、(あ)～(う)から一つ選び、記号で答えよ。

- (2) 植物の光合成では、光エネルギーを有機物がもつ化学エネルギーへ変換している。このとき、エネルギーの変換の仲立ちをし、「エネルギーの通貨」にも例えられる物質の名称を答えよ。
- (3) 植物は、光合成によって生産した有機物を大きく二つの目的のために利用している。これについて、次の文の オ にあてはまる語を答えよ。

植物は、光合成で生産した有機物を、からだを構成する物質の合成に用いるとともに、 オ によって分解することで生命活動のエネルギーを取り出している。

- (4) 【実験1】から、植物に光を当てると二酸化炭素が光合成に使われることを学んだ後に、生徒同士で次の会話があった。

生徒Ⅰ「明るさが違うと光合成の速さって変わるのかな。」

生徒Ⅱ「明るさで光合成の速さが変わるのかは、【実験1】では分からないよ。」

その後、生徒たちは「植物の光合成の速さは明るさが増すと速くなる」と仮説を立て、【実験2】の計画を立てた。後の①、②に答えよ。

【実験2】

手順1：(a) 炭酸水素カリウムを加えた緩衝液を入れた500 mL ビーカーに、茎をかみそりでなめに切った水草をさかさまにして入れる。そして図4のように、(b) この水草を入れたビーカーと光源との間に水の入った1 L ビーカーを置く。そして、水草の入ったビーカーの水温を測定する。

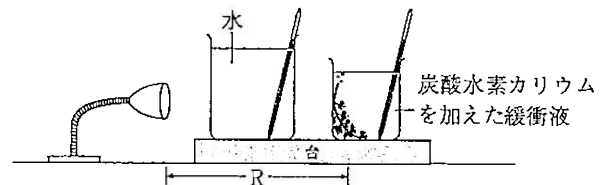


図4

手順2：光源をできるだけ水草に近づけ、そのときの光源と水草までの距離Rを測定する。

手順3：水草に光を当て、茎からの気泡の出方がほぼ一定になったら、10個の気泡が出るのにかかる時間をストップウォッチで測定する。測定は3回行う。

手順4：測定終了後、二つのビーカー内の水温を測定する。

手順5：光源から水草までの距離Rを変化させて、手順2～手順4を行う。

- ① 下線部(a)の処理は、何のために行うのか、A～Dから一つ選び、記号で答えよ。
- A 500 mL ビーカー内のpHを一定に保つため。
 - B 500 mL ビーカー内の二酸化炭素量を一定に保つため。
 - C 500 mL ビーカー内の余分な酸素を取り除くため。
 - D 500 mL ビーカー内の余分な二酸化炭素を取り除くため。
- ② 下線部(b)で、水草を入れたビーカーと光源との間に水の入ったビーカーを置く理由は何か、A～Dから一つ選び、記号で答えよ。
- A 有害な紫外線を吸収させるため。
 - B 光を拡散させ、水草に均一に光を当てるため。
 - C 光源の光を自然の光に近い状態にするため。
 - D 水草を入れたビーカーの水温を光源の熱で上昇させないため。

問4 フェーン現象をモデル実験するため、図5のように密閉容器にゴム風船を入れた装置で実験を行った。ゴム風船内のはじめの状態を調べたところ、気圧は1000 hPa、温度は20℃であった。その後、ポンプを用いて容器内の気圧を下げたり上げたりして、ゴム風船内の気圧、温度及び様子を記録した。【記録1】～【記録3】について、後の(1)～(3)に答えよ。ただし、ゴム風船のゴム膜は熱と空気を通さないものとする。

【記録1】密閉容器内の気圧を下げると、ゴム風船内の温度が下がった。ゴム風船内の気圧が950 hPaになるとゴム風船内に水滴がではじめ、このときを境にして温度の下がる割合が カ になった。
 【記録2】さらに、気圧を下げると、水滴が風船の底にたまったので、空気の出入りがないようにして (c) その水を注射器で取り除いた。 (d) このとき風船内の水蒸気の圧力は、その温度での飽和水蒸気圧に達していた。
 【記録3】気圧を1000 hPaに上げると、風船内の温度は キ になった。

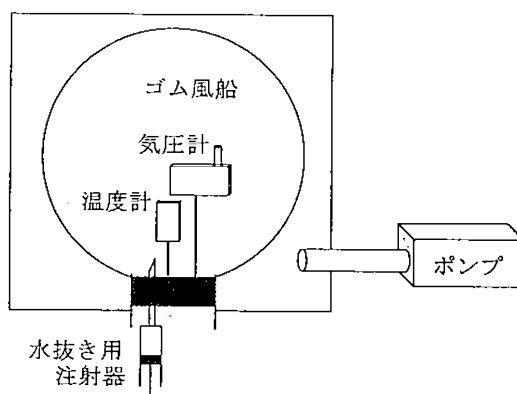


図5

(1) カ キ にあてはまる語句として最も適切な組合せをA～Fから一つ選び、記号で答えよ。

	カ	キ
A	大きく	20℃より高く
B	大きく	20℃に
C	大きく	20℃より低く
D	小さく	20℃より高く
E	小さく	20℃に
F	小さく	20℃より低く

(2) 下線部(c)は、フェーン現象のどのような状況に対応したものか、最も適切なものをA～Dから一つ選び、記号で答えよ。

- A 上昇気流が発生した。
- B 水蒸気が凝結して雲が発生した。
- C 地面に雨が降った。
- D 乾燥した風が吹いた。

(3) 下線部(d)に関連して、このときの風船内の状態を述べた文はどれか、最も適切なものをA～Dから一つ選び、記号で答えよ。

- A 風船内の温度は、風船内の露点(露点温度)より高い。
- B 風船内の水蒸気の圧力は、はじめの状態での水蒸気の圧力より高い。
- C 風船内の飽和水蒸気圧は、はじめの温度での飽和水蒸気圧より低い。
- D 風船内の相対湿度が、100%になっていない。

問5 中学校学習指導要領（平成29年告示）解説「理科編 第1章 総説」及び高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説「理科編理数編 第1部 第1章 総説」には、資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージが示されている。

高等学校基礎科目の例として記載されている「学習過程例（探究の過程）」について、図6の ク ～ サ にあてはまる語句を答えよ。

資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ（高等学校基礎科目の例）

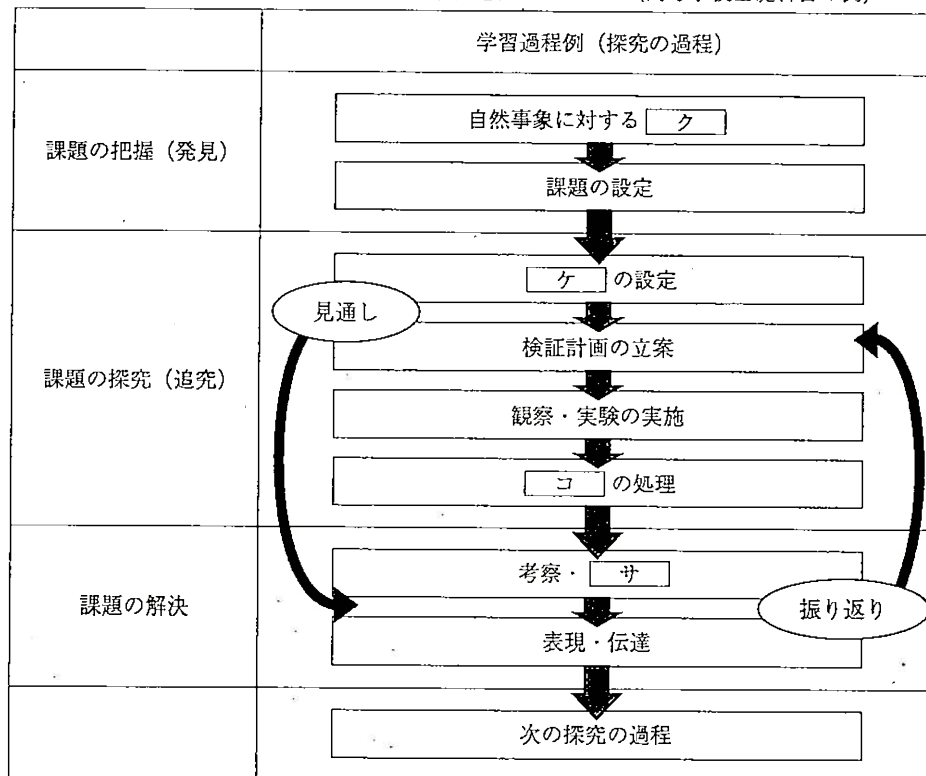


図6

第2問題 次の文章を読み、後の問に答えよ。

周期表の [ア] 族に属する銅は、天然に単体として産出されることもあるが、多くは硫化物や酸化物として存在している。①単体の銅は、赤色の光沢をもった金属で、イオン化傾向が水素より小さく、塩酸や希硫酸とは反応しないが、②酸化力の強い熱濃硫酸や硝酸とは反応する。

単体の銅は、希硫酸とは反応しないが、加熱して酸化銅(Ⅱ)にした後、希硫酸を加えると溶けて硫酸銅(Ⅱ)の水溶液になる。硫酸銅(Ⅱ)水溶液に少量ずつアンモニア水を加えると、はじめ青白色の沈殿 [A] が生成するが、さらにアンモニア水を加えるとこの沈殿は溶け、[イ] 色の錯イオン [B] を生成して溶ける。濃厚な [B] の溶液を [ウ] 試薬といい、セルロースを溶かす性質があるので、③銅アンモニアレーヨンの製造に利用される。

④単体の銅は、鉱石から得られた粗銅の電解精錬によって製造される。銅は電気・熱の良導体で、やわらかく、加工しやすいため、電線や調理器具など広く利用されている。また、さまざまな合金の材料として使われる。たとえば、30～40%の亜鉛を含んだ合金を [エ]、スズとの合金を [オ] という。

問1 [ア] ～ [オ] にあてはまる語や数字を答えよ。

問2 [A]、[B] にあてはまる化学式を答えよ。

問3 下線部①について、銅の結晶構造は面心立方格子である。単位格子の一辺の長さを a [cm]、銅の原子量を M 、アボガドロ定数を N [/mol] とするとき、銅の密度 d [g/cm³] を、 a 、 M 、 N を使った文字式で表せ。

問4 下線部②について、次の(1)、(2)で起こる反応をそれぞれ化学反応式で表せ。

(1) 熱濃硫酸に銅を加える。

(2) 希硝酸に銅を加える。

問5 下線部③について、銅アンモニアレーyonは、ビスコースレーyonとともに、化学繊維の中の何繊維に分類されるか、漢字で答えよ。

問6 下線部④について、次の文章を読み、後の(1)～(3)に答えよ。

ニッケルと銀を含む粗銅 100.0 g を陽極に、純銅を陰極に用いて、⑤約 0.3～0.4 V の低電圧で硫酸酸性の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電気分解した。9.65 A の電流を 100 分間流したところ、陽極の質量が 80.0 g となり、陽極の下に不溶物(陽極泥)が 1.0 g 沈殿した。

(1) 陰極の質量は何 g 増加したか、有効数字 3 桁で答えよ。

(2) 粗銅中の銅の質量の割合は何%か、有効数字 3 桁で答えよ。ただし、粗銅の組成は変化しないものとする。

(3) 下線部⑤について、約 0.3～0.4 V の低電圧で電気分解を行う理由を説明せよ。

第3問題 次の文章を読んで、後の問に答えよ。

キップの装置(図7)を用いて硫化鉄(Ⅱ)と希硫酸から硫化水素を発生させ、気体を捕集した。その後、①コックをとじると自動的に反応が停止した。

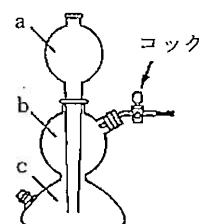


図7

問1 硫化鉄(Ⅱ)を入れる場所を図7のa～cから一つ選び、記号で答えよ。

問2 下線部①の現象が生じた理由を説明せよ。

問3 発生した硫化水素を乾燥させるために用いることのできる物質をA～Cから一つ選び、その記号と化学式を答えよ。また、発生した硫化水素を乾燥させるために用いることのできない物質について、A～Cより二つ選び、その記号と用いることのできない理由を説明せよ。

A 酸化カルシウム B 塩化カルシウム C 濃硫酸

問4 金属イオンを含む水溶液に硫化水素を通すと、硫化物が沈殿することが多い。この沈殿反応は、金属イオンの確認や分離に用いられる。次の文章を読み、後の(1)、(2)に答えよ。

硫化水素は水に溶解すると、次のような2段階の電離平衡が成立する。



Cu^{2+} と Mn^{2+} をそれぞれ $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ ずつ含んでいる混合水溶液がある。この混合水溶液に H_2S を十分に通じると、④水溶液のpHを適当な値に設定しておけば、片方の金属イオンのみ沈殿が生じる。また、⑤もう一方の金属についても、pHを調節すれば沈殿が生じるようになる。

(1) 下線部④について、混合水溶液のpHを1.0に保ちながら H_2S を十分に通じたときに生じる沈殿の化学式を答えよ。また、沈殿しないで溶液中に残っている Cu^{2+} と Mn^{2+} の濃度はそれぞれ何mol/Lか、有効数字2桁で答えよ。ただし、 CuS 、 MnS の溶解度積はそれぞれ $6.0 \times 10^{-36} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ 、 $3.0 \times 10^{-13} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ とし、硫化水素の飽和濃度は 0.10 mol/L とする。

(2) 下線部⑤について、混合水溶液を塩基性にしたところ、(1)では沈殿を生じなかった金属イオンについても、硫化物の沈殿を生じた。水溶液を塩基性にするだけでなぜ沈殿が生じるのか、説明せよ。

第4問題 片方の管に「へこみ」がある、ふたまた試験管を用いて炭化カルシウムと水からアセチレンを発生させ、試験管に捕集した。次の問に答えよ。

問1 下線部の反応を、化学反応式で表せ。

問2 アセチレンが発生しているときの実験装置の概略図をかき表せ。ただし、次の①～③がわかるようにかき表すこと。
なお、ふたまた試験管や捕集用の試験管を支えるためのスタンドや手はかかなくてよい。

- ① ふたまた試験管の形
- ② 反応物とふたまた試験管の「へこみ」の位置関係
- ③ 気体の捕集方法

問3 2.0 Lの容器に乾燥したアセチレン0.020 molと酸素0.080 molを入れて27℃にした。これに点火し、アセチレンを完全燃焼させた後、温度を27℃に保った。このとき、次の(1)～(3)に答えよ。ただし、生成した水の体積及び水への気体の溶解は無視できるものとし、27℃における水の飽和蒸気圧は 3.6×10^3 Paとする。

- (1) アセチレンの燃焼熱は1300 kJ/molである。このことを熱化学方程式で表せ。
- (2) 生じた水のうち、何%が液体になっているか、有効数字2桁で答えよ。
- (3) 容器内の圧力は何Paか、有効数字2桁で答えよ。

問4 アセチレンに次の(1)～(3)の物質を作用させたときの生成物は何か、それぞれ名称を答えよ。

- (1) 水
- (2) 酢酸
- (3) シアン化水素

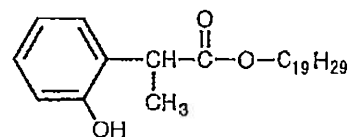
第5問題 次の問に答えよ。

問1 リノール酸(分子量280)のみを構成脂肪酸とする油脂Xについて、次の

(1)～(3)に答えよ。

- (1) 油脂Xの構造式を答えよ。ただし、構造式は右の例にならって記すこと。
- (2) けん化価を求め、整数値で答えよ。
- (3) ヨウ素価を求め、整数値で答えよ。

例



問2 ステアリン酸w [g]をシクロヘキサンに溶かして全体を100 mLにした。この溶液v [mL]を水面に滴下したところ、やがてシクロヘキサンが蒸発してステアリン酸分子が水面に広がり、面積が S_1 [cm²]の単分子膜ができた。単分子膜におけるステアリン酸1分子が占有する面積を S_2 [cm²]、ステアリン酸のモル質量をM [g/mol]として、この実験から求められるアボガドロ定数をw、v、 S_1 、 S_2 、Mを用いて表せ。