

クラス		受験番号	
出席番号		氏名	

2015年度

第3回 全統記述模試問題

理 科

(物理基礎 化学基礎) (1科目 30分)
 (生物基礎 地学基礎)

2015年10月実施 (物 理 化 学) (1科目 60分)
 (生 物 地 学)

試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かず、下記の注意事項をよく読むこと。

注 意 事 項

1. 問題冊子は88ページである(物理基礎 1～6ページ, 化学基礎 7～11ページ, 生物基礎 13～18ページ, 地学基礎 19～28ページ, 物理 29～37ページ, 化学 39～55ページ, 生物 57～74ページ, 地学 75～88ページ)。
2. 解答用紙は別冊になっている。(解答用紙冊子表紙の注意事項を熟読すること。)
3. 本冊子に脱落や印刷不鮮明の箇所及び解答用紙の汚れ等があれば、試験監督者に申し出ること。
4. 理科の「基礎を付した科目」のみを受験する場合は、1時間目の前半30分(2科目の場合は1時間目60分)が受験時間となる。「基礎を付した科目」と「基礎を付していない科目」の組み合わせで受験する場合は、1時間目が「基礎を付していない科目」の受験時間となる。
5. 試験開始の合図で解答用紙冊子の理科の解答用紙を切り離し、下段の所定欄に **氏名**・**在・卒高校名**・**クラス名**・**出席番号**・**受験番号** (受験票の発行を受けている場合のみ)を明確に記入すること。なお、氏名には必ずフリガナも記入のこと。
6. 解答には、必ず黒色鉛筆を使用し、解答用紙の所定欄に記入すること。解答欄外に記入された解答部分は、採点対象外となる。
7. 試験終了の合図で上記5.の事項を再度確認し、試験監督者の指示に従って解答用紙を提出すること。

化 学

1 (配点 25点)

次の I, II に答えよ。

I 化合物 A ~ E は次の 6 種類の塩のうちのいずれかである。A ~ E に関する記述 i ~ v を読み、問 1 ~ 問 6 に答えよ。



- i A は、水には溶けにくいだが、塩酸を加えると気体 X を発生しながら溶け、無色の水溶液 Y になった。このことから、A は炭酸塩であることがわかった。B ~ E はいずれも水に溶けやすく、B の水溶液は黄色、C の水溶液は淡緑色であり、D、E の水溶液は無色であった。
- ii B の水溶液に希硫酸を加えると、黄色から赤橙色に変化した。
- iii B の水溶液に D の水溶液を加えると、赤褐色(暗赤色)の沈殿が生成した。
- iv C の水溶液にヘキサシアニド鉄(III)酸カリウム水溶液を加えると、あ。
- v D、E の水溶液に少量のアンモニア水を加えると、D の水溶液では有色の沈殿 d が、E の水溶液では白色の沈殿 e が、それぞれ生成した。さらに過剰にアンモニア水を加えると、沈殿 d、e はそれぞれ錯イオン d'、e' となって溶けた。

問 1 気体 X の分子式を記せ。

問 2 水溶液 Y を白金線の先に付けてガスバーナーの外炎に差し入れると、炎色反応が観察された。その色として最も適するものを次の(ア)~(オ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

(ア) 黄色 (イ) 橙赤色 (ウ) 赤色 (エ) 赤紫色 (オ) 黄緑色

問 3 下線部の変化をイオン反応式で記せ。

化学の問題は次ページから始まる。

問4 空欄

あ

 に適する文を次の(ア)～(オ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

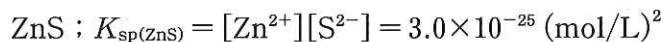
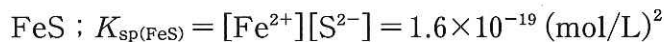
- (ア) 溶液が血赤色に変化した。
- (イ) 溶液が褐色に変化した。
- (ウ) 濃青色の沈殿が生成した。
- (エ) 青白色の沈殿が生成した。
- (オ) 変化は見られなかった。

問5 沈殿 d, e の化学式をそれぞれ記せ。

問6 錯イオン d', e' について、次の(1), (2)に答えよ。

- (1) d' の化学式を記せ。
- (2) e' の形を次の(ア)～(オ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。
(ア) 直線形 (イ) 正方形 (ウ) 正四面体 (エ) 正六面体 (オ) 正八面体

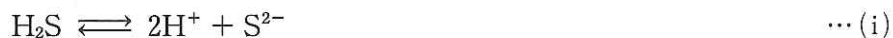
II 鉄(II)イオン Fe^{2+} と亜鉛(II)イオン Zn^{2+} をともに $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ で含む水溶液 Z に関して、問 7、問 8 に答えよ。ただし、 $[A]$ は A のモル濃度を表し、 FeS と ZnS の溶解度積 K_{sp} は次のとおりとする。また、塩酸を加えたり、硫化水素 H_2S を通じたり、沈殿が生成しても水溶液の体積は変化しないものとする。



問 7 水溶液 Z に塩酸を加えたのち、 H_2S を通じたところ、硫化物の沈殿が生成した。このときの上澄み液中の硫化物イオン濃度 $[\text{S}^{2-}]$ は $4.0 \times 10^{-19} \text{ mol/L}$ であった。この上澄み液中の Fe^{2+} および Zn^{2+} のモル濃度はそれぞれ何 mol/L か。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

問 8 水溶液 Z に塩酸を加えたのち、 H_2S を通じて飽和させたとき、一方の金属イオンだけを硫化物として沈殿させるには、上澄み液の pH はいくら以下になっていればよいか。四捨五入により小数第 1 位まで求めよ。

ただし、 H_2S は水溶液中で二段階で電離するが、それを (i) 式のようにまとめると、その電離定数 K は (ii) 式で表される。



$$K = \frac{[\text{H}^+]^2[\text{S}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{S}]} = 3.6 \times 10^{-20} (\text{mol/L})^2 \quad \dots \text{(ii)}$$

また、 H_2S の飽和水溶液中では、pH によらず $[\text{H}_2\text{S}] = 0.10 \text{ mol/L}$ であるとし、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ とする。

化学の問題は次のページに続く。

2 (配点 25点)

次の文を読み、問1～問7に答えよ。ただし、 $[A]$ はAのモル濃度を表す。

水素 H_2 とヨウ素 I_2 を密閉容器に入れて一定温度に保つと、①式の反応が起こり、時間の経過とともに H_2 の濃度と I_2 の濃度は減少し、ヨウ化水素 HI の濃度は増加していく。



①式の正反応(右向きの反応)の反応速度 v_1 と H_2 , I_2 のモル濃度, 逆反応(左向きの反応)の反応速度 v_2 と HI のモル濃度には, それぞれ②式, ③式の関係が成立する。式中の k_1 と k_2 は反応速度定数とよばれ, 一定温度のもとでは一定となる。

$$v_1 = k_1[H_2][I_2] \quad \dots \text{②}$$

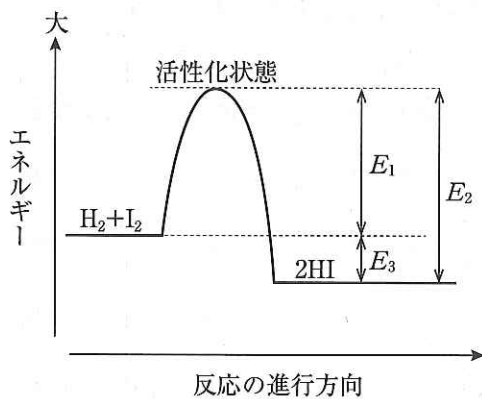
$$v_2 = k_2[HI]^2 \quad \dots \text{③}$$

反応が進むにつれて, v_1 はしだいに小さくなり, v_2 は大きくなる。十分に時間が経つと v_1 と v_2 が等しくなり, 見かけ上, 反応が停止した状態(平衡状態)になる。①式の平衡定数 K は, H_2 , I_2 , HI の平衡時のモル濃度を用いて④式で表される。一定温度のもとでは, K の値は一定となる。

$$K = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \quad \dots \text{④}$$

問1 下の図は、触媒がない場合の①式の反応の進行にともなうエネルギーの変化を模式的に表したものである。図中の $E_1 \sim E_3$ のうちから、次の(1), (2)に該当するものをそれぞれ一つずつ選び、その記号を記せ。

- (1) 正反応の活性化エネルギーを表すもの
- (2) 触媒を用いてもその大きさが変化しないもの



①式の反応について、次の操作1および操作2を行った。

操作1 内容積 20.0 L の容器に気体の H_2 4.00 mol と I_2 4.00 mol を封入し、温度を T_1 [K] に保つと、時間が t_e [s] 経過したところで①式の反応が平衡状態に達した(状態1)。この操作での反応時間 0, t_1 , t_2 , t_e [s] ($0 < t_1 < t_2 < t_e$) における各物質のモル濃度と反応速度を次の表に示す。

反応時間 [s]	$[\text{H}_2]$ [mol/L]	$[\text{I}_2]$ [mol/L]	$[\text{HI}]$ [mol/L]	v_1 [mol/(L·s)]	v_2 [mol/(L·s)]
0	0.200	0.200	0	1.60×10^{-3}	0
t_1	0.150	0.150	0.100	9.00×10^{-4}	6.25×10^{-6}
t_2	0.100	0.100	0.200	4.00×10^{-4}	<input type="text" value="い"/> $\times 10^{-5}$
t_e	0.0400	0.0400	<input type="text" value="あ"/>	6.40×10^{-5}	6.40×10^{-5}

問2 空欄 , に適する数値を、四捨五入により有効数字3桁で記せ。

問3 T_1 [K] における①式の正反応の反応速度定数 k_1 [L/(mol·s)] の値を、四捨五入により有効数字2桁で記せ。

問4 操作1での容器内の全圧 [Pa] と反応時間 [s] との関係を表すグラフを、解答用紙の図中に実線で描け。ただし、平衡状態(状態1)における全圧を P_0 [Pa] とする。

操作2 状態1から温度を変化させて T_2 [K]に保つと、①式の反応が新しい平衡状態に達した(状態2)。このとき、 $[H_2]$ と $[HI]$ の比は1:7であった。

問5 T_2 [K]における①式の平衡定数 K の値を、四捨五入により有効数字2桁で記せ。

問6 反応温度 T_1 [K]、 T_2 [K]について述べた次の文中の空欄 ~ に適する語を、下の【語群】のうちからそれぞれ一つずつ選んで記せ。

問1の図より、①式の正反応は 反応である。また、状態1から状態2への変化では、①式の平衡は に移動している。よって、 T_2 [K]は T_1 [K]より 温度である。

【語群】 ; 発熱, 吸熱 ; 左, 右 ; 高い, 低い

問7 次の(ア)~(オ)のうち、温度を T_2 [K]に保って平衡状態に達したときに、 H_2 、 I_2 、 HI の物質量が状態2と同じにならないものを二つ選び、その記号を記せ。

(ア) 内容積20.0 Lの容器に、気体の HI 8.00 molを封入した。

(イ) 内容積20.0 Lの容器に、気体の H_2 1.00 molと HI 7.00 molを封入した。

(ウ) 内容積20.0 Lの容器に、触媒とともに、気体の H_2 4.00 molと I_2 4.00 molを封入した。

(エ) 内容積20.0 Lの容器に、気体の H_2 4.00 mol、 I_2 4.00 mol、アルゴン Ar 4.00 molを封入した。

(オ) 内容積30.0 Lの容器に、気体の H_2 6.00 mol、 I_2 6.00 molを封入した。

3 (配点 20点)

次の I, II に答えよ。

I 次の文を読み、問 1～問 3 に答えよ。

水分子は通過できるが溶質粒子は通過できない半透膜で純水と水溶液を仕切って放置すると、水分子が半透膜を通過して純水側から水溶液側に拡散する。この現象を浸透という。このとき水溶液側に適当な大きさの圧力を加えると、水分子の浸透を抑えることができる。この圧力が水溶液の浸透圧に相当する。

非電解質の希薄溶液の浸透圧は、溶媒や溶質の種類に関係なく、溶液のモル濃度と絶対温度に比例する。これを の法則といい、浸透圧を Π [Pa], 溶液のモル濃度を c [mol/L], 絶対温度を T [K], 気体定数を R [Pa·L/(K·mol)] とすると、次の①式が成り立つ。

$$\Pi = cRT \quad \dots \text{①}$$

また、溶質の物質量を n [mol], 溶液の体積を V [L] とすると、次の②式が成り立つ。

$$\Pi V = \text{ } \quad \dots \text{②}$$

一方、塩化ナトリウムなどの電解質の希薄溶液の場合、①式の c および②式の n として、溶液中に存在するすべての溶質粒子(分子やイオン)のモル濃度および物質量を用いる必要がある。

問 1 空欄 に適する人名を次の(ア)～(オ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

- (ア) アボガドロ (イ) アレニウス (ウ) ファントホッフ
(エ) ヘス (オ) ヘンリー

問 2 空欄 に適する文字式を記せ。

問3 次の(1), (2)に答えよ。ただし, NaCl のモル質量は 58.5 g/mol , 気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とし, 答の数値は四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

(1) 0.10 mol/L のグルコース水溶液の 27°C における浸透圧は何 Pa か。

(2) 27°C において, (1)のグルコース水溶液と同じ浸透圧を示す塩化ナトリウム水溶液を 100 mL つくるには, 何 g の塩化ナトリウムが必要か。ただし, 塩化ナトリウムは水溶液中で完全に電離するものとする。

II 次の文を読み、問4～問6に答えよ。ただし、答の数値は四捨五入により有効数字2桁で記せ。

水分子やグルコース分子は通過できるが、デンプン分子は通過できない半透膜がある。この半透膜で中央を仕切った断面積が 4.0 cm^2 で均一な太さの U 字管を用いて、 27°C の一定温度のもとで、次の実験1～3を行った。ただし、気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 、水および水溶液の密度は $1.0 \text{ g}/\text{cm}^3$ 、 1.0 cm の高さの水柱がその底面におよぼす圧力は 98 Pa とする。

実験1 U字管の左側(これをA側とする)にデンプン 1.0 g を溶かした水溶液 200 mL を、右側(これをB側とする)にA側と液面の高さが一致するように純水 200 mL を入れた(図1)。これを長時間放置したところ、A側の液面がB側の液面より $h[\text{cm}]$ 高くなったところで液面の高さが変化しなくなった(図2)。

実験2 実験1終了後、A側とB側の液面の高さが一致するようにA側の溶液の上におもりを乗せた(図3)。このときA側の液面にかかるおもりの重さによる圧力は $4.9 \times 10^2 \text{ Pa}$ であった。

実験3 実験2終了後、B側の純水にグルコース(分子量180) 0.18 g を溶かしてからおもりを取り除いた。これを長時間放置したところ、A側とB側の液面の高さの差が $h'[\text{cm}]$ になったところで液面の高さが変化しなくなった。

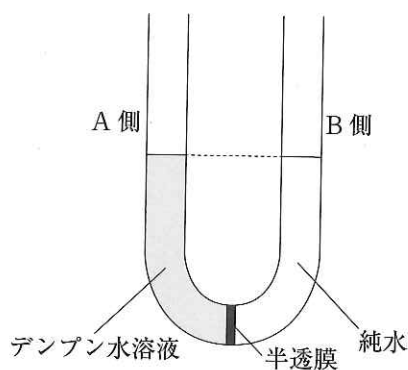


図1

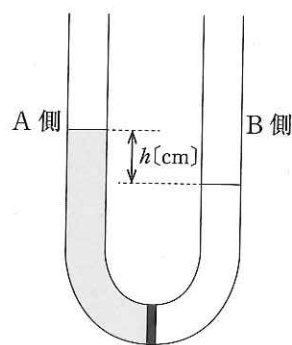


図2

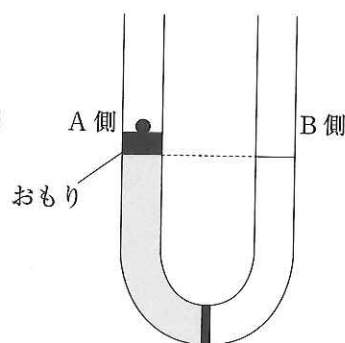


図3

問4 実験2の結果から算出されるデンプンの分子量はいくらか。

問5 h の値はいくらか。ただし、 $\sqrt{30} = 5.48$ とする。

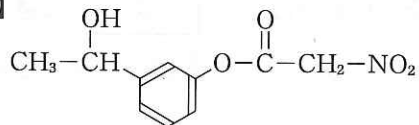
問6 実験3で長時間放置した後のA側とB側の液面の高さおよび h' について述べた次の文中の空欄 に適する文字(AまたはB), に適する数値を記せ。ただし、グルコースを溶かしたときの溶液の体積変化は無視できるものとする。

液面の高さは 側の方が高く、 h' は h の 倍になる。

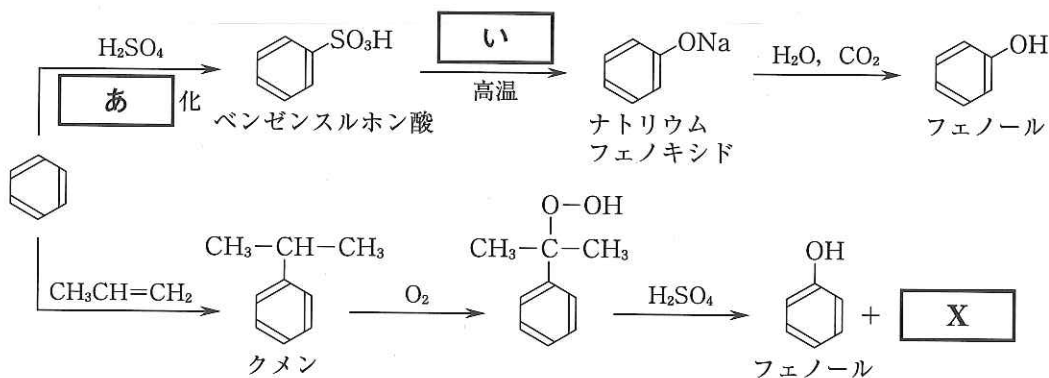
4 (配点 30点)

次のⅠ～Ⅲに答えよ。ただし、有機化合物の構造式は次の【例】にならって記せ。

【例】



Ⅰ 次の図は、ベンゼンからフェノールを合成する二つの反応経路を示したものである。これについて、問1～問5に答えよ。



問1 空欄 **あ** に適する反応名を記せ。

問2 空欄 **い** に適する試薬を次の(ア)～(エ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

(ア) Sn, HCl (イ) HNO₃ (ウ) NaOH (エ) H₂SO₄

問3 フェノールの性質に関する記述として正しいものを次の(ア)～(エ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

(ア) フェノールは常温・常圧で液体であり、水に溶けやすい。

(イ) フェノールの水溶液にアンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱すると、銀が析出する。

(ウ) フェノールの水溶液にさらし粉水溶液を加えると、赤紫色を呈する。

(エ) フェノールの水溶液に臭素水を加えると、白色沈殿が生成する。

問4 ナトリウムフェノキシドを水に溶かし、二酸化炭素を十分に吹き込むとフェノールが生成する。この変化を化学反応式で記せ。ただし、有機化合物は構造式で記すこと。

問5 クメンを経由する合成法において、フェノールとともに得られる有機化合物 X の構造式を記せ。

II 次の文を読み、問6～問8に答えよ。

化合物 A は分子式が $C_{19}H_{20}O_7$ で、不斉炭素原子をもたない。また、A の分子中にはエステル結合が2つ含まれるが、エーテル結合は含まれない。A を加水分解すると、グリセリン $C_3H_8O_3$ と化合物 B と化合物 C のみが等しい物質で得られる。B と C はいずれも芳香族化合物で、たがいに異性体の関係にあり、いずれも塩化鉄(III)水溶液による呈色反応を示さない。B を過マンガン酸カリウムで酸化すると化合物 D が得られ、D とエチレングリコールを縮合重合させると合成高分子化合物 E が得られる。E は熱可塑性樹脂として飲料水用容器等に、また、合成繊維として広く用いられている。一方、C を過マンガン酸カリウムで酸化すると化合物 F が得られ、F は加熱により容易に脱水して化合物 G に変化する。G とグリセリン、および、高級脂肪酸を原料にしてつくられる合成高分子化合物(アルキド樹脂)は、熱硬化性樹脂として塗料等に広く用いられている。

A の分子中の OH 基をすべて OCH_3 基に変えてから、エステル結合だけを加水分解すると、B と化合物 H と化合物 I のみが等しい物質で得られる。H はグリセリン分子中の OH 基のいくつかが OCH_3 基に変化した構造をもつ。

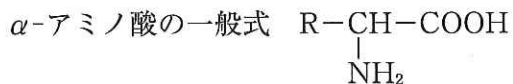
問6 化合物 B の分子式を記せ。

問7 合成高分子化合物 E の名称を記せ。

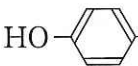
問8 化合物 G, A の構造式をそれぞれ記せ。

Ⅲ 次の文を読み、問9、問10に答えよ。

タンパク質は多数の α -アミノ酸からなる高分子である。タンパク質を構成する α -アミノ酸は次の一般式で表され、側鎖R-の違いによって異なる性質を示す。



最も分子量の小さい α -アミノ酸であるグリシンは不斉炭素原子をもたないが、グリシン以外の α -アミノ酸は不斉炭素原子をもち、光学異性体が存在する。タンパク質を構成する α -アミノ酸のほとんどは う 型の立体配置である。次の表にグリシン、アラニン、チロシンの略記号とR-の構造を示す。

名称	略記号	R-の構造
グリシン	G	H-
アラニン	A	CH ₃ -
チロシン	Y	HO-  -CH ₂ -

問9 空欄 う に適する文字を次の(ア)~(オ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

- (ア) α (イ) β (ウ) γ (エ) D (オ) L

問10 α -アミノ酸どうしがペプチド結合により結びついてできた化合物をペプチドという。表中のグリシン(G), アラニン(A), チロシン(Y)各1分子からなる鎖状のトリペプチドPがある。これについて次の(1), (2)に答えよ。

- (1) トリペプチドPに関する記述として誤っているものを次の(ア)~(オ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。
- (ア) Pはビウレット反応を示す。
 - (イ) Pはキサントプロテイン反応を示す。
 - (ウ) Pはニンヒドリン反応を示す。
 - (エ) Pに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したのち酢酸鉛(II)水溶液を加えると、黒色沈殿が生じる。
 - (オ) Pには、Pを含めて4種類の立体異性体がある。
- (2) ある酵素を使ってPを加水分解したところ、ペプチドQとグリシンが得られた。この酵素は、ベンゼン環をもつ α -アミノ酸のカルボキシ基からできたペプチド結合を特異的に加水分解する。

このことから、Pのアミノ酸の配列順序を推定し、N末端を左側に、C末端を右側にして、略記号を用いて、例えば「(N末端)G-A-Y(C末端)」のように記せ。ただし、下記のような鎖状のペプチドにおいて、ペプチド結合に関わらないアミノ基が存在する側の一端をN末端、ペプチド結合に関わらないカルボキシ基が存在する側の一端をC末端という。

