

化学基礎

化学基礎

次の各問いに答えよ。なお、必要があれば次の原子量を用いよ。

H : 1.0、He : 4.0、C : 12、N : 14、O : 16

また、標準状態 (0℃、 1.013×10^5 Pa) での気体の体積は 22.4 L/mol とする。

〔I〕物質の構成に関する以下の問いに答えよ。

問1 次の(1)～(4)の文章を読んで、それぞれの結果から検出できる元素を元素記号で答えよ。

- (1) あらかじめ消毒剤を加えていたプールの水をとり、硝酸銀水溶液を加えると溶液が白く濁った。
- (2) ガスコンロでみそ汁の入った鍋を加熱していると、吹きこぼれてしまった。そのとき、ガスコンロの炎の色が青色から黄色に変化した。
- (3) ある液体の付着した塩化コバルトは、青から赤色へ変色した。
- (4) 砂糖 1g を試験管に封入し、ガスバーナーで加熱した。発生したガスを水酸化カルシウム水溶液に通すと、その水溶液は白く濁った。

問2 以下の問いに答えよ。

- (1) 問1(1)で生成した白濁物質は何か、化学式で答えよ。
- (2) 問1(2)のように、物質を炎に入れるとその成分元素に特有の発色が見られる。この現象は、何と呼ばれるか。
- (3) 問1(3)と同一元素の検出に使われる物質で、塩化コバルト以外の物質を挙げよ。
- (4) 問1(4)で生成した白濁物質は何か、化学式で答えよ。

問3 常温の蒸留水 200 mL と 60℃ の蒸留水 200 mL をそれぞれビーカーに入れた。その直後に、常温の蒸留水に常温の青色水性インク、60℃ の蒸留水に 60℃ の青色水性インクを 1 滴同時に滴下し、インクの広がる様子を観察した。

- (1) 蒸留水にインクが広がる現象を何と呼ぶか。

(2) 温度とインクの広がる速さにはどのような関係があるか。「熱運動」という語句を使って50字程度で説明せよ。

〔Ⅱ〕放射性同位体に関する以下の問いに答えよ。

問1 放射性同位体とは何か、50字程度で答えよ。

問2 α 線、 β 線、 γ 線のうち、アルミニウムなどの薄い金属板で透過を止めることができないものはどれか答えよ。

問3 放射性同位体が壊変する速さは、同位体ごとに決まっている。壊変によって、放射性同位体が元の量の半分になる時間を(ア)という。放射性同位体の存在比を調べることで、その物質がつくられたおおよその年代を推定できる。成層圏では、ほぼ一定の割合で炭素の放射性同位体である(イ)が生じている。したがって、環境中に存在するこの同位体の割合はごく微量であるが、年代によらずほぼ一定とみなすことができる。植物はこの同位体を含む二酸化炭素を光合成で取り込み、動物は植物を食べるので、生物は体内に同じ割合のこの同位体を持つ。しかし、生物が死ぬと、外界からの供給が途絶え、体内のこの同位体は一定の割合で壊変し、減り続ける。したがって残ったこの同位体の割合を調べれば、その生物が生きていた年代を推定できる。炭素の放射性同位体の(ア)は5730年である。

(1) (ア)に当てはまる最も適切な語句を答えよ。ただし、同じ記号には同じ語句が入る。

(2) (イ)に当てはまるのは、 ^{12}C 、 ^{13}C 、 ^{14}C のどれか答えよ。

(3) 炭素の放射性同位体が壊変してできる原子は何か、元素記号で答えよ。

(4) 遺跡から発見された木材中の炭素の放射性同位体の割合は、大気中に含まれる量の8分の1に減少していた。この木材が伐採されたのは今から何年前と考えられるか。

〔Ⅲ〕高分子化合物に関する以下の問いに答えよ。

問1 次の高分子化合物に関する文章の(ア)～(ク)に当てはまる最も適切な語句を下記の語群から選び、記号で答えよ。ただし、同じ記号には同じ語句が入る。

分子量が約(ア)以上の化合物を高分子化合物といい、原料となる小さな分子が繰り返し(イ)結合してできた巨大な分子である。繰り返し(イ)結合する反応を(ウ)といい、原料となる小さな分子を(エ)、(ウ)でできた高分子化合物を(オ)という。

ポリエチレンは、(エ)であるエチレンの二重結合のうち、結合の片方を開きながら(ウ)してできる。特にこれを(カ)という。

ポリエチレンテレフタレートは、2種類の(エ)であるテレフタル酸と(キ)から水分子がとれながら(ウ)してできる。特にこれを(ク)という。

【語群】

- (a) 合成樹脂 (b) 重合 (c) 縮合重合 (d) 付加重合 (e) イオン
 (f) 共有 (g) 配位 (h) モノマー (i) ポリマー (j) エチレン
 (k) アセチレン (l) エチレングリコール (m) 100 (n) 1000
 (o) 10000

問2 ポリエチレンの構造式を記せ。

問3 ポリエチレンテレフタレートの用途を1つ挙げよ。

〔Ⅳ〕物質量に関する以下の問いに答えよ。

問1 標準状態で15.0 mLを占めるメタンとプロパンの混合気体を完全燃焼させると20.0 mLの二酸化炭素が得られた。

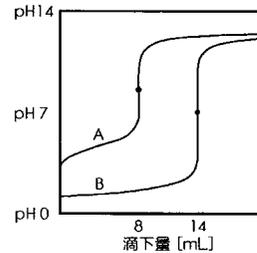
(1) プロパンが完全燃焼した場合の化学反応式を答えよ。

- (2) もとの混合気体中のメタンの物質量 [mol] を、有効数字3桁で答えよ。
 (3) もとの混合気体中のプロパンの体積は標準状態で何Lか、有効数字3桁で答えよ。

問2 窒素とヘリウムを混合し、モル質量が 14 g/mol となる混合気体をつくりたい。体積の比でヘリウムを何%にすればよいか、有効数字2桁で答えよ。

〔V〕中和滴定に関する以下の問いに答えよ。

右図は、ビュレットとコニカルビーカーを使って行った中和滴定から得た2種類の曲線である。この実験では、ビュレットには同じ水溶液（種類と濃度）を入れたまま、2つの異なるコニカルビーカー（AとB）に異なる水溶液を入れて、それぞれを滴定した。図中の黒丸は、中和点である。



- 問1 ビュレット、コニカルビーカーAとBに入れた水溶液の液性は、(ア)～(エ)のどれか、記号で答えよ。
 (ア) 強酸 (イ) 弱酸 (ウ) 強塩基 (エ) 弱塩基
- 問2 コニカルビーカーAとBに添加すべき指示薬は、メチルオレンジとフェノールフタレインのいずれか。適切なものを全て答えよ。
- 問3 ビュレット、コニカルビーカーAとBに入っている水溶液は、いずれも1価の酸または塩基である。ビュレットの水溶液濃度は 0.1 mol/L であり、コニカルビーカーにはそれぞれ 40 mL の水溶液が入っている。
 (1) ビュレット、コニカルビーカーAとBに入っていると考えられる水溶液の組み合わせを1つ挙げて、化学式で答えよ。

- (2) コニカルビーカーAの水溶液のモル濃度を有効数字2桁で答えよ。
 (3) コニカルビーカーBの水溶液のモル濃度を有効数字2桁で答えよ。

〔VI〕酸化還元に関する以下の問いに答えよ。

濃度が不明の過酸化水素水の濃度を求めるために、以下の実験を行った。

この過酸化水素水 10.0 mL を器具Aで正確にとりコニカルビーカーに入れ、硫酸を加えて硫酸酸性とした。これを60～80℃に加温し、0.0200 mol/L 過マンガン酸カリウム水溶液をビュレットから少しずつ滴下したところ 12.0 mL 加えたところで過不足なく反応した。

- 問1 器具Aの名称を答えよ。
- 問2 この実験において、酸化剤としてはたらく物質の化学式を答えよ。
- 問3 過酸化水素のイオン反応式を示せ。
- 問4 過マンガン酸カリウムのイオン反応式を示せ。
- 問5 この実験に使用した過酸化水素水のモル濃度を求め、有効数字3桁で答えよ。