

物理 (全3の2)

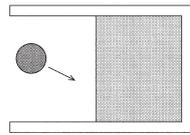


図2

2 1気圧のもとで、図2のように、質量 M (g)、温度 T_0 (°C) の物体を、質量 m_1 (g)、比熱 c_1 (J/(g·K))、温度 T_1 (°C) の液体が入った容器に入れ、温度の変化を調べた。容器から熱は逃げないものとし、容器には熱が伝わらないものとする。つまり、熱は物体と液体の間だけで移動するものとする。また、物体や液体の比熱は温度によらずにそれぞれ一定とする。

I. はじめの物体の温度は液体の温度よりも高いとする。物体を液体に入れて十分に時間がたつと、物体と液体の温度はともに T (°C) となった。

- (1) 物体が失った熱量はいくらか。
 - (2) 物体の比熱はいくらか。
- II. 物体は氷で、はじめの水の温度は液体よりも低いものとする。氷を液体に入れ十分に時間がたつたとき、液体の温度は 0 °C となった。
- (3) 氷が得た熱量はいくらか。
 - (4) 氷が融解しなかった場合、氷の比熱はどのように表されるか。
 - (5) 氷がすべて融解した場合、氷の比熱を c_2 (J/(g·K)) とすると、氷の融解熱はどのように表されるか。

物理 (全3の1)

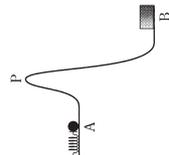


図1

1 図1のように、水平な平面上の点Aから、他端が壁に固定された軽いばねを用いて、質量 m の小物体を速さ v_0 で水平に打ち出す。図1の点Aと点Bは水平面上にあり、間は点Pで最高点となる曲線のレールでなめらかにつながれている。点Bのある水平面は点Aのある水平面よりも低い位置にある。打ち出された小物体は、レールを離れることなく運動し、点Pを越えて点Bに到達した。点Bには、小物体の運動エネルギーをすべて電気エネルギーに変換する装置Xが設置してある。点A、点P、点Bの基準水平面からの高さをそれぞれ h_A 、 h_P 、 h_B ($h_B > 0$) とする。重力加速度の大きさを g 、ばねのばね定数を k とし、摩擦や空気抵抗は無視できるものとする。物理量は国際単位系 (SI) で表現してある。

- (1) 点Pに達するための小物体の速さ v_0 の最小値はいくらか。
- (2) 点Pに達するためにばねを自然の長さからいく以上縮める必要があるか。 v_0 を用いずに答えよ。
- (3) 小物体が点Bのある水平面に達したとき、小物体の運動エネルギーと比べていくら増加するか。
- (4) 小物体が装置Xに達する直前では、小物体の重力による位置エネルギーは点Aのある水平面での重力による位置エネルギーと比べていくら減少しているか。
- (5) 小物体が点Aから装置Xに達したとき、生じる電気エネルギーはどのように表されるか。
- (6) 1分あたり240個の小物体が装置Xに達して電気エネルギーが生じた。生じる電力は国際単位系でどのように表されるか。

物理 (全3の3)

3 次の文で、()内には適する語句や数式を入れ、()からは最適なものを選んで文章を完成させなさい。
 接続された複数の抵抗器と同じ大きさをする1つの抵抗器を考えたとき、その抵抗を合成抵抗という。同じ抵抗値をもつ2つの抵抗を直列につないで電源と接続した。このとき電源から流れ出る電流の大きさと比べて、それぞれの抵抗に流れる電流は(ア：等しく・半分になり・2倍になり)、個々の抵抗の両端の電圧は、電源の電圧と比べて(イ：等しい・半分・2倍の)大きさをもち、(エ：等しく・半分になり・2倍になり)、個々の抵抗の両端の電圧は、電源の電圧と比べて(オ：等しい・半分・2倍の)大きさをもち、(カ：等しい・半分・2倍の)大きさをもち、(キ：等しい・半分・2倍の)大きさをもち、(ク：等しい・半分・2倍の)大きさをもち、(ケ：等しい・半分・2倍の)大きさをもち、(コ：等しい・半分・2倍の)大きさをもち、(カ)と表される。

物質の抵抗の値は、物質の種類だけではなく、形状によっても変わる。例えば同じ材質の断面積が一定の金属の導線を考えたとき、長さが2倍になると導線の抵抗の大きさは(キ)倍になり、断面積が2倍になると導線の抵抗の大きさは(ク)倍になる。つまり、この導線の抵抗の大きさは、長さに(ケ：比例し・反比例し・無関係で)、断面積に(コ：比例する・反比例する・無関係である)。このことを式で表すと、導線の長さを l 、断面積を S 、抵抗率を ρ としたとき、その抵抗の値は(サ)となる。

抵抗率は温度によっても変化する。白熱電球の両端の電圧と流れる電流を測定すると、電流が電圧に比例しないことがわかる。流れる電流が大きくなるほど、白熱電球のフィラメントの温度は(シ：高くなり・低くなり)、フィラメント内の原子(陽イオン)の運動は(ヒ：穏やかに・激しく)なる。すると自由電子の動きは(セ：妨げられ・活発になり・不変で)、電流は(ソ：流れやすくなる・流れにくくなる・変化しない)。つまり、フィラメントの抵抗率は(タ：小さくなる・大きくなる・変わらない)。このように流れる電流が大きいほど、白熱電球の抵抗は(チ：小さくなる・大きくなる)。

化学 (全2の1)

全問をとおして、必要があれば原子量は次の値を使うこと。H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Cl = 35.5, Ag = 108

1 以下の問いに答えよ。

- 単体に分類される物質はどれか。記号で答えよ。
 (a) 青銅 (b) 石英 (c) 空気 (d) ドライアイス (e) 白金
- シアン化水素について、共有電子対は何組あるか。
- 1価の陽イオンになりやすく、その陽イオンの電子の数が18個である元素は何か。元素記号で答えよ。
- 物質の溶解への助けやすさの違いを利用して、混合物から目的の物質を適切な溶媒に溶かし出して分離する操作を何というか。
- 分子式で表される物質はどれか。分子式で答えよ。
 塩化ナトリウム、水銀、ダイヤモンド、二酸化ケイ素、ヨウ素
- 水に溶かしたとき、塩基性を示すものはどれか。記号で答えよ。
 (a) 塩化カリウム (b) 酢酸ナトリウム
- 硝酸カリウム (c) 硫酸水素ナトリウム
- 固体が潮解性を示すものはどれか。化学式で答えよ。
 シュウ酸二水和物、水酸化ナトリウム、炭酸ナトリウム十水和物、ナフタレン、ヨウ素
- 周期表の17族元素を何というか。
- 過酸化水素水に硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液を加えた時、還元剤として働く物質は何か。化学式で答えよ。

2 次の問いに、以下の問いに元素記号で答えよ。

- アルゴン、アルミニウム、硫黄、塩素、カルシウム、銀、ケイ素、水素、ナトリウム、ネオン、バリウム、ヘリウム、リン
- 遷移元素はどれか。
 - 原子の最外殻電子の数が窒素の場合と同じものはどれか。
 - アルカリ金属元素はどれか。
 - 単体の分子重または式量が最も小さいものはどれか。
 - 炎色反応が黄緑色を示すものはどれか。
 - 原子の電子配置が Mg^{2+} の場合と同じものはどれか。
 - 3価の陽イオンになりやすいものはどれか。
 - 原子の電子親和力が最も大きいものはどれか。
 - 単体が共有結合の結晶をつくるものはどれか。

3 アセチレン7.8gの完全燃焼について、以下の問いに答えよ。ただし、アボガドロ定数は $N_A = 6.0 \times 10^{23}/mol$ とし、数値は有効数字2桁で求めよ。

- 7.8gのアセチレンの物質量は何molか。また、含まれる炭素原子の数は何個か。
- この反応を化学反応式で表せ。
- 燃焼に必要な酸素の質量は何gか
- 生成する二酸化炭素の体積は、 $0^\circ C$ 、 $1.013 \times 10^5 Pa$ で何Lか。
- アセチレンの場合と同様の捕集法が用いられる気体を選び、分子式で答えよ。
 アンモニア、塩素、酸素、二酸化窒素、硫化水素

化 学 (全2の2)

- 4 天然に存在する炭素の同位体は(ア)種類があるが、そのうちで存在比が最も大きいのは(イ)が12のものである。また、¹³C原子は8個の(ウ)をもつ放射性同位体であり、5730年という(エ)を利用して、遺跡から出土した木片などの年代測定に用いられる。
- 炭素原子の価電子の数は(オ)個であり、そのすべてが水素原子との間の共有結合の形成に用いられた分子を(カ)という。炭素原子と水素原子の間に形成される共有結合では、(キ)の大きい(ク)原子の方に共有電子対が引き寄せられるため、結合に極性がある。しかし、(ケ)分子は全体の形が(ケ)形であるため無極性分子である。以下の問いに答えよ。
- (1) (ア)～(ケ)にあてはまる適切な語句または数値を答えよ。
 (2) 下線部のような理由を記せ。
- 5 シュウ酸二水和物6.30gを正確にはかり取り、これを純水で完全に溶解し、実験器具Aを用いて正確に1000 mLのシュウ酸水溶液を調製した。次に、このシュウ酸水溶液から10.0 mLを正確にはかり取り取ってコニカルピーカーに入れ、指示薬Bの溶液を2滴加えた。そして、このコニカルピーカー内の溶液に対して、濃度不明の水酸化ナトリウム水溶液を滴下すると、中和点までに9.87 mLを要した。以下の問いに答えよ。
- (1) 実験器具Aと指示薬Bの名称をそれぞれ答えよ。
 (2) 中和点の前後におけるコニカルピーカー内の溶液の色の変化を示せ。
 (3) この中和反応を化学反応式で表せ。
 (4) 濃度不明の水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度を有効数字3桁で答えよ。
 (5) 水酸化ナトリウムを構成する陰イオンの名称を答えよ。
- 6 硝酸銀水溶液を用いて、次の実験A～Cを行った。以下の問いに答えよ。ただし、ファラデー定数は $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、数値は有効数字3桁で求めよ。
- (実験A) 0.100 mol/L硝酸銀水溶液を銅片を浸し、静置した。
 (実験B) 0.100 mol/L硝酸銀水溶液200 mLに、0.300 mol/L塩化ナトリウム水溶液100 mLを加えると、白色沈殿が生じた。
 (実験C) 白金電極を用い、0.100 mol/L硝酸銀水溶液500 mLを0.500 Aの電流で386秒間電気分解した。
- (1) 実験Aについて、観察される変化を2つ挙げよ。
 (2) 実験Aで起こる化学変化を、イオンを含む化学反応式で表せ。
 (3) 実験Aのような反応が起こらない組合せを選び、記号で答えよ。
 (あ) 塩化スズ(II)水溶液 + 亜鉛片 (イ) 酢酸銀(II)水溶液 + 亜鉛片 (5) 硫酸亜鉛水溶液 + 銅片
 (か) 硫酸銅(II)水溶液 + 亜鉛片 (4) 硫酸銅(II)水溶液 + 鉄片
 (4) 実験Bについて、生じた白色沈殿は何か、化学式で答えよ。また、この沈殿の質量は何gか。ただし、沈殿は水溶液に溶解しないものとする。
 (5) 実験Cについて、陽極および陰極で起こる反応を、電子 e^- を含む化学反応式でそれぞれ表せ。
 (6) 実験Cについて、陽極で発生した気体の体積は0℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で何mLか。また、陰極に析出した物質の質量は何gか。

生 物 (全2の1)

- 1 人間活動において炭酸や石油などの(1)を燃やすと、(2)・窒素酸化物・硫黄酸化物などが排出され、これらは生態系に影響を及ぼす。(3)は地表から出る熱を吸収し地上に戻すことから(3)がガスと呼ばれ、地球の平均気温を上昇させている。また森林破壊によって植物が減少していることも、(2)の増加を促進原因のひとつである。一方で窒素酸化物や硫黄酸化物は、(4)や光化学スモッグの原因となり、大気や土壌だけでなく河川や海洋の水質も汚染する。また、かつて様々な工業目的に利用されたフロンは(3)に加えて、紫外線を吸収するはたらきを持つ地球の(5)層に働きかけ、(5)層を薄くすることが知られている。
- 問1 文中の空欄(1)から(5)にあてはまる適切な語句を答えなさい。
 問2 下線(a)の、(2)やフロン以外の(3)ガスを1つ答えなさい。
 問3 下線(b)の、(2)が植物の光合成などによって吸収され、有機物へと変換される過程を何というか、答えなさい。また、空欄(A)から(C)に通じた化学式を当てはめ、光合成の化学反応式を完成しなさい。

$$6(A) + 12H_2O \rightarrow (B) + 6(C) + 6H_2O$$

 問4 下線(c)の、水質を汚染する他の人為的原因には生活排水や工業排水もある。ひからうを何というか、それぞれ答えなさい。
 (ア) 排水に含まれる物質によって水中の栄養素が増えること。
 (イ) ひからうで、海賊でプランクトンが大量発生する現象。
 (ロ) ひらによって、水中から大きく減少する物質。
 問5 下線(d)によって、発症の確率が上昇する病気を以下の①から⑤より2つ選び、番号で答えなさい。
 ① 花粉症 ② 糖尿病 ③ 白内障 ④ 日和見感染症 ⑤ 皮膚がん
- 2 体液性免疫では、(1)により活性化された(2)が、(3)へと分化し、(4)を体液中に分泌するようになる。分泌された(4)は、全身に送られ、特定の(5)と特異的に結合する。一般に、ヒトの体内では、自己(5)に反応するリンパ球は、成熟過程で排除されたり、不活性化されるため、自己に対する免疫応答が抑制されている状態となる。しかし、何らかの原因で、自己成分に対する(4)が産生されたり、(6)が自己組織を攻撃したりするようになってしまう。自己免疫疾患を発症することがある。
- 問1 文中の(1)から(6)に当てはまる適切な語句を答えなさい。
 問2 下線(a)について、以下のアからイのうち正しい記述を全て選び、記号で答えなさい。
 (ア) (4)は、ウイルス感染細胞の表面に提示された(5)と結合して、感染細胞を直接破壊する。
 (イ) (4)は、マクロファージ表面に提示された(5)と結合することで、その食作用を促進する。
 (ロ) (4)は、ヘビ毒などの毒素と結合することで、毒素を中和し、病状を軽減させることができる。
 (ハ) (4)が、移植された臓器の細胞表面に提示された(5)と結合して、細胞を直接破壊してしまうため、臓器移植の際の拒絶反応が現れる。
 (ニ) (4)が、アレルギーと呼ばれる(5)と結合することで、過敏で生体に不都合な免疫応答が起こってしまうことがある。
 問3 下線(b)のような状態を何とよいか答えなさい。
 問4 下線(c)の自己免疫疾患には、バセドウ病や1型糖尿病などがある。バセドウ病では、甲状腺に存在するホルモンA受容体に結合する(4)が産生されることで、甲状腺におけるホルモンBの過剰な産生・分泌が起こる。1型糖尿病では、ホルモンCを産生・分泌する膵臓の内分泌細胞が破壊されてしまう。
 ① 文中のホルモンA、ホルモンB、ホルモンCの名称をそれぞれ答えなさい。
 ② 文中下線(d)の膵臓の内分泌細胞の名称をそれぞれ答えなさい。

生 物 (全2の2)

3 DNA や RNA を構成する基本単位は(1)と呼ばれ、(2)、糖、リン酸からなる。DNA の(2)にはアデニン、グアニン、(3)、(4)の4種類があり、RNA は(4)の代わりに(5)を持っている。DNA は2本の(1)鎖からなるらせん状の構造をしている。DNA が複製される時、ほどけた2本鎖 DNA のそれぞれを鋳型として、(2)が送った相手同士で対を形成しながら新しい鎖が作られていくので、結果として同じ配列からなる2組の2本鎖ができることになる。

問 1 文中の空欄(1)から(5)に当てはまる適切な語句を答えなさい。

問 2 下線のような DNA の性質を何というか、答えなさい。

問 3 アデニンと対を形成することができる(2)の名称を全て答えなさい。

問 4 ある生物の DNA 全体に含まれるアデニンが 32% であり、片側の鎖に含まれるアデニンが 35% であったとき、同じ鎖に含まれる(4)の比率(%)を答えなさい。

問 5 真核細胞において DNA を含む細胞小器官を全て答えなさい。

問 6 (1)と同じ構造を持つ、生物のエネルギー分子を答えなさい。

4 以下の文の(1)から(20)にあてはまる適切な語句を答えなさい。

ヒトは(1)栄養生物に属し、独立栄養生物が作った有機物を直接または間接的に摂取し、自分に必要な有機物に変換する。その一方で有機物を(2)することで、生命活動に必要なエネルギーを得る。生物がエネルギーを産生するための(2)反応の一つが、細胞が行う(3)である。(3)の反応過程は、細胞質基質と細胞小器官の(4)で進行する。その際に必要な(5)は生物が行う(3)により(6)に取り込まれ、血液中の(7)により全身の細胞に運搬される。

細胞の(3)で用いられる主な有機物は(8)である。(8)は食物中に含まれるデンプンなどの炭水化物を分解することで得ることができる。摂取した炭水化物は、(9)や腸液に含まれる消化酵素である(10)の働きにより(11)に分解される。さらに小腸において、(12)の働きにより、(8)へと分解される。(8)は、小腸で吸収されたのち、静脈から(13)を經由して(14)に送られる。さらに(14)から(15)を通過して下大静脈へ入り、その後全身の細胞に送られ利用される。

(14)の細胞に取り込まれた(8)の一部は、(16)へと変換され貯蔵される。血液中の(8)濃度(血糖値)は脳の(17)や臓腑で感知され、一定の値に保たれている。血糖値が低下した場合には(17)から(18)神経を介して、臓腑の A 細胞からは(19)、副腎髄質からは(20)の分泌が促進される。これらのホルモンの働きにより、(14)に貯蔵された(16)が(8)へと分解され、全身の細胞へと供給される。