

物 理 (全3の2)

- 2 水平に張った軽いひもがある。ひもの一端を x 軸の原点とし、ひもに沿った方向に x 軸をとる。水平面上で x 軸に垂直な方向に y 軸をとる。 $x = 0$ の位置でひもの一端を y 軸方向に振動させ、正弦波を発生させる。

- I. 次の文で、() 内には適する語句、[] には単位とともに適する数値を入れて、正しい文章を完成させよ。
ひものように振動を伝える物質を(1)という。ひもは y 軸方向に振動し、波は x 軸方向に進む。このように[]の振動方向と進む向きが垂直になる波を(2)という。

図1はある瞬間の波形、図2は位置 $x = 0$ でのひもの振動の様子を表している。これらのグラフから、この波の振幅は [3]、波長は [4]、周期は [5]、振動数は [6]、速さは [7] であることがわかる。

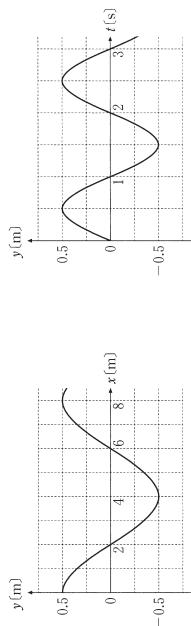


図1

図2

- II. $x = 0$ の位置でひもの一端を短く振動させてハルス波を発生させると、ある瞬間に図3のような波が観察された。この波は x 軸の正の向きに速さ 2.0 m/s で進む正弦波の一部である。この波が $x = 12 \text{ m}$ の位置で反射し、 x 軸の負の向きに進む反射波が生じることを考えよう。
(8) $x = 12 \text{ m}$ の位置が自由端のとき、図3の1.0秒後に観察される合成波の波形をかけ。
(9) $x = 12 \text{ m}$ の位置が固定端のとき、図3の3.0秒後に観察される合成波の波形をかけ。

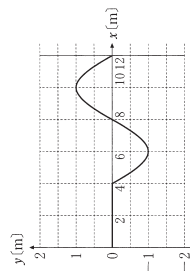


図3

物 理 (全3の1)

- 1 質量 50 kg の物体をさまざまな方法で高さ 1.0 m だけ持ち上げる。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。空気抵抗は無視できるものとする。数値には単位をつけて答えよ。

- I. 物体に鉛直方向の力を加えてゆっくりと持ち上げる。
(1) 加えた力の大きさはいくらか。
(2) 高さ 1.0 m まで持ち上げる間に加えた力が物体にする仕事はいくらか。
(3) 高さ 1.0 m まで持ち上げたことで物体の力学的エネルギーはどれだけ増加したか。
II. 物体に鉛直方向の力を加えて一定の速さで 20 秒間かけて持ち上げる。
(4) 加えた力の仕事率はいくらか。
III. 水平面と角度 30° をなす、なめらかな斜面にそってゆっくりと持ち上げる。物体には斜面と平行な力を加える。
(5) 加えた力の大きさはいくらか。
(6) 高さ 1.0 m まで持ち上げる間に加えた力が物体にする仕事はいくらか。
IV. 水平面と角度 30° をなす、あらい斜面にそって持ち上げる。物体ははじめ止まっており、斜面と平行な方向に大きさ 300 N の力を加えて高さ 1.0 m まで持ち上げたとき、物体の速さは 1.0 m/s になった。
(7) 高さ 1.0 m まで持ち上げる間に動摩擦力が物体にした仕事はいくらか。
(8) 物体にはたらく動摩擦力の大きさはいくらか。

物理 (全3の3)

3 導線の抵抗は無視できるものとする。数値には単位をつけて答えよ。

I. 以下の抵抗と電圧 30 V の直流電源をつないだときに電源から流れ出る電流の大きさを答えよ。

- (1) 5.0 Ω の抵抗
- (2) 4.0 Ω の抵抗と 2.0 Ω の抵抗を直列につないだ合成抵抗
- (3) 4.0 Ω の抵抗と 2.0 Ω の抵抗を並列につないだ合成抵抗

II. 4.0 Ω の抵抗と 2.0 Ω の抵抗を直列につなぎ、これと並列に 3.0 Ω の抵抗をつないだ。この合成抵抗に電圧 30 V の直流電源をつないだ。

- (4) 合成抵抗の両端に流れる電流の大きさをいくらか。
- (5) 4.0 Ω の抵抗での消費電力はいくらか。
- (6) 3.0 Ω の抵抗で 1 分間に消費される電力量はいくらか。

III. 交流電源と抵抗をつなぐ。

- (7) 交流電圧の周波数が 50 Hz のとき、交流電圧の周期はいくらか。
- (8) 実効値が 100 V の交流電圧と 5.0 Ω の抵抗をつないだとき、交流電流の実効値はいくらか。

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, Ca = 40

1 周期表の第 3 周期の元素について、次の(1)～(10)に該当するものをすべて選び、その元素記号を答えよ。

- (1) 金属元素である。
- (2) 原子半径が最も小さい。
- (3) 陽子の数が 13 個である。
- (4) 原子の価電子の数が 4 個である。
- (5) 単体に同素体が存在する。
- (6) 空気や水と反応しやすいため、単体は灯油中に保存される。
- (7) 2 価の陽イオンになりやすい。
- (8) 単体が常温常圧で気体である。
- (9) ベリリウムと同じ族に含まれる。
- (10) 単体の結晶が共有結合の結晶に分類される。

2 グルコースは分子式が $C_6H_{12}O_6$ の糖である。以下の問いに答えよ。ただし、アボガドロ定数は $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ とし、数値は有効数字 2 桁で求めよ。

- (1) グルコース 36 g の物質量は何 mol か。また、含まれる酸素原子の数は何個か。
- (2) グルコースを空气中で完全に燃焼したときの化学反応式を示せ。
- (3) グルコース 36 g を空气中で完全に燃焼するとき、必要な酸素の体積は 0 °C、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で何 L か。
- (4) グルコースの完全燃焼で生じた気体を水酸化カルシウム水溶液に通すと水溶液が白濁した。この白い物質の名称を答えよ。
- (5) グルコース 36 g を水 120 g に溶解した水溶液の質量パーセント濃度は何 % か。
- (6) 同じ体積で比較したとき、グルコースを最も大量に溶解できる溶媒を次から選び、記号で答えよ。

- (ア) 四塩化炭素 (イ) シクロヘキサン (ロ) ベンゼン (ク) メタノール

3 水酸化カルシウムに水を加えて溶解し、メスフラスコで 2.0 L の 0.020 mol/L 水酸化カルシウム水溶液を作成した。以下の問いに答えよ。ただし、25 °C での水のイオン積は $K_w = 1.0 \times 10^{-14}(\text{mol/L})^2$ 、水酸化カルシウムおよび塩酸の電離度は 1.0 、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 5 = 0.70$ とする。pH は小数第 1 位までで、pH 以外の数値は有効数字 2 桁で求めよ。

- (1) メスフラスコを図示せよ。ただし、機能に必要な部品などもあわせて示すこと。
- (2) 溶液作成に用いた水酸化カルシウムの質量は何 g か。
- (3) 25 °C のとき、0.020 mol/L 水酸化カルシウム水溶液の pH を求めよ。
- (4) 40 mL の 0.020 mol/L 水酸化カルシウム水溶液を過不足なく中和するために必要な、0.050 mol/L 塩酸の体積は何 mL か。また、この中和反応を化学反応式で表せ。
- (5) 酸性では無色、塩基性では赤色を示す pH 指示薬の名称を答えよ。
- (6) 亜鉛を塩酸と反応させたときに発生する気体の名称を答えよ。

化学 (全2の2)

- 【4】 圧力や(A)が変化したとき、固体、液体、気体の間で物質の状態が変化することを状態変化という。固体では、構成粒子の(B)が小さく、粒子間に引力が働いていて、一定の状態をしている。状態変化のうち、固体から液体への変化を(C)といい、気体から液体への変化を(D)という。また、固体が液体になるときの温度を(E)といい、液体が(F)するときの温度を沸点という。物質のうち(G)の場合、(E)や沸点では、その物質の状態がすべて変化するまで温度は一定に保たれる。以下の問いに答えよ。

- (1) 空欄(A)～(G)にあてはまる適切な語句を答えよ。
(2) 下線部について、(G)に分類される物質を次から選び、記号で答えよ。
(ア) エタノール (イ) 塩酸 (ウ) 窒気 (エ) 食塩水

- 【5】 次の実験 A～C について、以下の問いに答えよ。

【実験 A】 褐色のヨウ素溶液に、硫化水素の気体を通じる。

【実験 B】 気体の塩素に、加熱した銅線を入れる。

【実験 C】 濃硝酸に銅片を浸す。

- (1) 実験 A で観察される変化を答えよ。
(2) 実験 A で、反応前後でのヨウ素の酸化数の変化を答えよ。
(3) 実験 B の反応で生成する物質の名称を答えよ。
(4) 実験 B の反応で、酸化剤として働く物質の化学式を答えよ。
(5) 実験 C で、反応前後での溶液の色の変化を答えよ。
(6) 実験 C で発生する気体の名称を答えよ。また、この気体と同様の方法で捕集される気体を次から3つ選び、記号で答えよ。
(ア) アンモニア (イ) 塩素 (ウ) 酸素 (エ) メタン (オ) 硫化水素
(7) 実験 C で、銅片の代わりに銅片を浸したときに観察される変化を答えよ。

- 【6】 以下の問いに答えよ。

- (1) 結晶がイオン結晶に分類される物質を次から選び、その化学式を答えよ。
酸化カルシウム、 二酸化ケイ素、 二酸化炭素、 ヨウ素
(2) アミノ酸の縮合重合でできている天然高分子化合物の名称を答えよ。
(3) 「同温、同圧、同体積の気体には、気体の種類に関係なく、同数の分子が含まれる」という関係を唱えた、イタリアの科学者は誰か。
(4) 分子内に非共有電子対を1組だけ含む分子を次から選び、分子式で答えよ。
アンモニア、 水素、 窒素、 二酸化炭素、 水
(5) 金属結晶の面心立方格子の単位格子中に含まれる原子の数は何個か。
(6) カルシウム原子と同じ最外殻電子の数をもち、陽子の数が最も小さい原子の名称を答えよ。
(7) 硫化水素と分子の形が同じものを次から選び、その分子式を答えよ。
アンモニア、 塩化水素、 二酸化炭素、 水、 メタン
(8) 3価の酸を次から選び、化学式で答えよ。
酢酸、 シュウ酸、 硝酸、 硫酸、 リン酸
(9) 海水を加熱して発生する気体を回収し、冷却して水を得た。このような分離操作の名称を答えよ。
(10) 電解質にリン酸を用いた燃料電池で、放電に伴って発生する物質の名称を答えよ。

生物 (全3の1)

- 【1】 図1の生物 A、B、C は大腸菌、酵母菌、ゾウリムシのいずれかの顕微鏡図である。なお、図では大きさをそろえてあるが、それぞれの実験の大きさは異なる。

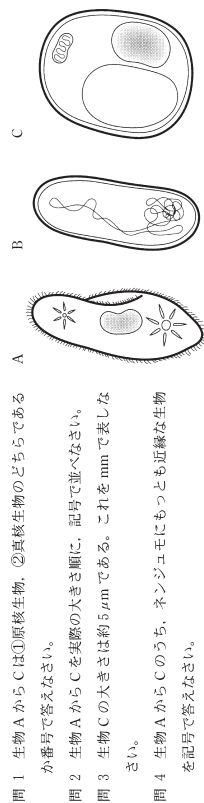


図1

- 問1 生物 A から C は①原核生物、②真核生物のどちらであるか番号で答えなさい。
問2 生物 A から C を実験の大きさに順に、記号で並べなさい。
問3 生物 C の大きさは約 $5\mu\text{m}$ である。これを mm で表しなさい。
問4 生物 A から C のうち、ネンジュモにもっとも近縁な生物を記号で答えなさい。
問5 次の文から正しいものを全て選び、番号で答えなさい。
① 生物 B と生物 C は細胞壁を持つ。
② 生物 A と生物 C は液胞を持つ。
③ 生物 A、生物 B、生物 C はすべてリボソームを持つ。
④ 生物 A、生物 B、生物 C はすべて ATP を合成する。
⑤ 生物 B、生物 C はミトコンドリアを持たない。
⑥ 生物 B は DNA を持たない。

【2】

- 問6 図2は原核細胞と真核細胞(ヒト)の化学成分の割合を示したグラフである。以下の文中のアからウに当てはまる適切な語句の正しい組み合わせを下の①～⑫より選び、A と B のどちらが真核細胞のグラフであるかを説明する文章を完成させなさい。

“原核細胞と真核細胞の違いは(ア：a 遺伝物質、b 膜で囲まれた細胞小器官の有無)である。(ウ)は(イ：c タンパク質、d 核酸、e 脂質)を多く含む。したがって(イ)の割合が多い(ウ：f A、g B)が真核細胞のグラフである”

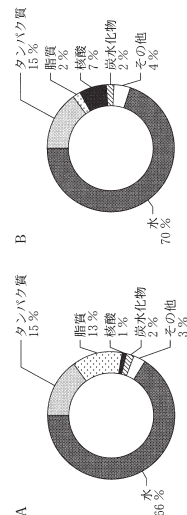


図2

- ① ア、イ、ウ、フ ② ア、イ、ウ、フ ③ ア、イ、ウ、フ ④ ア、イ、ウ、フ
⑤ ア、イ、ウ、フ ⑥ ア、イ、ウ、フ ⑦ ア、イ、ウ、フ ⑧ ア、イ、ウ、フ
⑨ ア、イ、ウ、フ ⑩ ア、イ、ウ、フ ⑪ ア、イ、ウ、フ ⑫ ア、イ、ウ、フ
問7 もし植物細胞に含まれる化学成分を同じように分析すると、ヒト細胞と比べた場合、植物細胞ではどの物質が相対的に最も多くなると考えられるか、番号で答えなさい。またその根拠となる植物細胞の構造を選び、番号で答えなさい。
物質：① 炭水化物 ② タンパク質 ③ 核酸 ④ 脂質
構造：① 葉緑体 ② 細胞壁 ③ 液胞 ④ リソソーム ⑤ 中心体

生 物 (全3の2)

2 ホルモンは血液により運ばれて、(a)細胞に存在する(b)に結合する。ホルモンが(b)に結合すると、(a)細胞に特定の反応が現れる。ホルモンには水に溶けやすい水溶性ホルモンと水に溶けにくい脂溶性ホルモンがある。水溶性ホルモンには、(c)が連結してできたペプチドホルモンなどがある。水溶性ホルモンは、(a)細胞の(d)を通過できないため、(d)上にある(b)と結合する。一方、脂溶性ホルモンには、コレステロールから合成されるステロイドホルモンなどがある。脂溶性ホルモンは、(a)細胞の(d)を通過しやすいため、細胞質や(e)内にある(b)に結合する。

問 1 文中の(a)～(e)に当てはまる適切な語句を答えなさい。
問 2 下線1)のペプチドホルモンは、(a)細胞の(d)に結合する。問2の(a)に細胞が存在する神経分泌細胞で合成され、(b)から分泌される。(a)と(b)に当てはまる部位の名称を答えなさい。また、(b)からのパソプレシン分泌量が増加すると、腎臓でつくられる尿の量はどのように変化するか、パソプレシンの作用をふまえて、50字以内で説明しなさい。
問 3 下線2)のステロイドホルモンは、(a)細胞の(d)に結合する。このホルモンは、(c)から分泌されるが、その分泌は、(d)から分泌される刺激ホルモンにより調節される。(c)と(d)に当てはまる部位の名称を答えなさい。
問 4 糖質コルチコイドの働きを以下の(a)～(f)より全て選び番号で答えなさい。
(a) 腎臓でのグルコース排出を促進する。
(b) 肝臓でのグリコーゲン合成を促進する。
(c) タンパク質からのグルコース合成を促進する。
(d) 細胞内へのグルコースの取り込みを促進する。
(e) 血糖値を低下させる。
(f) 血糖値を上昇させる。

3 問題については、削除しています。

生 物 (全3の3)

4 次の文を読み、下の問いに答えなさい。
外界から体内に侵入してくる病原体などからヒトの体内を防御する仕組みは、いくつもの段階に分かれていることが知られている。最初の防御システムは皮膚であり、外表面は(ア)形をした(イ)細胞が層をなして角質層を形成している。角質層を形成している細胞は(ウ)というタンパク質を多く含む非常に丈夫であるため、角質層は体内の(エ)が感染するのを防ぐと同時に、外界の病原体などが体内に侵入するのを防ぐ役割を持っている。
また皮膚の表面は、汗などによって弱酸性に保たれており、病原体の繁殖を防いでいる。さらに汗や尿には(オ)という酵素が含まれており、細菌の細胞壁を破壊する働きをもっている。鼻や口、消化管、気管などの内壁を占める粘膜上皮も外界と接している。粘膜上皮の表面の細胞は細胞分裂が(カ)細胞である。気管の粘膜上皮細胞は、粘液を分泌して細胞表面の(キ)とよばれる細かな構造を動かし、粘液とともに異物を外へ送り出す働きをしている。またこの粘膜上皮からは、細菌の細胞膜を破壊する働きを持つ、(ク)とよばれる物質が分泌されている。
消化管では胃から分泌される消化液である(ケ)が(コ)性であり、病原体を殺菌する作用を持っている。また腸内には、ヒトに害を及ぼさない細菌が数多く生息しており、これらが粘膜に作用して防御作用を增強したり、病原体の毒性を抑えたりすることが知られている。
さらに体内に侵入した病原体などに対する防御として、複雑な免疫システムが働くことで、身体の健康が保たれている。

問 1 文中の(ア)～(コ)に入る語句として最も適切なものを、次の①～⑨よりそれぞれ一つずつ選び番号で答えなさい。
① インスリン ② リゾチーム ③ ケラチン ④ デイフェンジン ⑤ 水分
⑥ 死んだ ⑦ 活発な ⑧ 弱酸 ⑨ 弱アルカリ ⑩ 強酸
⑪ 強アルカリ ⑫ だ液 ⑬ 胆汁 ⑭ 胃液 ⑮ 扁平な
⑯ 縦に細長い ⑰ べん毛 ⑱ 緩慢な
問 2 外来の病原体などからヒトの体を防御する仕組みは、①物理的防御、②化学的防御、③免疫システムに分類することが可能である。文中の下線部(a)、(b)はそれぞれいずれの防御の仕組みに相当するか、最も適切なものを①から③の中からそれぞれ一つずつ選び番号で答えなさい。

問 3 免疫細胞のうち、主に食作用によって病原体を処理するものとして適切なものを次の①～⑤より二つ選び番号で答えなさい。
① 樹状細胞 ② ヘルパーT細胞 ③ マクロファージ ④ B細胞 ⑤ キラーT細胞
問 4 免疫細胞のうち、主に抗体を作りだし、体液性免疫を担うものとして適切なものを次の①～⑤より一つ選び番号で答えなさい。

① 樹状細胞 ② ヘルパーT細胞 ③ マクロファージ ④ B細胞 ⑤ キラーT細胞
問 5 免疫システムがうまく働かないと、さまざまな病気の原因にもなりうる。免疫と関連する次のA～Cの3つの病気について、その主な原因と考えられるものを次の①～⑤よりそれぞれ一つずつ選び番号で答えなさい。
A：関節リウマチ B：アナフィラキシーショック C：AIDS(エイズ)

① ウイルスに感染することにより、免疫システムが機能しなくなる。
② 免疫記憶が時間の経過と共に弱まってしまう。
③ 免疫が自分自身の細胞を、抗原と認識して攻撃してしまう。
④ 移植された臓器を異物と認識して、攻撃してしまう。
⑤ アレルゲンに対して過剰な応答反応を引き起こしてしまう。