

第1問 以下の問題の答えとして最も適切なものを選択肢(a)～(e)の中から一つ選び、記号で答えなさい。

- (1) 2.0 Ωの抵抗に5.0 Aの電流が流れている。このとき、抵抗の前後の電位差はいくらか。
(a) 0.40 V (b) 2.5 V (c) 5.0 V (d) 10 V (e) 25 V
- (2) 運動している物体にはたらく力がつり合っているとき、物体はその後どのように振る舞うか。
(a) 直ちに静止する (b) 徐々に減速し、やがて停止する (c) 等速直線運動をする
(d) 放物運動をする (e) この中のどれでもない
- (3) つぎに挙げる化学結合のうち、最も結合力の強いものはどれか。
(a) イオン結合 (b) 共有結合 (c) 金属結合 (d) 水素結合 (e) ファン・デル・ワールズ結合
- (4) つぎに挙げる組み合わせのうち、互いに同素体でない組み合わせはどれか。
(a) 水素と重水素 (b) 黒鉛とダイヤモンド (c) 酸素とオゾン
(d) 黄リンと赤リン (e) 斜方硫黄とゴム状硫黄
- (5) つぎのうち、植物細胞のみがもっているものはどれか。
(a) 核膜 (b) 細胞壁 (c) 細胞膜 (d) 染色体 (e) ミトコンドリア
- (6) ヒトの目に光が入射したとき、入射光がはじめに通る部分はずぎのうちどれか。
(a) 角膜 (b) 虹彩 (c) 視神経 (d) 水晶体 (e) 網膜
- (7) つぎに挙げる岩石のうち、マグマが冷えて固まることによりつくられるものはどれか。
(a) 岩塩 (b) 石炭 (c) 石灰岩 (d) チャート (e) 流紋岩
- (8) 梅雨前線は、つぎに挙げるどの前線に分類されるか。
(a) 温暖前線 (b) 寒冷前線 (c) 紅葉前線 (d) 停滞前線 (e) 閉塞前線
- (9) 1.0×10^2 mgは何kgか。
(a) 1.0×10^{-4} kg (b) 1.0 kg (c) 1.0×10^2 kg (d) 1.0×10^4 kg (e) 1.0×10^8 kg
- (10) 1.0×10^2 L (リットル)は何 m^3 か。
(a) 1.0×10^{-2} m^3 (b) 1.0×10^{-1} m^3 (c) 1.0 m^3 (d) 1.0×10^1 m^3 (e) 1.0×10^2 m^3

第2問 以下の①～⑧の中から好きなものを2つ選び、解答せよ。

①：地表から、水平面とのなす角 30° の方向に質量 0.10 kg の小球を投げ上げた。小球は 0.50 s 後に最高点に達し、その後地面に落下した。この小球の運動について以下の問いに答えよ。ただし、重力加速度は 10 m/s^2 、 $\sqrt{3} = 1.7$ とし、空気抵抗は無視できるとする。

- (1) 小球の加速度の大きさは何 m/s^2 か。
- (2) 小球の初速度の大きさは何 m/s か。
- (3) 最高点における小球の速さは何 m/s か。
- (4) 小球の水平到達距離は何 m か。

②：静止している観測者へ向かって、音源が一定の振動数の音を鳴らしながら速さ 10.0 m/s で移動している。このとき、観測者に聞こえる音の振動数は $8.50 \times 10^2 \text{ Hz}$ であった。音源が観測者とすれ違った直後、観測者の聞く音の振動数が変化した。この現象に関して以下の問いに答えよ。ただし、音速を $3.40 \times 10^2 \text{ m/s}$ とする。

- (1) 問題文のような現象を何と呼ぶか。
- (2) 音源が近づいてくるとき、観測者の聞く音の波長は何 m か。
- (3) 音源の鳴らす音の振動数は何 Hz か。
- (4) 音源が観測者の位置を通過した後、観測者の聞く周波数は何 Hz になるか。

③：金属マグネシウムと塩酸により水素ガスが発生する反応について、以下の問いに答えよ。ただし、 H 、 Cl 、 Mg の原子量はそれぞれ 1 、 17 、 24 とする。

- (1) この反応を化学反応式で表せ。
- (2) 反応後に生成される、 Mg を含む化合物の物質名を答えよ。
- (3) 48 g のマグネシウムと 18 g の塩酸を十分に反応させた。発生した水素の標準状態における体積は何 L か。
- (4) (3) のとき、反応後に残る金属マグネシウムの質量は何 g か。

④：酢酸、一酸化炭素、水素に関連する熱化学反応に関して、以下の問いに答えよ。ただし、酢酸、一酸化炭素、水素の燃焼熱はそれぞれ 870 、 280 、 290 kJ/mol とする。

- (1) 水素 1 mol の燃焼反応の熱化学方程式を書け。
- (2) 一酸化炭素 1 mol の燃焼反応の熱化学方程式を書け。
- (3) 酢酸 1 mol の燃焼反応の熱化学方程式を書け。
- (4) 一酸化炭素と水素との反応により酢酸 1 mol を得るとき、反応熱は何 kJ か。

⑤：ヒトの体細胞1個に存在するDNAは 1.2×10^{10} 個のヌクレオチドからなり、その全長は2.0 m であるとする。このとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 1ヌクレオチド対の長さは何 m か。
- (2) ヒトの体細胞1個に存在するDNAに含まれる塩基対は何個か。
- (3) ヒトの染色体1本あたりのDNAの平均の長さは何 m か。
- (4) 二重らせん構造一回転あたりのヌクレオチド対の長さは何 m か。

⑥：ある生物に血中濃度が一定に保たれるようにインリンを点滴し、この間の血漿および尿中における各種成分の濃度を測定したところ、表のような結果を得た。5分間あたりの尿生成量が5.00mLであったとし、以下の問いに答えよ

- (1) 尿素の濃縮率は何倍か。
- (2) 5分間に生成された原尿は何 mL か。
- (3) 5分間に再吸収されたグルコースは何 mg か。
- (4) 水の再吸収率は何%か。

成分	血漿中濃度 (mg/mL)	尿中濃度 (mg/mL)
グルコース	1.00	0
尿素	0.320	20.0
インリン	0.100	12.0

⑦：表は空気の温度に対する飽和水蒸気圧 e を示している。これを踏まえ以下の問いに答えよ。ただし、空気は理想気体であるとし、飽和水蒸気量 a (g/m^3) は、絶対温度 T を用いて $a = 217e/T$ という関係を満たすとする。

- (1) 温度 18.0°C 、水蒸気圧 13.6 hPa の空気塊の相対湿度は何%か。
- (2) 水蒸気圧 13.6 hPa 、相対湿度が 85.0% の空気塊の温度は何 $^\circ\text{C}$ か。
- (3) 温度 20.0°C 、相対湿度 60.0% の空気塊中の水蒸気量は何 g/m^3 か。
- (4) (3)の空気塊を 14°C まで冷やした。このときの相対湿度は何%か。

温度 ($^\circ\text{C}$)	e (hPa)	温度 ($^\circ\text{C}$)	e (hPa)
10.0	12.3	18.0	20.6
12.0	14.0	20.0	23.4
14.0	16.0	22.0	26.3
16.0	18.2	24.0	29.8

⑧：地球は地軸まわりに自転運動をしながら太陽の周りを公転運動している。地軸は公転面に垂直な方向から 23.4° 傾いており、この傾きによって季節変化（日の長さの変化）が生じる。これらを踏まえ以下の問いに答えよ。ただし、公転周期は365日とする。

- (1) 地球は1週間の間に何 $^\circ$ 公転するか。
- (2) 北極側から見て、地球は時計回り・反時計回りのどちら向きに自転しているか。
- (3) 高度 0 m 、北緯 35.0° の地点における夏至の日の南中高度は何 $^\circ$ か。
- (4) 高度 0 m 、北緯 45.0° の地点における冬至の日の南中高度は何 $^\circ$ か。