

令和6年度 一般選抜問題 1期 【1日目】

物 理 基 礎

1

力に関する次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。(25点)

木片が水に浮いたり、気球が空へ浮上したりするのは、木片や気球が、水や空気などの流体から、押し上げられる力を受けるためである。このように、流体中の物体が、流体から鉛直上向きに受ける力を \square (ア) という。 \square (ア) の大きさは、物体が押しのけた流体の \square (イ) に等しい。これを、 \square (ウ) の原理という。この原理によると、水中の物体にはたらく \square (ア) の大きさ F [N] は、水の密度を ρ [kg/m³]、物体の体積を V [m³]、重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、次式で表される。

$$F = \square$$
(A)

問1 空欄 \square (ア) ~ \square (ウ) に、もっとも適切な語句を入れなさい。

問2 空欄 \square (A) に、適切な式を入れなさい。

問3 質量0.10kgの容器に1.0kgの水を入れ、台はかりの上にした。体積 $4.0 \times 10^{-5} \text{m}^3$ 、質量0.32kgの金属球に軽くて伸び縮みしない糸をつけ、容器の底につかないように上からつり下げ、水中で静止させた。水の密度を $1.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ とし、重力加速度の大きさを 9.8m/s^2 とする。(1)~(3)に答えなさい。

- (1) 金属球が水から受ける \square (ア) の大きさは何Nか答えなさい。
- (2) このとき、糸の張力の大きさは何Nか答えなさい。
- (3) このとき、台はかりが容器から受ける力の大きさは何Nか答えなさい。

2

電気に関する以下の問いに答えなさい。(26点)

問1 次の文章の空欄 (ア) ~ (オ) に、もっとも適切な語句または数値を入れなさい。

空気が乾燥している冬は、衣服を脱ぐときにパチッと音がすることがある。これは衣服が電気を帯びたことによって起こる現象である。一般に、種類の違う物体をこすり合わせると、物体は電気を帯びる。このとき生じた電気は、物体にとどまって移動しないので、(ア) といわれる。種類の違う物体をこすり合わせたときに電気を帯びるのは、一方の物体の電子の一部が他方の物体に移動するためである。電気には正と負があるが、このとき、電子を失った物体は (イ) の電気を帯び、他方の物体は (ウ) の電気を帯びる。このとき、正の電気を帯びた物体どうし、または負の電気を帯びた物体どうしには、(エ) 力がはたらく。電子1個がもつ電気量を電気素量といい、その大きさは $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ である。電氣的に中性の物体が電子を 2.0×10^8 個失うとき、電気素量を用いて計算すると、この物体は (オ) Cに帯電することになる。

問2 次の文章の空欄 (カ) ~ (コ) に、もっとも適切な数値または式を入れなさい。

抵抗値 $R_1[\Omega]$, $R_2[\Omega]$ の2つの抵抗が直列に接続されると、合成抵抗の値は (カ) と表される。また、並列に接続されると、合成抵抗の値は (キ) と表される。これらの関係を使うと、直列と並列を組み合わせて接続した場合について、合成抵抗を求めることができる。たとえば、 1.0Ω , 4.0Ω , 6.0Ω の3種類の抵抗を図1のように接続した場合を考えよう。このときAB間の合成抵抗は、(ク) Ω である。また、CD間の合成抵抗は、(ケ) Ω である。したがって、AD間の合成抵抗は、(コ) Ω となる。

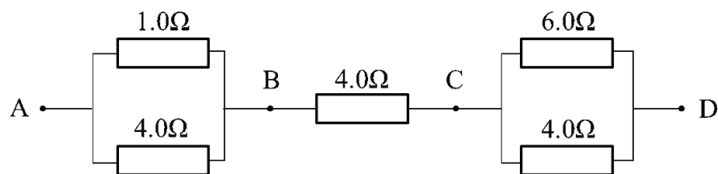


図1 抵抗の接続

3

エネルギーに関する次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。(25点)

エネルギーにはさまざまな形態があり、私たちは必要に応じてエネルギーを変換して利用している。^(a)たとえば、モーターは、電気エネルギーを力学的エネルギーに変換して物体を動かしている。乾電池や燃料電池は化学エネルギーを電気エネルギーに変え、ヒーターは電気エネルギーを熱エネルギーに変える。ホタルは体内の発光物質の化学エネルギーを光エネルギーに変えて発光する。

発電所で用いられる蒸気タービンや自動車のエンジンのように、高温の物体から流入した熱の一部で仕事をし、残りの熱を低温の物体へ放出する装置を熱機関^(b)という。熱機関が繰り返し仕事をするためには、仕事をした後、もとの状態にもどらなくてはならない。高温の熱源から熱を受け取り、外部に仕事をした後、もとの状態にもどるために、熱を低温の熱源に放出する過程が必要である。

温度の異なる2つの物体を接触させておくと、熱はひとりで高温の物体から低温の物体に移動する。しかし、熱はひとりで低温の物体から高温の物体に移動することはない。このように現実にかかる熱現象では、時間の流れを逆向きにした変化^(c)は起こらない。

種々のエネルギーが他のエネルギーに変化する過程においては、それに関係した^(d)すべてのエネルギーの和が一定に保たれることが知られているが、最終的には熱エネルギーとなり、利用しにくくなる。さまざまなエネルギーを有効活用するために、新しい技術が導入され始めている。たとえば、燃料を用いて発電する際に放出される熱を、暖房や給湯などに有効利用するシステムがある。

問1 下線部(a)を説明した図1の空欄 ～ に、もっとも適切なものを語群から選びなさい。

<語群>

充電器 水力発電 太陽電池 使い捨てカイロ 電子レンジ

問2 下線部(b)の熱機関が、高温の物体から熱量 800 J を吸収し、低温の物体に熱量 680 J を放出した。得られた仕事 [J] と、熱効率を求めなさい。

問3 下線部(c)の変化を何というか答えなさい。

問4 下線部(d)の関係を何というか答えなさい。

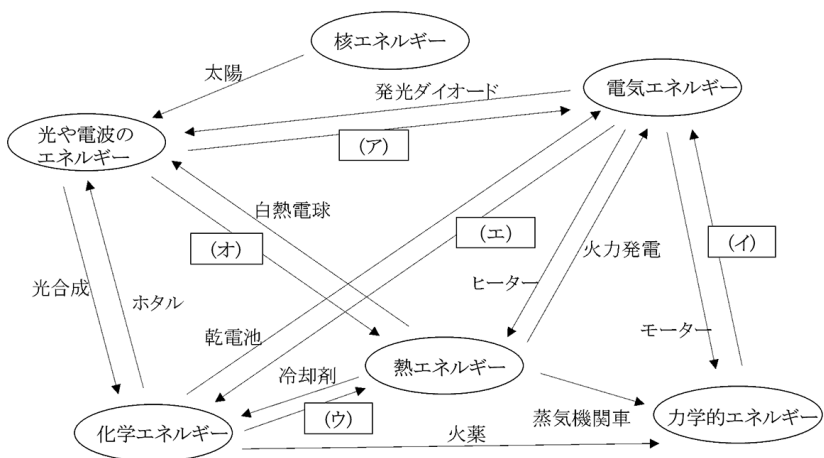


図1 エネルギーの変換

4

波に関する次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。(24点)

静かな水面に石を投げると、そこを中心として波紋が広がっていく。このとき、水面に浮かんだ木の葉はその場所の近くで上下に運動するだけで、波とともに移動することはなく、波が通過してしまえば元の場所に静止する。小石を投げ入れたところで起こった振動が、少しずつ遅れて周囲へ順に伝わる現象を波または波動という。波を伝える物質を (ア) といい、(ア) 中で波が発生する点を (イ) という。

ばねにおもりをつけ、つりあいの位置から少しずらして手をはなすと、おもりは、つりあいの位置を中心に、周期的に振動する。このような振動を (ウ) という。おもりが1回の振動に要する時間 T [s] を (エ) , 1秒あたりに振動する回数 f [Hz] を振動数といい、 T と f の関係は次式で表される。

$$T = \text{(A)}$$

また、振動の中心からの位置のずれを (オ) といい、振動の中心から折り返し点までの長さを (カ) という。

波形が正弦曲線(サインカーブ)で表される波を (キ) 波という。(カ) と (ク) がそれぞれ等しい2つの (キ) 波が、直線上を同じ速さで逆向きに進み、重なりあってできる合成波は、まったく振動しない部分と、大きく振動する部分とが交互に並び、進まないように見える波になる。これを (ケ) 波という。これに対して、時間とともに進んでいく波を (コ) 波という。

音は波であり音波という。音源が振動すると、これに接する空気が振動し、その振動が空気中を (サ) 波として伝わっていく。この波が人の鼓膜を振動させると、それが音となって聞こえる。音の特徴は、音の高さ、音の大きさ、音色によって決まり、これらを音の3要素という。音は、振動数が大きくなるほど、(シ) く聞こえる。同じ振動数の音が聞こえているとき、(カ) が大きくなるほど音は大きくなる。同じ音の高さでも、フルートとピアノでは違った印象の音に聞こえる。このような音色の違いはそれぞれの楽器による音波の (ス) が異なるからである。

振動数が少しだけ異なるおんさを同時に鳴らすと、音が周期的に大きくなったり小さくなったりして聞こえる。この現象を (セ) という。振動数 f_1 [Hz], f_2 [Hz] の2つの波で (セ) が生じるとき、1秒間あたりの (セ) の回数 N は次式で表される。

$$N = \text{(B)}$$

問1 空欄 ～ に、もっとも適切な語句を入れなさい。

問2 空欄 , に、適切な式を入れなさい。