

令和5年度 一般選抜問題 1期 【2日目】

物 理 基 礎

1

物体の運動に関する次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

ただし、重力加速度の大きさを 9.8m/s^2 とする。 (24点)

問1 図1のように、質量 10kg の物体Aが、水平で表面が粗い机の上に置かれている。物体Aと机の面の間の静止摩擦係数が 0.50 、動摩擦係数が 0.10 であるとき、(1)~(4)に答えなさい。

- (1) 静止している物体Aを動かすために、机の面に平行に 10N の力で矢印の方向に引っ張ったが、物体Aは動かなかった。このとき、物体Aと机の面の間に働いている摩擦力の大きさを求めなさい。
- (2) 物体Aに加える力の大きさを大きくしていくと、やがて力を加えた向きに、物体Aが動き出した。このとき、物体Aに加えた力の大きさを求めなさい。
- (3) 机の面を動き出した物体Aが、力を加えた向きに一定の速さ 4.9m/s で進んでいる。このとき、物体Aと机の面の間に働いている摩擦力の大きさを求めなさい。
- (4) 物体Aに加えていた力のある時点でやめると、物体Aはやがて静止する。力をなくしてから物体Aが静止するまでの時間を求めなさい。

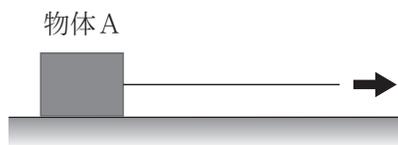


図1 粗い面の上の物体A

問2 図2のように、水平で表面がなめらかな机の上に置いた質量 10 kg の物体Aに、軽くて伸びない糸の一方の端をつけ、定滑車を通して、他端に質量 4.0 kg の物体Bをつり下げると、A、Bは動き始めた。ただし、定滑車は、軽くてなめらかに回転するものとする。(1)~(4)に答えなさい。

- (1) 糸の張力の大きさを求めなさい。
- (2) 物体Bの加速度の大きさを求めなさい。
- (3) 物体Bが動き出してから1秒後の速さを求めなさい。
- (4) 物体Bが動き出してから1秒間に移動した距離を求めなさい。

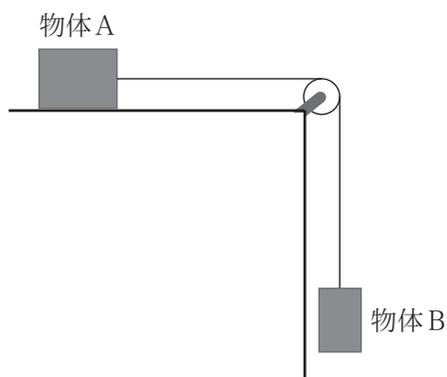


図2 定滑車と物体A，物体B

2

波に関する次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

(27点)

ある媒質中で、波源が連続して振動し、縦波が生じている。この縦波は x 軸の正の向きに進むものとする。図1は、 x 軸の正の向きの変位を、 y 軸の正の向きにとり、変位を横波のように表したものである。図1は時刻 $t = 0$ s における波の状態である。このグラフは正弦波であり、 x 軸の目盛の間隔 (OA間, AB間, BC間, …の距離) は 0.40 m である。また、縦波の進む速さを 0.80 m/s とする。

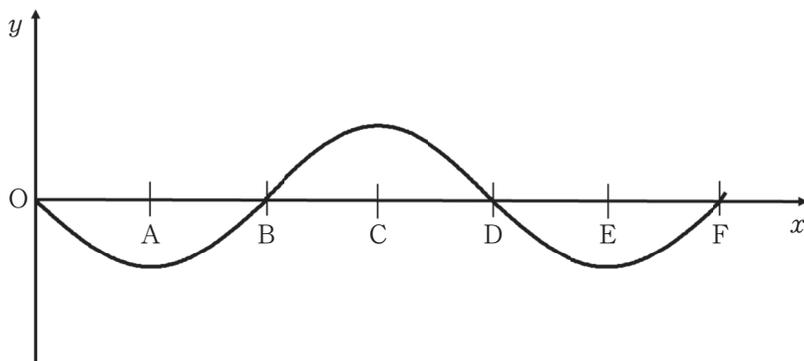


図1 x 軸上を正の向きに進む縦波のようす (時刻 $t = 0$ s)

問1 この縦波の波長を求めなさい。

問2 この縦波の周期を求めなさい。

問3 この縦波の振動数を求めなさい。

問4 時刻 $t = 0$ s において、媒質が最も密になっている点を A ~ F からすべて選びなさい。

問5 時刻 $t = 0\text{ s}$ において、媒質が最も疎になっている点を A～F からすべて選びなさい。

問6 時刻 $t = 0\text{ s}$ において、媒質の速さが 0 になっている点を A～F からすべて選びなさい。

問7 時刻 $t = 0\text{ s}$ において、 x 軸の負の向きに速度が最大になっている点を A～F からすべて選びなさい。

問8 時刻 $t = 0.50\text{ s}$ において、媒質が最も密になっている点を A～F からすべて選びなさい。

3

電気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)

私たちの身のまわりの物体は多数の原子からできている。原子は、中心にある と、 を取りまく からできている。また は陽子と からできている。陽子は正の電気をもち は負の電気をもつが、 は電気をもたない。陽子1個がもつ電気量と 1個がもつ電気量は、符号が正と負で異なるが、大きさは等しく $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ である。これを電気素量といい、 e で表す。帯電体がもつ電気量の大きさは e の整数倍になる。

物質には電気をよく通すものと、ほとんど通さないものがある。よく通す物質を といい、ほとんど通さない物質を という。 の代表は、金属である。金属の結晶中では、原子中に含まれる のうちいくつかは原子から離れ、結晶中を自由に動き回ることができる。このような を という。この が移動することで電流が流れる。

電流の強さは、ある断面を単位時間に通過する電気量で定める。電流の単位にはアンペア (A) を用いる。時間 t [s] の間に物体のある断面を q [C] の電気量が通過したとき、電流の強さ I [A] は次式で表される。

$$I = \text{$$

また、物質の電気抵抗 R [Ω] は、その物質の断面積 S [m^2]、長さ l [m]、抵抗率 ρ [$\Omega \cdot \text{m}$] を用いると、次式で表される。

$$R = \text{$$

問1 空欄 ～ に、もっとも適切な語句を入れなさい。

問2 ある帯電体が $-6.4 \times 10^{-9} \text{C}$ の電気を帯びている。この電気量は 何個分か答えなさい。

問3 空欄 (a) , (b) に、適切な式を入れなさい。

問4 電源と3つの抵抗をもつ図1の回路について、電流の強さ I_1 , I_2 , I_3 を求めなさい。

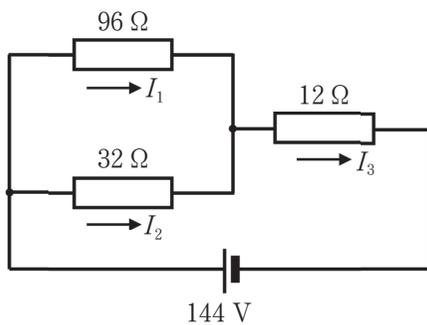


図1 電気回路図

4

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

(24点)

温度の異なる物体を接触させると、高温の物体の温度は下がり、低温の物体の温度は上がる。この2つの物体を接触させたままにしておくと、やがて2つの物体の温度は等しくなる。このような状態を という。このとき、2つの物体の接触面では、エネルギーの受け渡しが行われる。物体の間で移動するこのエネルギーを といい、その量を熱量という。一般に、高温の物体と低温の物体を接触させたとき、高温の物体から出たエネルギーと低温の物体に入ったエネルギーは等しい。この関係を という。

ある物体の温度を1 K 上昇させるのに必要な熱量をその物体の といい、単位は である。例えば、断熱材で囲まれた が70 の銅製容器に 22.0℃ の水が150 g 入っていて、十分に長い時間置いてある場合を考える。この水の中へ 94.0℃ にあたためた 20 g の金属球を入れて水をかきまぜたところ、水の温度は 24.0℃ になった。水の比熱を 4.2 J/(g・K) とすると、このとき水と容器に入った熱量は、 J になる。

物質を構成している分子や原子は、位置エネルギーや熱運動による エネルギーをもっている。これらのエネルギーの総和を エネルギーという。気体では、位置エネルギーがきわめて小さく、 エネルギーは分子の エネルギーの和になると考えてよい。そのため、 エネルギーは、温度が高いほど くなる。

問1 空欄 ～ に、もっとも適切な語句または単位を入れなさい。

問2 空欄 に、適切な数値を入れなさい。

問3 水に入れた金属球の比熱を求めなさい。