

令和3年度 一般選抜問題 1期 【1日目】

物 理 基 礎

1

物体にはたらく力について、以下の問いに答えなさい。(24点)

問1 図1のように、なめらかな床に置かれた物体の両端を互いに逆向きの力 \vec{F}_1 、 \vec{F}_2 で引っ張った。

- (1) 物体が静止しているとき、力 \vec{F}_1 と \vec{F}_2 の関係を式で表しなさい。
- (2) 力 \vec{F}_1 と作用・反作用の関係になっている力はどれか。 \vec{F}_2 、 \vec{F}_3 、 \vec{F}_4 から1つ選びなさい。
- (3) 力 \vec{F}_1 の大きさが、 \vec{F}_2 の大きさよりも大きいとき、物体は、図1のどの向きに、どのような運動をするか、次の中からもっとも適切なものを選び記号で答えなさい。
 - a. 右向きに等速直線運動する。
 - b. 左向きに等速直線運動する。
 - c. 右向きに等加速度直線運動する。
 - d. 左向きに等加速度直線運動する。
 - e. どちらの向きにも動かない。
- (4) 最初静止していた質量が1.0kgの物体に、 \vec{F}_1 として5.0N、 \vec{F}_2 として2.0Nの大きさの力を加えた。力を加えてから1.5秒後の物体の速さを求めなさい。ただし、空気の抵抗は考えないことにする。

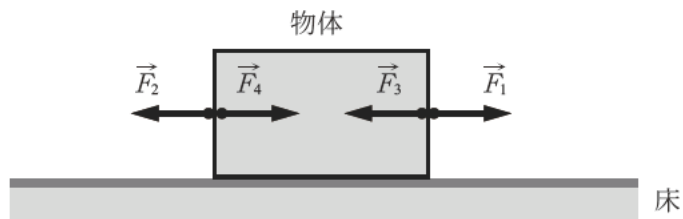


図1 物体にはたらく2力

問2 図2のように、一端を天井に固定した糸Aにおもりをつるし、力 \vec{F}_1 で水平方向に引いて、おもりを静止させた。このとき、糸Aには、張力 \vec{F}_2 が生じている。また、おもりに、重力 \vec{F}_3 がはたらく。

(1) 3つの力 \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 の関係を式で書きなさい。

(2) 糸Aの長さが0.40mで、重力が10Nのとき、おもりは天井から鉛直に0.20m下がったところで静止した。糸の張力 \vec{F}_2 の大きさを求めなさい。

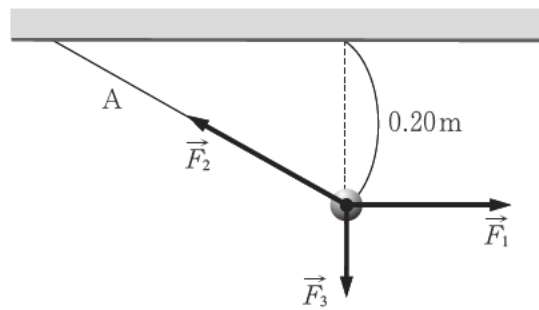


図2 糸でつるされたおもり

2

電気の利用に関する以下の問いに答えなさい。(25点)

問1 次の文章を読んで、(1)~(3)に答えなさい。

電池から得られる電気は、電圧、電流の向きが一定な直流である。一方、家庭のコンセントから得られる電気は、電圧、電流の向きが周期的に変化している。このような電気を交流という。家庭のコンセントから得られる交流の電気の周波数は、東日本では ，西日本では である。

多くの発電所は都市部の近くにないため、送電線によって遠くまで運ばなければならない。そのときの送電線での による電力損失が問題になる。発電所から一定の電力を送る場合、送電線に送り出す電圧を くすることで電力損失を小さくすることができる。このため、交流の電気は、 により非常に い電圧にしてから送電されている。その後、各変電所で順次変換され、最終的には100Vもしくは200Vで一般家庭に供給される。交流は、 で電圧を自由に変えられるため、電力輸送に使われるようになった。

掃除機やアイロンなどの電気製品を使用するときには、コンセントにプラグを差し込んで、交流の電気を直接使用している。一方、ノートパソコン、バッテリーの充電器などは、 を用いて、コンセントからの100Vの交流電圧を により適切な電圧まで下げ、ダイオード、コンデンサーなどを用いて交流を直流に変換している。交流を直流に変換することを という。

(1) 上の文章の空欄 ， に適切な数値を単位をつけて答えなさい。

(2) 上の文章の空欄 ~ に適切な語句を選択肢から選び、記号で答えなさい。

【選択肢】

- a. ACアダプター b. 乾電池 c. 高 d. 遮断 e. 整流
f. 低 g. 電磁誘導 h. 発電機 i. 発熱 j. 変圧器(トランス)

(3) 電圧の実効値が $1.6 \times 10^2 \text{V}$ の交流電源に $3.2 \text{k}\Omega$ の抵抗をつないだ。抵抗を流れる交流電流の実効値、および抵抗で消費される電力を求めなさい。

問2 次の文章を読んで、空欄 (ア) ~ (キ) に適切な語句を選択肢から選び、記号で答えなさい。

私たちは様々な形で電波を利用している。テレビや携帯情報端末は電波を使って情報をやり取りしている。電波は (ア) の一種である。(ア) は、電氣的・磁氣的な振動が (イ) となって空間を伝わっている。(ア) は周波数や波長が変わると、異なった性質を示し、その発生方法の違いから、おおむね波長の長いものから順に、(ウ) , (エ) , 可視光線, (オ) , (カ) , (キ) と分類されており、私たちの生活の中ではその特徴を生かした利用がなされている。

例えば、可視光線や (エ) は光通信に利用されているし、(オ) は殺菌灯に、物体への透過力が強い (カ) は医学の診断や空港での手荷物検査などに利用されている。波長がおおよそ1 m以下の電波を、特に (ウ) といい、携帯電話や電子レンジに利用されている。

【選択肢】

- a. β 線 b. γ 線 c. X線 d. 紫外線 e. 赤外線
f. 電磁波 g. 波 h. マイクロ波 i. 粒子

3

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

(26点)

木の板に、木の棒を押しつけて激しくこすると、温度が上昇して発火する。これは、こするという仕事をしたことによって、木の表面付近の分子どうしが衝突して分子の熱運動が激しくなるからである。自転車に空気を入れるときに、空気入れの底の方が熱くなるのは、空気入れのピストンを押すという仕事をして空気を圧縮することで、ピストンに衝突した分子の速さが速くなり、熱運動が激しくなるからである。このように、物体を加熱しなくても、温度を上昇させることができる。

19世紀の物理学者ジュールが、水槽の水を羽根車でかき混ぜるという実験を行い、仕事をしたときの水の温度の上昇を調べた結果、仕事 W [J] と温度上昇に相当する熱量 q [cal] には、次の式が成り立つことがわかった。

$$W = Jq$$

ここで、比例定数 J の値は、約 4.2J/cal である。この実験は、熱がエネルギーの一形態であることの根拠とされている。

物質を構成する原子や分子は、熱運動による エネルギーをもっている。また、原子や分子どうしは互いに力を及ぼしあっていて、 エネルギーをもっている。これらのエネルギーを物体中のすべての原子・分子について足し合わせたものを物体の エネルギーという。気体では、分子の エネルギーが非常に小さいため、 エネルギーは気体分子の エネルギーの合計と考えてよい。気体の温度が上昇すると、気体分子の エネルギーが大きくなるため、 エネルギーも大きくなる。

ジュールの実験からわかるように、物体の エネルギーは、外部から熱量を受け取るだけでなく、外部から仕事をされることでも増加する。この関係を表す法則を という。

問1 上の文章の空欄 ～ に、もっとも適切な語句を入れなさい。

ただし、異なる空欄に同じ語句が入ってもよい。

問2 上の文章の空欄 に、もっとも適切な語句を入れなさい。

問3 上の文章の下線部に関連して、 エネルギーの変化を ΔU [J]，外部から受け取る熱量を Q [J]，外部からされる仕事を W [J] とするとき，空欄 の法則を式で書きなさい。

問4 上の文章の空欄 の法則について，次の(1)，(2)それぞれの場合，気体の ΔU は増加するか，それとも減少するか選び，解答欄の適切なものに○をつけなさい。また，その変化量を求めなさい。

- (1) 気体に外部から 20 J の熱量を与え，さらに，外部から 40 J の仕事をした。
- (2) 気体に外部から 30 J の熱量を与えたら，外部に 10 J の仕事をした。

4

波に関する以下の問いに答えなさい。

(25点)

問1 次の文章を読んで、(1)と(2)に答えなさい。

波を伝える媒質が1秒間にくり返し振動する回数 f 〔回/s〕を波の という。 の単位〔回/s〕はHzと表記される。

正弦波では山と谷が交互に等間隔に並ぶ。隣り合う山と山（または谷と谷）のように、振動の状態が等しい隣り合う2点間の距離 λ 〔m〕を波の波長という。

正弦波が伝わる速さ v 〔m/s〕と f と λ には次の式の関係がある。

$$v = \text{input type="text" value="(A)"} \quad (\text{A})$$

振動する媒質はエネルギーをもち、波が伝わるとエネルギーも伝えられる。波のエネルギーは、1秒間に振動する回数 f が大きいほど く、また振幅が大きいほど い。

- (1) 上の文章の ～ に入るもっとも適切な語句を答えなさい。
 (2) 上の文章の に入る式を答えなさい。

問2 図1のように、長さが L 〔m〕の弦に定常波（定在波）が生じている。この弦に生じる定常波の腹の数を m とすると、図1は $m = 1$ の状態である。今この弦に $m = 2$ の2倍振動と、 $m = 3$ の3倍振動を生じさせた。弦を伝わる波の速さを v 〔m/s〕とし、次の(1)～(4)に答えなさい。

- (1) $m = 2$ と $m = 3$ のそれぞれの弦の振動の様子を、図1を参考に描きなさい。
 (2) $m = 1$ 、 $m = 2$ 、 $m = 3$ それぞれの振動の波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 と弦の長さ L の関係を式で書きなさい。
 (3) $m = 1$ 、 $m = 2$ 、 $m = 3$ それぞれの振動の1秒当たりの振動の回数 f_1 、 f_2 、 f_3 と弦の長さ L の関係を式で書きなさい。
 (4) 定常波の腹の数が m のときの振動の回数 f_m と L の関係を式で書きなさい。

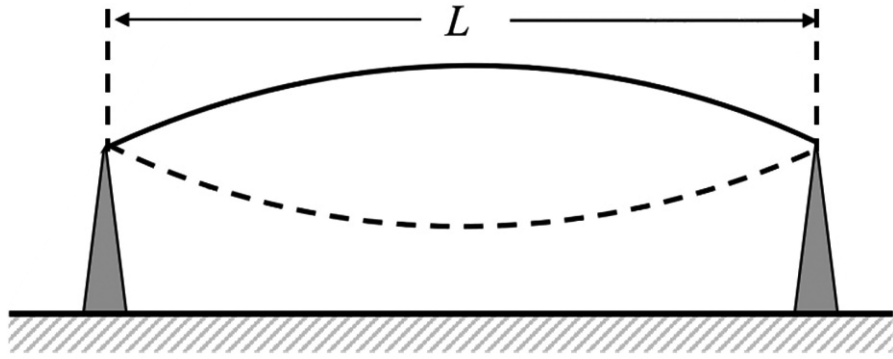


図1 $m = 1$ のときの定常波