

平成 20 年度入学者選抜個別(第 2 次)学力検査問題

理 科

注 意 事 項

1. 監督者の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. 解答用紙は、問題冊子と別に印刷されているから、誤らないように注意しなさい。
3. 解答は、必ず解答用紙の指定された欄内に記入しなさい。点線より右側には何も記入しないこと。
4. 入学志願票に選択を記載した 2 科目について解答しなさい。選択していない科目について解答しても無効です。
5. 各解答用紙には、受験番号欄が 2 カ所ずつあります。それぞれ記入を忘れないこと。
6. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、机の上に置き、持ち帰ってはいけません。この冊子は持ち帰りなさい。
7. この冊子は、全部で 27 ページあり、第 1 ～ 3 ページは下書用紙です。下書用紙は切り離してはいけません。
8. 落丁または印刷の不鮮明な箇所があれば申し出なさい。

物 理

(注) 医学科および歯学科の受験生は問1から問6までのすべての問について、保健衛生学科(検査技術学専攻)の受験生は問1から問5までの5問について解答せよ。

1 図のように、水平な粗い床と、鉛直方向から角度 θ (ただし $0 \leq \theta < \frac{\pi}{4}$)だけ傾いた滑らかな壁がある。ここに、太さおよび質量の無視できる長さ L の棒ABを、床との角度が $\frac{\pi}{4}$ となるように立てかけた。棒と床との間の静止摩擦係数は μ_A (ただし $\mu_A < 1$)である。棒に大きさの無視できる質量 m のおもりをくくりつけ、点Aからゆっくりと点Bに近づけてゆく。おもりの位置を点C、ACの長さを l 、重力加速度を g と表記する。

問1 ACが十分短いとき、棒は動かず静止したままであった。点Aで棒にはたらく垂直抗力を N_A 、点Aで棒にはたらく静止摩擦力を f_A 、点Bで棒にはたらく垂直抗力を N_B として、棒にはたらくすべての力を解答用紙に図示せよ。

問2 垂直抗力 N_A 、 N_B および静止摩擦力 f_A の大きさを、 mg 、 L 、 l 、 θ を用いて表せ。

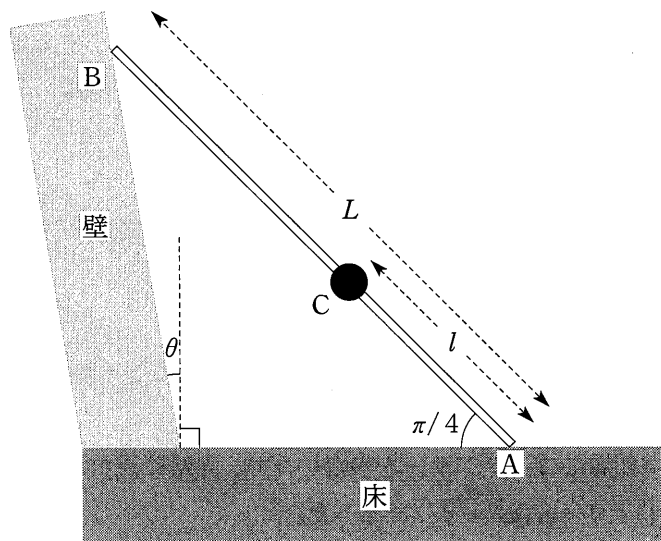
問3 おもりを点Bに近づけてゆくと、ACの長さが l_0 に達したときに棒が滑り出した。 l_0 を L 、 μ_A 、 θ を用いて表せ。

次に、床はそのままにして壁を粗いものに交換し、同じ実験を行った。棒と壁との間の静止摩擦係数は μ_B (ただし $\mu_B < 1$)である。この場合も、ACが十分短いとき、棒は動かず静止したままであったが、長さが l_1 に達したときに棒が滑り出した。

問 4 l_0 と l_1 ではどちらが大きいか。解答のみ記せ。

問 5 AC が十分短く棒が静止している状態で、問 1 と同様に棒にはたらくすべての力を解答用紙に図示せよ。ただし、点 B で棒にはたらく静止摩擦力を f_B とする。

問 6 $\theta = 0$ の場合に、 l_1 を L 、 μ_A 、 μ_B を用いて表せ。また、 μ_A を定数とみなして、 $\frac{l_1}{L}$ を μ_B の関数として図示せよ。



(注) 医学科および歯学科の受験生は問1から問6までのすべての問について、保健衛生学科(検査技術学専攻)の受験生は問1から問4までの4問について解答せよ。

2 図1のような電圧と角周波数を設定できる交流電源を用意した。AB間には、抵抗、コンデンサー、コイルなどを接続する。交流電源の電圧を $V(t) = V_0 \sin \omega t$ 、抵抗を R 、コンデンサーの電気容量を C 、コイルの自己インダクタンスを L として以下の各問に答えよ。

ただし、 t を時刻、 ω を角周波数とし、導線の抵抗やコイルの内部抵抗は無視できるものとする。作図は、問2～問4について角周波数とリアクタンスの定性的な関係がわかるように、解答用紙の1つの図の中に表せ。なお、 $f(t) = f(t + T)$ となる周期関数の1周期 T にわたる時間平均は、 $\frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$ で与えられる。

問1 AB間に抵抗をつないだ時、回路に流れた電流は $I(t) = I_1 \sin \omega t$ であった。

- (1) I_1 を V_0 と R で表せ。
- (2) 電源のする仕事率(電力)の、1周期にわたる時間平均を求めよ。

問2 AB間にコンデンサーをつないだ時、回路に流れた電流は

$I(t) = I_2 \sin(\omega t + \phi_2)$ であった。

- (1) I_2 を V_0 、 C 、 ω で表し、 ϕ_2 の値を求めよ。
- (2) コンデンサーのリアクタンス X_2 を求め、リアクタンスと角周波数 ω の関係を実線(—)で図示せよ。
- (3) 電源のする仕事率の、1周期にわたる時間平均を求めよ。また、その値の物理的意味を述べよ。

問3 AB間にコイルをつないだ時、回路に流れた電流は $I(t) = I_3 \sin(\omega t + \phi_3)$ であった。

- (1) I_3 を V_0 、 L 、 ω で表し、 ϕ_3 の値を求めよ。
- (2) コイルのリアクタンス X_3 を求め、リアクタンスと角周波数 ω の関係を点線(……)で図示せよ。

問 4 AB 間にコンデンサーとコイルを直列につないだ。

- (1) リアクタンスの大きさ $|X_4|$ と角周波数 ω の関係を 1 点鎖線 (—・—) で図示せよ。
- (2) リアクタンスの大きさが最小値をとる角周波数 ω_4 を求めよ。

問 5 AB 間に抵抗とコンデンサーとコイルを並列につないだ時、回路に流れた全電流は $I(t) = I_5 \sin(\omega t + \phi_5)$ となった。 I_5 と $\tan \phi_5$ をそれぞれ V_0 , R , C , L , ω のうち必要なものを使って表せ。

問 6 1 次コイルの巻き数が N_p , 2 次コイルの巻き数が N_s である変圧器の 1 次側を AB 間につなぎ、2 次側に抵抗 r をつないだ。このとき、1 次コイルに流れた電流は $I(t) = I_6 \sin(\omega t + \phi_6)$ であった。 I_6 を V_0 , r , N_p , N_s で表せ。ただし、変圧器のコイルの抵抗は無視でき、磁束は鉄芯の外にもれないものとする。

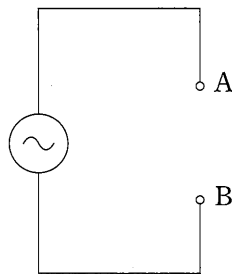


図 1. 交流電源

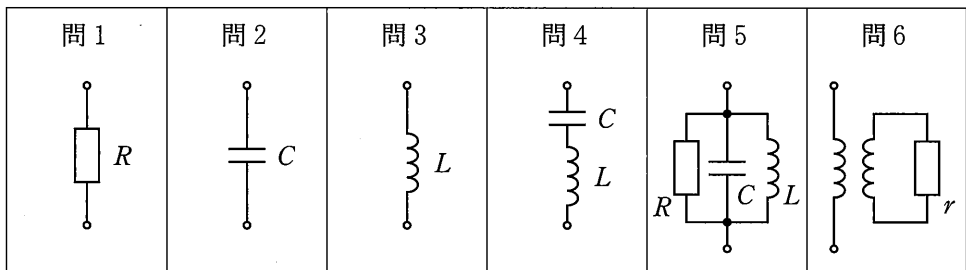


図 2. AB 間に接続する素子など(問 1 ~ 問 6)