

平成 20 年度

入 試 問 題

物 理 【862】

試験開始の合図があるまでに、次の注意事項をよく読んでください。

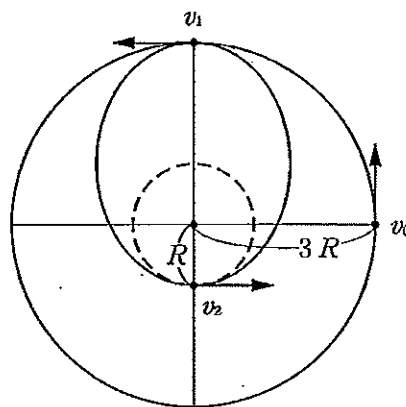
1. 試験開始の合図があるまで、問題用紙を開かないでください。
2. 机の上には、受験票・鉛筆・シャープペンシル・消しゴム・鉛筆削り（電動式は除く）・腕時計（時刻表示機能だけのもの）・眼鏡以外のものは置かないでください。
3. 問題用紙・解答用紙の両方に必ず志望学部（学校）・志望学科（専攻）・志望コース・受験番号・氏名・フリガナを記入してください。提出の前に記入漏れがないか再度確認してください。
4. 5 問題中 4 問題を選択し、解答してください。
5. 選択した問題については、解答用紙左端の選択欄に○を必ず記入してください。
6. 試験中に問題用紙の印刷不鮮明・ページの落丁・乱丁に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
7. 問題用紙の余白等は適宜利用して構いません。
8. 解答はすべて解答用紙の所定欄に記入してください。
9. 配布された問題用紙・解答用紙は試験終了後回収しますので、持ち帰らないでください。

◇携帯電話・PHSなどは、電源を切った上でカバン等の中にしまってください。

志望学部(学校)	志 望 学 科 (専攻)	志望コース	受 験 番 号	フリガナ	
	()			氏名	

[1] 火星と木星の間には小天体が集まっている。太陽のまわりを円運動していた小天体の1つが、近くを通過する他の天体から一過性の影響を受け、その公転軌道を変化させ、図のように太陽を1つの焦点とする楕円軌道をとるようになった。このときの運動について考える。はじめの公転軌道半径を $3R$ とし、楕円軌道の最も太陽に近づいた点の太陽からの距離を R とする。小天体、太陽の質量をそれぞれ m , M , 万有引力定数を G として、以下の設問に答えよ。また、答えの数値に根号が含まれる場合は開かずに根号を用いたまま記せ。

- (1) この小天体が半径 $3R$ で円運動をしていたときの接線方向の速さ v_0 を、 G , M , R を用いて表せ。
- (2) もし、この小天体が公転軌道半径 R の円運動を行うとすると、その接線方向の速さは v_0 の何倍になるか。
- (3) 他の天体の影響を受けた直後、この小天体の接線方向の速さが v_1 となった。 v_1 を用いてこの小天体の新しい楕円軌道上での面積速度を求めよ。
- (4) 小天体が楕円軌道をとって太陽に最も近づいた点での接線方向の速さ v_2 は v_1 の何倍か。
- (5) 楕円軌道におけるエネルギー保存の法則を用いると、 v_1 は v_0 の何倍になるか。
- (6) 小天体が他の天体の影響で失った運動エネルギーを v_0 を用いて表せ。



〔2〕 下部におもりをつけた一様な断面積 S [m²]、高さ h [m] の浮きがある。これを水面に静かに浮かべると、図1のように上部を水面上に $\frac{2}{5}h$ だけ出して静止した。水の密度を 1 g/cm^3 、重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、浮きの運動は鉛直方向に限られるものとする。運動にともなう水の抵抗と水面の変化は無視して、以下の設問に答えよ。答えは【選択肢】の中から最も適切なものを選び、その記号で答えよ。

- (1) 浮きの全質量 [kg] はいくらか。
- (2) 図2のように、浮きをその上面が水中に沈まない程度に手で押し下げた。図1の状態から x [m] だけ沈んだとすると、押し下げた力の大きさ [N] はいくらか。
- (3) 図2の状態から手を離すと浮きは上下振動を始めた。復元力が変位に比例することに着目して、振動の周期 [s] を求めよ。
- (4) 図3のように、浮きの底面が水面と接するように保ち、手を離した。浮きが沈んでいき、上面がちょうど水面と一致したときの速さ [m/s] はいくらか。

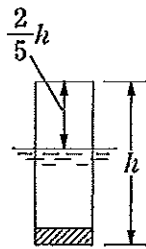


図1

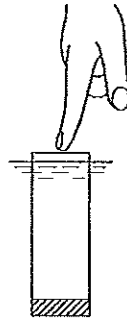


図2

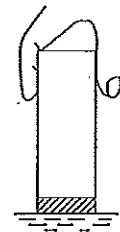


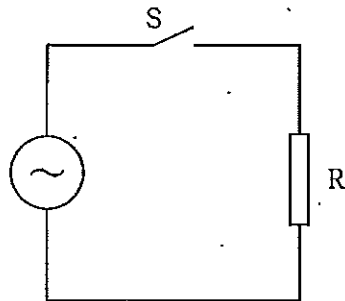
図3

【選択肢】

- | | | |
|--------------------------------|--|---------------------------------|
| (a) gSx | (b) $gSx \times 10^3$ | (c) $\frac{3}{5}hS$ |
| (d) $\frac{5}{3hS}$ | (e) $\frac{3}{5}hS \times 10^3$ | (f) $\frac{5}{3hS} \times 10^3$ |
| (g) $(\frac{2}{5}h + x)gS$ | (h) $(\frac{2}{5}h + x)gS \times 10^3$ | (i) $\sqrt{\frac{gh}{3}}$ |
| (j) $\sqrt{\frac{3h}{g}}$ | (k) $\sqrt{\frac{3}{5gh}}$ | (l) $2\pi\sqrt{\frac{5gh}{3}}$ |
| (m) $2\pi\sqrt{\frac{5g}{3h}}$ | (n) $2\pi\sqrt{\frac{3h}{5g}}$ | |

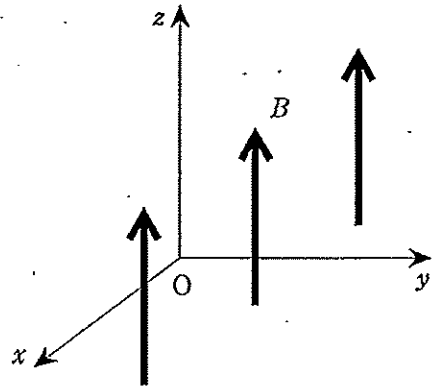
[3] 空欄 (1) , (3) ~ (10) を埋め、また(2)の { } 内の正しいものの記号を選択し、文章を完結せよ。

図に示す回路は、抵抗値 $R[\Omega]$ の抵抗 R に交流電源とスイッチ S を接続したものである。スイッチを閉じ、抵抗 R に最大値が $V_0[V]$ 、角周波数が $\omega[\text{rad/s}]$ で時間変化する交流電圧 $V_0 \sin \omega t [V]$ をかけると、抵抗 R には交流電流 (1) $[A]$ が流れる。この電流は電圧と位相が(2) {(a) 同じである。(b) $\frac{\pi}{2}$ だけずれている。(c) π だけずれている。} 抵抗の消費電力は電流が行う (3) に等しく、 P で表す。 $P[W]$ は、 $P =$ (4) $\sin^2 \omega t =$ (5) $(1 - \cos 2 \omega t)$ で表される。電圧 V の周期 $T[s]$ は ω を用いると (6) と表される。 $\cos 2 \omega t$ の $0s$ から $T[s]$ までの平均値は (7) であり、したがって、抵抗 R で消費される電力の平均値は、(8) $[W]$ となる。このことから、交流電圧 V は抵抗 R に直流電圧 (9) $[V]$ を与えたとき流れる直流電流 (10) $[A]$ のする仕事に等しい。これらの値をそれぞれ交流電圧、交流電流の実効値という。



〔4〕 空欄 (1) , (4) , (6) ~ (9) を埋め、また(2), (3), (5)の { } 内の正しいものの記号を選択し、文章を完結せよ。

イオン源で発生させた質量 m 、正電荷 q の荷電粒子 X を電圧 V で加速する。この粒子 X を質量と電荷の組み合わせを用いて $X(m, q)$ と表すことにする。初速度が無視できるほど小さいとすると、加速後の速さは (1) である。この粒子 X を磁束密度の大きさ B が一様な磁場(磁界)に入射させる。図のように、磁場は z 軸に沿って負から正の方向に $y > 0$ の領域全体にかけてある。荷電粒子は、 y 軸に沿って負から正の向きで座標軸原点に入射する。磁場中の荷電粒子は、(2) {(a) クーロン力, (b) ローレンツ力, (c) ファラデー力, (d) ジュール力} を受けて、(3) {(a) 円, (b) 楕円, (c) 放物線, (d) 双曲線, (e) らせん} 運動をする。この荷電粒子は原点から (4) だけ離れた x 軸上の点を通る。この結果をみると、加速電圧、磁場を一定にしてあれば、粒子 X が x 軸上を通る位置は (5) {(a) m , (b) q , (c) mq , (d) \sqrt{mq} , (e) $\frac{m}{q}$, (f) $\frac{q}{m}$, (g) $\sqrt{\frac{m}{q}}$, (h) $\sqrt{\frac{q}{m}}$ } に比例する。荷電粒子として、 $A(m, q)$, $B(2m, q)$, $C(3m, q)$, $D(3m, 2q)$, $E(4m, q)$, $F(4m, 2q)$ の6つの粒子を入射させたとき、通過する x 軸上の点が原点に最も近いのは A, B, C, D, E, F のうち (6) であり、最も速いのは (7) である。また、原点からの距離が互いに等しいものは (8) と (9) である。



[5] 空欄 (1) ~ (5) を、レンズの公式を適用して最も適切な数値や言葉で埋め、文章を完結せよ。数値は適切な有効数字で求めよ

(A) 焦点距離 4.0 cm のカメラがある。このカメラのレンズはフィルム前方 4.0 cm から 6.0 cm の間を移動することができる。

(a) カメラのレンズは (1) レンズで、無限遠にある物体の像がフィルム上にあるとき、レンズとフィルムの距離は (2) cm である。

(b) フィルム前方 25 cm に物体を置いた。この物体の像がフィルム上にあるとき、レンズとフィルムの距離は (3) cm である。

(c) 物体がさらにカメラに近づいた。物体の像をフィルム上に結ぶことのできる物体とレンズの最短距離は、(4) cm である。

(B) カメラはレンズの位置を調節して色々な距離にある物体の像をフィルム上に結ぶ。それに対して、ヒトの目(眼)はレンズの位置を変えないで、レンズの厚さを変えることにより、焦点距離を変化させて、色々な距離にある物体の像を網膜というフィルムに相当する場所に結ぶ。

(d) 正常なヒトの目の、無限遠の物体の像を得るときの焦点距離は 2.20 cm である。目のレンズの中心から前方 17.8 cm にある物体の像を得るためには焦点距離を (5) cm としなければならない。