

令和8年度

新潟大学理学部学校推薦型選抜

物理学プログラム

基礎学力試験問題

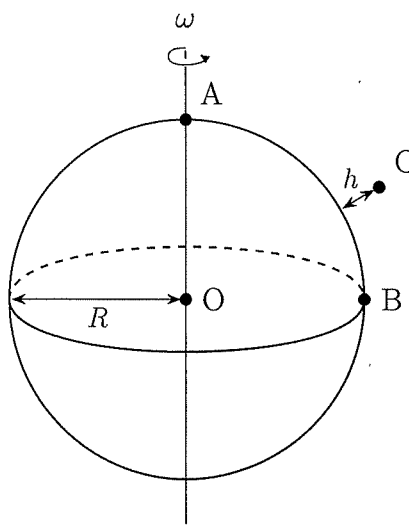
注意事項

1. 開始の合図があるまでこの冊子を開いてはいけません。
2. 試験開始後、次のものが配布されているか確認してください。
問題冊子1部，解答用紙3枚
3. 問題は全部で3題あります。各解答用紙に受験番号を記入してください。
問題ごとに解答用紙があります。
解答は指定された解答用紙に記入してください。
4. 解答時間は、120分です。途中で退席することはできません。
5. 試験終了後、問題冊子は各自持ち帰ってください。
6. 印刷の不鮮明な箇所などがある場合は、申し出てください。
7. 下書きには、問題冊子の余白を使用してください。

I.

図に示す地球上の地点 A, B, C における質量 m の小球の運動を通じて, 各地点における重力加速度について考える。それぞれの地点の緯度と標高は次のように与えられる。

- 地点 A : 標高 0 m, 北緯 90 度
- 地点 B : 標高 0 m, 赤道上 (緯度 0 度)
- 地点 C : 標高 h , 北緯 30 度



図

地球の中心から標高 0 m の地点までの距離は R とし, 地球から地表付近の物体に作用する万有引力は, その総質量 M が中心 O に集まっているものとして扱ってよい。また, 図に示したように, 地球は地点 A を通る地軸を回転軸として角速度 ω で自転しているものとする。万有引力定数を G として, 以下の問いに答えよ。ただし, 特に指示のない問いには G, M, m, R, h, ω のうち, 必要なものを用いて答えよ。

1. 地点 A における質量 m の小球の運動を考える。
 - a. 小球にはたらく万有引力の大きさを求めよ。
 - b. 地表付近の小球の運動は, 一様な重力加速度中の等加速度運動として記述できる。このとき, 地点 A における重力加速度の大きさ g_A を求めよ。

2. 地点Bにおける質量 m の小球の運動を考えると、万有引力の他に地球の自転運動の効果を検討する必要がある。
- 宇宙で静止している観測者にとって、地点Bに固定された小球は、地球の自転運動のために赤道(緯度0度)で等速円運動をしている。この円運動の加速度の大きさを求めよ。
 - 地点Bとともに動く地表の観測者にとって、地球の自転運動の効果は慣性力として現れる。慣性力の大きさを求め、その向きを矢印で図示せよ。
 - 地球の自転運動に伴う慣性力を考慮し、地点Bにおける重力加速度の大きさ g_B を求めよ。
 - $g_A - g_B$ を有効数字2桁で求めよ。ただし、 $R = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$, $\omega = 7.3 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$ とし、結果には単位を明記すること。
3. 地点Cにおける質量 m の小球の運動を考えると、地球の自転運動に伴う慣性力に加え、標高が h であることを検討する必要がある。
- 地点Cとともに動く地表の観測者にとって、地点Cにある小球には地球からの万有引力と地球の自転運動に伴う慣性力がはたらく。このとき、小球にはたらく万有引力の大きさと地球の自転運動に伴う慣性力の大きさをそれぞれ求めよ。
 - 地点Cにおいて小球にはたらく万有引力の向きと地球の自転運動に伴う慣性力の向きを、それぞれわかるように矢印で図示せよ。
 - 地点Cにおける重力加速度の、地球の中心方向成分の大きさを g_C とする。自転運動の効果も考慮して g_C を求めよ。ただし、実数 n について $\frac{h}{R} \ll 1$ のときに成立する近似式 $\left(1 + \frac{h}{R}\right)^n \approx 1 + \frac{nh}{R}$ を用いて結果を簡単化せよ。
 - $h = 8.8 \times 10^3 \text{ m}$ とする。このとき、 $g_A - g_C$ を有効数字2桁で求めよ。ただし、 $\frac{GM}{R^2} = 9.8 \text{ m/s}^2$, R, ω は問2dで与えた数値を用い、結果には単位を明記すること。また、 g_A, g_B, g_C の大小の順序を答えよ。

II.

1. 図1のように、鉛直に張られた間隔が L の十分に長い2本の平行導線が抵抗値 R の抵抗と、内部抵抗の無視できる起電力 E の電池につながれている。また、紙面裏から表の向きに、平行導線と垂直になるように磁束密度の大きさ B の一様な磁場がかかっている。さらに、平行導線に質量 m の導体棒がわたしてある。この導体棒は平行導線との電氣的接続を維持しながら、平行導線とは常に垂直を保ちつつ鉛直方向に滑らかに動くことができる。

最初に、この導体棒を移動しないよう手で固定した。以下の問いに答えよ。

- 導体棒に流れる電流の大きさを L, R, E, B の中から必要なものを用いて表せ。
- 導体棒に電流 I が流れているとき、導体棒が磁場から受ける力の大きさを L, R, B, I の中から必要なものを用いて表せ。

次に、そっと手をはなし、導体棒を落下させるとやがて一定の速さ v となった。重力加速度の大きさを g として、以下の問いに答えよ。

- 導体棒を流れる電流の大きさを L, R, E, B, m, g の中から必要なものを用いて表せ。
- 速さ v を L, R, E, B, m, g の中から必要なものを用いて表せ。

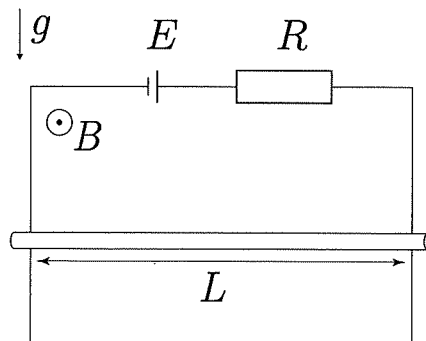


図1

2. 図2のように、抵抗値 R の抵抗、自己インダクタンス L のコイル、電気容量 C のコンデンサーが直列に接続されており、交流電源とつながれている。以下の問いに答えよ。

- a. この回路に流れている電流を $I = I_0 \sin \omega t$ とすると、コイルに加わる電圧の位相は電流に比べて遅れているか、進んでいるか。同様にコンデンサーに加わる電圧の位相は電流に比べて遅れているか、進んでいるか。それぞれ答えよ。ただし、 t を時刻、 ω を交流の角周波数、 I_0 を電流の最大値とする。
- b. コイルに加わる電圧が最大となったとき、コンデンサーに加わる電圧を求めよ。

ここで、 R が $1.0 \times 10^2 \Omega$ 、コイルとコンデンサーのリアクタンスがそれぞれ、 $2.0 \times 10^2 \Omega$ 、 $1.0 \times 10^2 \Omega$ 、 I_0 が $1.0 \times 10^{-1} \text{ A}$ であるとき、有効数字2桁で以下の問いに答えよ。

- c. 回路全体のインピーダンスを求めよ。
- d. 回路全体にかかる電圧と電流 I との位相差を α としたとき、 $\tan \alpha$ を求めよ。

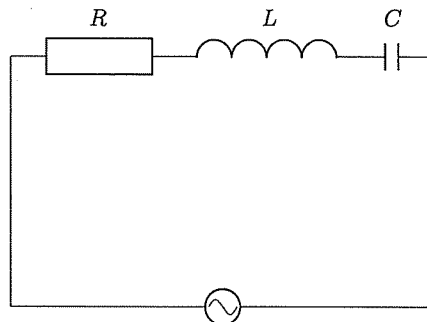
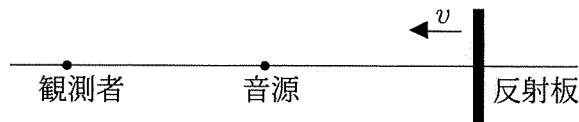


図2

III.

1. 1モルの理想気体の状態変化について、以下の問いに答えよ。ただし、定積モル比熱を C_V 、気体定数を R とし、解答にあたっては計算の過程を書かなくてもよい。
- 最初、気体は体積 V_1 、圧力 p_1 の状態Aにあった。状態Aにおける気体の温度（絶対温度） T_1 を C_V, R, V_1, p_1 のうち、必要なものを用いて表せ。
 - 次に、気体は状態Aから体積 V_2 ($V_2 \neq V_1$) の状態Bへゆっくり定圧変化した。状態Aから状態Bへの変化において、気体が外に対してした仕事 W 、および外から気体に与えた熱量 Q をそれぞれ、 C_V, R, V_1, V_2, p_1 のうち、必要なものを用いて表せ。
 - 次に、気体は状態Bから温度 T_1 の状態Cへゆっくり断熱変化した。状態Bから状態Cへの変化において、気体が外に対してした仕事 W' を C_V, R, V_1, V_2, p_1 のうち、必要なものを用いて表せ。
 - 最後に、気体は状態Cから状態Aへゆっくり等温変化した。このとき気体の状態変化 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ について、次の文の中で正しいものが2つある。それらの記号を書け。3つ以上書いてはならない。
 - $V_1 < V_2$ の場合、状態Cの体積は V_1 より小さい。
 - $V_1 < V_2$ の場合、状態Cの圧力は p_1 より低い。
 - $V_1 \neq V_2$ なので、 $W < W' < Q$ である。
 - $V_1 > V_2$ の場合、状態Cの体積は V_2 より小さい。
 - $V_1 > V_2$ の場合、状態Cの圧力は p_1 より低い。
 - $V_1 > V_2$ の場合の気体の状態変化 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ について、気体の体積 V と圧力 p の関係をグラフに表せ。ただし、グラフの横軸を V 、縦軸を p とし、3つの状態A, B, Cに対応する点をグラフに明記すること。グラフの目盛りは不要である。

2. 図のように、空気中で観測者、一定の振動数 f_0 [Hz] の音波を出す音源、および反射板が一直線上にある。観測者と音源はともに静止しており、反射板は一定の速さ v [m/s] で観測者に向かって真っすぐ近づいている。空気中の音速を V [m/s] として以下の問いに答えよ。ただし、反射板は観測者と音源を通る直線に対して常に垂直であり、 v は V よりも小さく、風はないものとする。解答にあたっては計算の過程を書かなくてもよい。



図

- a. 反射板で反射されて観測者に伝わる音波の振動数 f [Hz] を f_0 , v , V のうち必要なものを用いて表せ。
- b. 観測者が1秒間あたりに聞くうなりの回数 n を f_0 , v , V のうち必要なものを用いて表せ。
3. 振幅 A , 波長 L , 周期 T が等しい2つの正弦波が x 軸上を互いに反対向きに進み、定常波（定在波）ができている。 $x = \frac{3}{2}L$ の場所が定常波の腹であるとして、以下の問いに答えよ。解答にあたっては計算の過程を書かなくてもよい。
- a. 定常波の節の場所を $-\frac{1}{3}L \leq x \leq \frac{3}{2}L$ の範囲ですべて求めよ。
- b. ある場所において、時刻 $\frac{1}{4}T$ での定常波の変位は $-2A$ だった。この場所において、時刻 $\frac{2}{3}T$ での定常波の変位を求めよ。