

令和5年度 入学試験問題訂正等用紙

一般選抜 前 期日程

教科・科目等：物理A

学部・学科等：教育学部・学（理）、理学部（物・生・地・学）、
工学部（機・電・物・情・都）、農学部（地）

訂正等種別

(該当する番号を○で囲む)

- | | |
|---|---------|
| 1 | 問題の訂正 |
| 2 | 解答用紙の訂正 |
| ③ | 補足説明 |

1 問3、問4

「 v 」は問2の答えを代入するのではなく、
「 v 」をそのまま用いてください。

1 問5、問6

同様に「 V 」をそのまま用いてください。

令和5年度前期日程入学試験問題

物 理 A

教 育 学 部

理 学 部

工 学 部

農 学 部

注 意 事 項

- ① 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- ② 問題冊子は、6ページ(表紙、白紙を除く)です。試験開始後、確認下さい。
- ③ 解答は、別紙の解答用紙に記入下さい。
- ④ 受験番号は、解答用紙の指定の欄に用紙ごとに正しく記入下さい。

- 1 図1のように、質量が無視できる軽くて伸び縮みしない長さ l の糸の端に質量 m の小球 A を取りつけ、水平な天井の点 O からつり下げた後、糸がたるまないように小球 A を鉛直下方向となす角 θ の位置まで持ち上げて静かにはなす。その後、小球 A は最下到達点において、水平な床に固定された高さ h の水平な台の上面に置かれて静止している質量 $2m$ の小球 B と水平方向から正面衝突する。そしてその後、小球 B は台の上面をすべった後に台から飛び出し、床と衝突した後、高さ $\frac{h}{3}$ まではね上がった。重力加速度の大きさを g 、小球 A と小球 B との間の反発係数(はね返り係数)を e とし、小球の大きさ、空気抵抗、小球 B と台の上面および床との間の摩擦は無視できるものとして、以下の間に答えよ。解答は導出過程も含めて記述せよ。

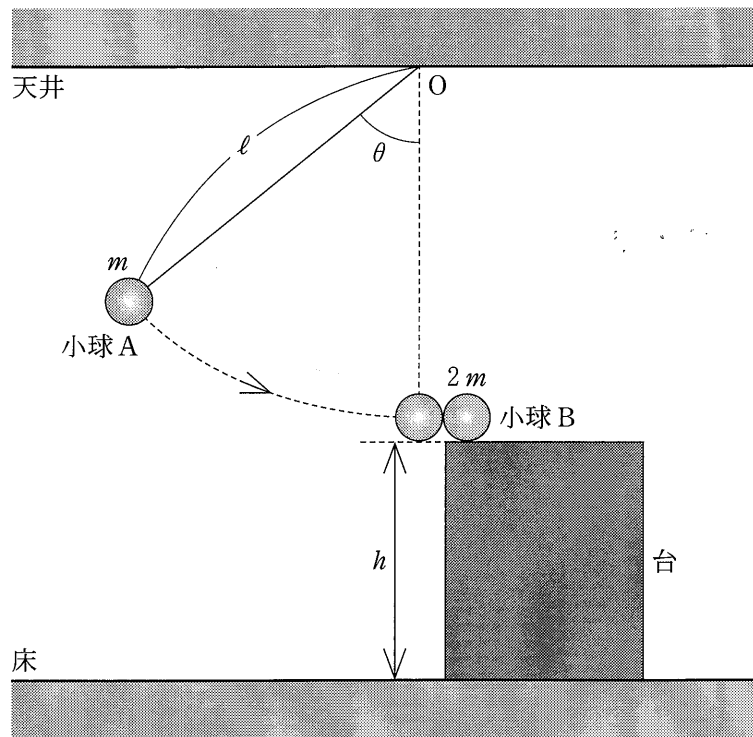


図 1

- 問 1 小球 A をはなした瞬間の小球 A の加速度の大きさを l, m, g, θ のうち必要なものを用いて表せ。
- 問 2 小球 A が小球 B に衝突する直前における小球 A の速さ v を l, g, θ を用いて表せ。
- 問 3 小球 A が小球 B に衝突する直前の糸の張力の大きさを l, m, g および問 2 の v を用いて表せ。
- 問 4 小球 A と小球 B が衝突した直後の小球 B の速さ V を e および問 2 の v を用いて表せ。
- 問 5 小球 B が台から飛び出した瞬間から床に衝突するまでに水平方向に移動した距離を m, g, h および問 4 の V のうち必要なものを用いて表せ。
- 問 6 小球 B が床に衝突する直前の小球 B の速さを m, g, h および問 4 の V のうち必要なものを用いて表せ。
- 問 7 小球 B と床との間の反発係数の値を求めよ。
- 問 8 小球 B と床との衝突により小球 B が床から受ける力積の大きさを m, g, h を用いて表せ。

2

図2のように、鉛直上向き(z 軸正の向き)に磁束密度の大きさが B の一様な磁場(磁界)がかかっており、その中に導体でできた十分に長く細い2本のレールが平行に間隔 d で設置されている。これらのレールは x 軸と y 軸を含む水平面(xy 平面)に対して角度 θ だけ傾いており、各レールの上端がスイッチおよび抵抗値 R の抵抗でつながれている。そして2本のレール上に、長さ d 、質量 m 、抵抗値 R の導体棒を xy 平面と平行かつレールと垂直(y 軸に平行)に置く。なお、導体棒はレール上を外れずに摩擦なくすべることができる。重力加速度の大きさを g とし、導体棒にはたらく空気抵抗、回路に流れる電流がつくる磁場、回路の自己インダクタンス、接続された抵抗と導体棒以外の電気抵抗は無視できるものとして、以下の間に答えよ。解答は導出過程も含めて記述せよ。

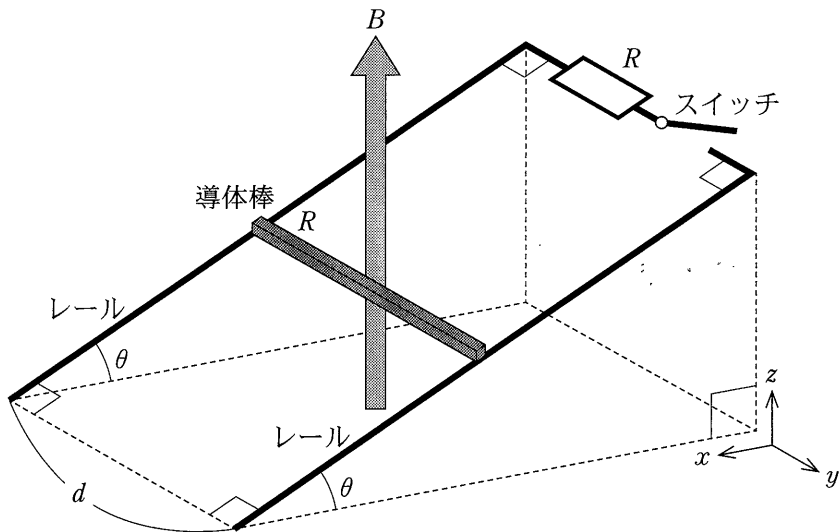


図2

問1 スイッチを閉じた後、導体棒をレール上に置いて静かに手をはなしたところ導体棒はレールに沿って動き出した。その後、ある瞬間に導体棒の速さは v_1 になり、さらにしばらくした後一定の速さ v_2 になった。

- (1) 導体棒の速さが v_1 である瞬間に、導体棒に流れる電流の大きさを B 、 d 、 g 、 m 、 R 、 θ および v_1 のうち必要なものを用いて表せ。また導体棒に流れる電流の向きについて、図2に示す y 軸正の向きか、 y 軸負の向きか、いずれかを答えよ。

- (2) (1)の瞬間に磁場が導体棒に及ぼす力の大きさを B, d, g, m, R, θ および v_1 のうち必要なものを用いて表せ。
- (3) (1)の瞬間の導体棒の加速度の大きさを B, d, g, m, R, θ および v_1 のうち必要なものを用いて表せ。
- (4) 速さ v_2 を B, d, g, m, R, θ を用いて表せ。

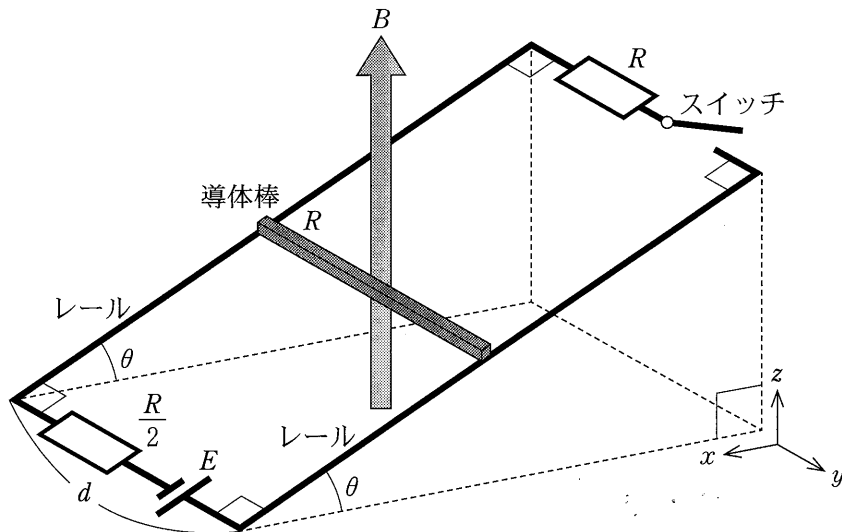


図 3

問 2 図 3 のように、2本のレールの下端を起電力 E の電池および抵抗値 $\frac{R}{2}$ の抵抗でつなぎ、スイッチを閉じた後、導体棒をレール上に置いて静かに手をはなしたところ、導体棒は静止し続けた。電池の内部抵抗は無視できるものとする。

- (1) 電池の起電力 E を B, d, g, m, R, θ を用いて表せ。また導体棒に流れる電流の大きさ I を B, d, g, m, θ を用いて表せ。
- (2) 導体棒が静止している状態でスイッチを開いた場合、導体棒はレールに沿って上側に動くか、レールに沿って下側に動くか、静止したままか、いずれかを理由とともに答えよ。

3 なめらかに動くピストンがついた容器中に、物質量 n の単原子分子の理想気体が封入されている。この理想気体の状態を、図4のように $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ の順にゆっくり変化させる熱機関のサイクルを考える。ここで、過程 $A \rightarrow B$ は断熱変化、過程 $B \rightarrow C$ は定積変化、過程 $C \rightarrow D$ は断熱変化、過程 $D \rightarrow A$ は定積変化である。断熱変化は外部からの熱の出入りを防ぎ、定積変化は外部からの熱の出入りにより実現する。なお断熱変化では、単原子分子の理想気体の圧力 p と体積 V の間に

$$pV^{\frac{5}{3}} = \text{一定}$$

の関係がある。状態 A, B, C, D における理想気体の温度を T_A, T_B, T_C, T_D 、圧力を p_A, p_B, p_C, p_D 、体積を V_A, V_B, V_C, V_D とする。また各過程において、理想気体が外部から吸収する熱量を Q 、理想気体が外部にする仕事を W とする。気体定数を R とし、容器とピストンの熱容量は無視できるものとして、以下の問に答えよ。解答は導出過程も含めて記述せよ。

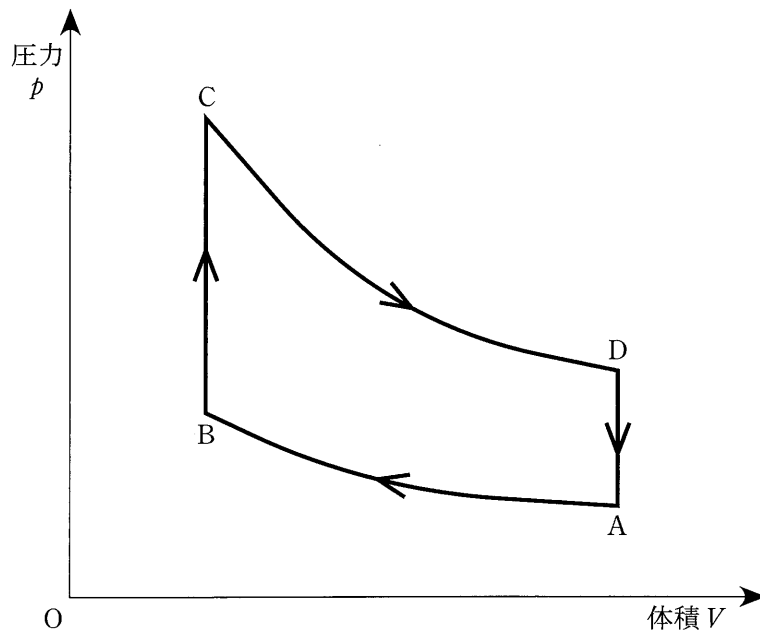


図4

問 1 過程 $A \rightarrow B$ において、理想気体の内部エネルギーの変化 ΔU と W の間の関係を表せ。

問 2 過程 $A \rightarrow B$ において、 W を n, R, T_A, T_B のうち必要なものを用いて表せ。

問 3 状態 B において、 T_B を T_A, p_A, p_B を用いて表せ。

問 4 4つの過程 $A \rightarrow B, B \rightarrow C, C \rightarrow D, D \rightarrow A$ のうち、 $W > 0$ となる過程を選べ。また、その過程における W を n, R, T_A, T_B, T_C, T_D のうち必要なものを用いて表せ。

問 5 定積変化の過程 $B \rightarrow C$ と過程 $D \rightarrow A$ のうち、 $Q > 0$ となる過程を選べ。また、その過程における Q を n, R, T_A, T_B, T_C, T_D のうち必要なものを用いて表せ。

問 6 各状態の圧力の間には

$$\frac{p_D}{p_A} = \frac{p_C}{p_B}$$

の関係があることを示せ。

問 7 この熱機関の熱効率 e を T_A, T_B を用いて表せ。