

令和 8 年度入学試験問題

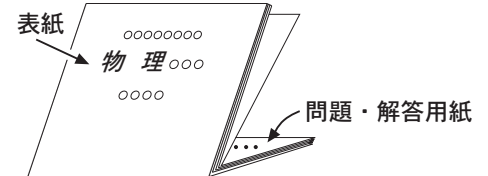
物 理 301

(前 期 日 程)

表紙も問題・解答用紙もすべて
表面のみに印刷している。

(注意事項)

- 1 問題・解答用紙は、解答開始の指示があるまで開かないこと。
- 2 この表紙を除いて、問題用紙は 3 枚(その 1～その 3)、解答用紙は 3 枚(その 1～その 3)である。
- 3 解答は、解答用紙の指定された〔式と説明〕の表示がある箇所と答の欄に書くこと。
表紙・問題用紙の余白と裏面を計算のために用いてもよいが、指定された解答箇所以外に書いたものは採点しない。
- 4 〔式と説明〕の表示がある箇所には、答えを導く過程で必要な式と説明を簡潔に書くこと。
- 5 解答開始後、各解答用紙の「受験番号」欄に受験番号をはっきりと記入すること。
- 6 表紙を含め、配付した用紙はすべて回収する。



物 理 301 問題用紙（その1）

第1問 図1のように、水平面とのなす角 θ の十分長い斜面の上端に、ばね定数 k の十分軽いばねの一端を固定し、他端に質量 m の小物体を取り付ける。最初、ばねが自然の長さとなる位置で小物体を支えておき、時刻 $t=0$ で小物体から静かに手を放す。ばねが自然の長さのときの小物体の位置を原点 O とし、斜面に沿った下向きを x 軸の正の向きとする。小物体とばねは常にこの x 軸上にあり、空気抵抗は無視できるものとする。重力加速度の大きさを g として、次の問いに答えよ。

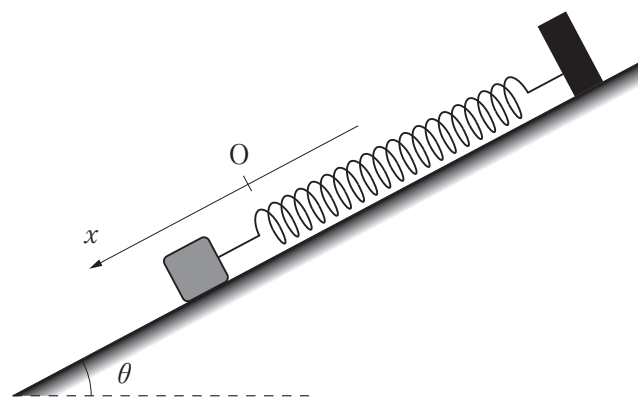


図1

[1] 斜面と小物体との間には摩擦がないものとする。

問1 小物体が座標 x にあるとき、小物体に働く x 方向の力を求めよ。

問2 小物体の速度が最大になるときの小物体の座標を求めよ。

問3 小物体が最下点に達するときの小物体の座標を求めよ。

問4 小物体の位置および速度の時間変化を表したグラフとして適切なものを、図2の(a)~(h)からそれぞれ1つずつ選べ。
なお、各グラフの縦軸は位置または速度のいずれかを示しており、原点 O を除いて縦軸の数値や数式は省略されている。

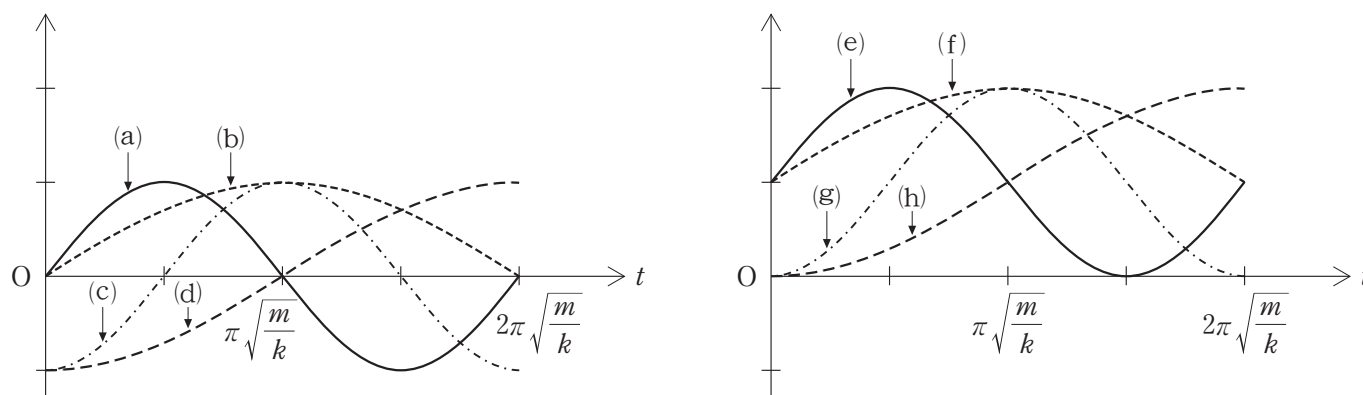


図2

問5 小物体の速度が、最初にその最大値の半分に達する時刻を求めよ。

[2] 斜面と小物体との間には摩擦があり、その静止摩擦係数を μ 、動摩擦係数を μ' とする。

問6 原点で小物体から静かに手を放したところ、小物体はすべり出した。小物体が最下点に達するときの小物体の座標を求めよ。

問7 小物体が最下点に達した後、ばねの弾性力によって引き返すには、 $\tan \theta$ がどのような条件を満たせばよいか。その条件を不等式で表せ。

物 理 301 問題用紙 (その2)

第2問 図1のように x 軸を取り、一辺の長さが a の正方形の金属板2枚を、 a に比べて十分小さい間隔 d で平行に向かい合わせた平行板コンデンサーがある。コンデンサーは真空中に設置されており、スイッチ S を通して電圧 V の電池に接続し、完全に充電した (これを状態1とする)。この状態1のコンデンサーの極板間に、極板と同じ面積の正方形で厚さ d の誘電体を、極板と平行に、かつ横からはみ出さないように、 $x = \frac{a}{2}$ の位置まで図の矢印の向きにゆっくりと差し入れる。真空の誘電率を ϵ_0 、誘電体の比誘電率を ϵ_r とする。 ϵ_r は1より大きく、極板と誘電体の間はなめらかで、重力は無視する。以下の問いに答えよ。

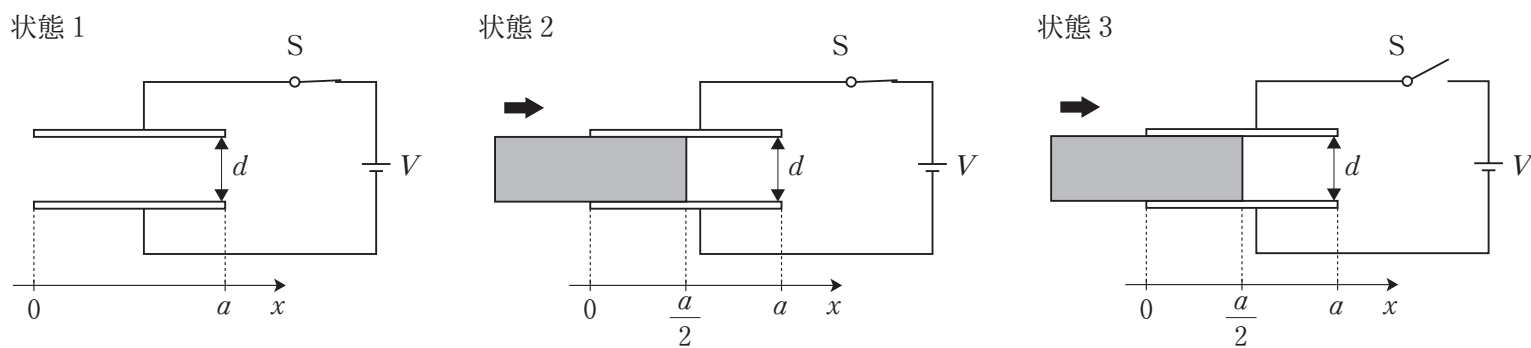


図1

[1] 状態1のコンデンサーに、 S を閉じたまま、 $x = \frac{a}{2}$ の位置まで誘電体をゆっくりと差し入れた (これを状態2とする)。

問1 状態1のコンデンサー極板間の電場の強さ E_1 、コンデンサーの電気容量 C_1 およびコンデンサーに蓄えられた静電エネルギー U_1 を a, d, V, ϵ_0 の中から必要なものを用いて表せ。

問2 状態2のコンデンサーの電気容量 C_2 およびコンデンサーに蓄えられた静電エネルギー U_2 を $a, d, V, \epsilon_0, \epsilon_r$ の中から必要なものを用いて表せ。

[2] 状態1のコンデンサーに、 S を開いたあと、そのまま開いた状態で、 $x = \frac{a}{2}$ の位置まで誘電体をゆっくりと差し入れた (これを状態3とする)。

問3 状態3のコンデンサーの電気容量 C_3 およびコンデンサーに蓄えられた静電エネルギー U_3 を $a, d, V, \epsilon_0, \epsilon_r$ の中から必要なものを用いて表せ。

問4 誘電体を、先端が $x = 0$ から $x = \frac{a}{2}$ の位置まで差し込む過程で、外力が行った仕事 W を $a, d, V, \epsilon_0, \epsilon_r$ の中から必要なものを用いて表せ。

問5 状態3で外力を取り除いた。その直後の誘電体の運動として最も適当なものを選択肢A~Cの中から選択し記入せよ。また、選んだ運動になる理由を50字以内で答えよ。

- A. そのまま静止する。
- B. 極板の中に引き込まれる。
- C. 極板の外に押し戻される。

物 理 301 問題用紙 (その3)

第3問 図1のように、なめらかに動く断熱のピストンによって密閉された断熱容器が大気中に水平に固定されている。この容器の中には十分小さいヒーターが設置されており、物質質量 n の理想気体が封入されている。この理想気体の初期状態の絶対温度は T_0 で、圧力は p_0 、体積は V_0 とする。ピストンは初期状態で停止しており、大気圧 p_0 とつり合うように動くとする。理想気体の定積モル比熱を C_V とし、気体定数を R とする。理想気体の絶対温度と圧力は、常に容器の中では一様になっているとする。以下の問いに答えよ。

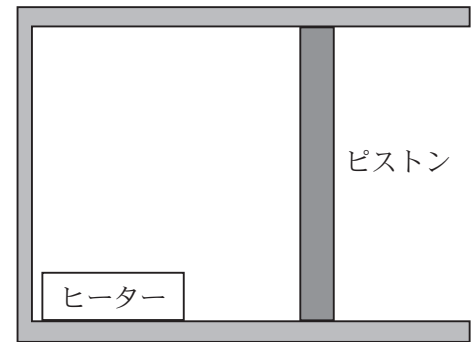


図1

[1] 初期状態においてピストンを固定した場合について考える。この容器の中の理想気体に、ヒーターから熱量 Q_1 をゆっくりと加えると、絶対温度が T_1 となり、圧力が p_1 となった。

問1 圧力 p_1 を n, T_0, T_1, V_0, R, C_V のうちから必要なものを用いて表せ。

問2 熱量 Q_1 を n, T_0, T_1, V_0, R, C_V のうちから必要なものを用いて表せ。

[2] 初期状態においてピストンが固定されていない場合について考える。ヒーターから熱量 Q_2 をゆっくりと加えた。理想気体の絶対温度は T_2 となり、体積は V_2 になった。

問3 理想気体の体積 V_2 を、 $T_0, T_2, V_0, Q_2, R, C_V$ のうちから必要なものを用いて表せ。

問4 理想気体が外部にした仕事の量 W を、 n, T_0, T_2, R を用いて表せ。

問5 理想気体の物質質量 n を、 T_0, T_2, Q_2, R, C_V を用いて表せ。

問6 この理想気体が単原子分子である場合は、定積モル比熱が $\frac{3}{2}R$ であり、物質質量は $n = n_1$ である。また二原子分子である場合は、定積モル比熱が $\frac{5}{2}R$ であり、その物質質量は $n = n_2$ となる。このとき、物質質量の比 $\frac{n_2}{n_1}$ を求めよ。

物 理 301 解答用紙 (その1)

第1問

問1 [式と説明]

答	
---	--

問2 [式と説明]

答	
---	--

問3 [式と説明]

答	
---	--

問4

答	位置		速度	
---	----	--	----	--

問5 [式と説明]

答	
---	--

問6 [式と説明]

答	
---	--

問7 [式と説明]

答	
---	--

小計		点
----	--	---

物 理 301 解答用紙 (その3)

第3問

問1 [式と説明]

答	
---	--

問2 [式と説明]

答	
---	--

問3 [式と説明]

答	
---	--

問4 [式と説明]

答	
---	--

問5 [式と説明]

答	
---	--

問6 [式と説明]

答	
---	--

小計	点
----	---