

令和3年度 公立小松大学入学者選抜試験

一般選抜（前期日程）試験問題

（ 物 理 ）

[生産システム科学部]
生産システム科学科

（注意事項）

- 1 問題用紙は指示があるまで開いてはいけません。
- 2 問題用紙は本文8ページです。答案用紙は4枚です。
- 3 答案用紙の所定欄に受験番号を記入してください。
- 4 答えは答案用紙の指定欄に記入し、裏面には記入しないでください。
- 5 試験終了後、問題用紙と下書き用紙は持ち帰ってください。

問題 1

質量の無視できる2本のばねを直列に結合し、大きさが無視できる質量 m の球をその先端につなげた。ばね定数はそれぞれ k_1, k_2 、自然長は l_1, l_2 であり、ばねの弾性力の大きさはばねの伸びに比例する。ばねは結合点で曲がることはなく、小球がばねから受ける力はばねと平行とする。

図1のように、水平に置かれたなめらかな平板に、結合したばねの一端をとりつけ、その点を O とする。小球を平板上で点 O を中心に等速円運動をさせる。小球の速さを v とし、円運動の半径は r ($r > l_1 + l_2$) とする。

問1 等速円運動の角速度 [rad/s] を v, r を用いて求めなさい。

問2 直列に結合したばねの合成ばね定数 k を、 k_1, k_2 を用いて求めなさい。

問3 k_1, k_2, r, l_1, l_2 を用いて、小球がばねから受ける力の大きさを求めなさい。

問4 円運動に必要な向心力が、ばねから受ける力と等しいことから、それぞれのばねの伸び x_1, x_2 を、 k_1, k_2, m, r, v を用いて求めなさい。

問5 この時の角速度 [rad/s] を k_1, k_2, m, r, l_1, l_2 を用いて求めなさい。

問6 問5の解答で得られる円運動の半径 r と角速度の関係から、 r に伴って変化する角速度の上限値 [rad/s] を求めなさい。

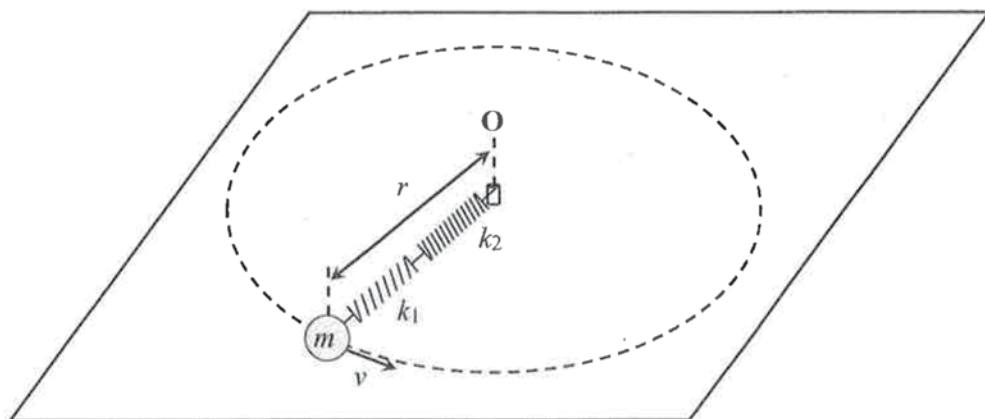


图 1

問題 II

図2(a)に示すような、3個の平行板コンデンサー K_1 , K_2 , K_3 (容量はそれぞれ C_1 , C_2 , C_3) , 電圧 V の電池, スイッチ S_1 , S_2 からなる回路がある。スイッチ S_1 , S_2 を最初は開いておく。

問1 スイッチ S_2 だけを閉じて十分に時間がたったとき, K_2 , K_3 からなる合成コンデンサーに蓄えられる電気量 Q_p を求めなさい。

問2 次にスイッチ S_2 を開き, K_3 のコンデンサーの極板間を比誘電率 ϵ_r の誘電体で満たした。その結果, K_3 のコンデンサーの容量は C_3 から変化した (図2(b)) 。

(1) ab 間の電位差 V_{ab} を求めなさい。

(2) K_3 のコンデンサーの静電エネルギー U_3 を求めなさい。

(3) K_3 のコンデンサーに蓄えられている電気量 Q_3 を求めなさい。

問3 そののちスイッチ S_2 を開いたまま, スイッチ S_1 を閉じた。十分に時間がたったときに K_1 , K_3 のコンデンサーに蓄えられているそれぞれの電気量を求めなさい。

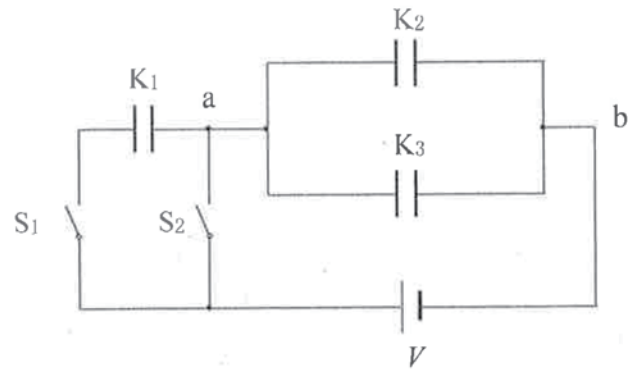


図 2 (a)

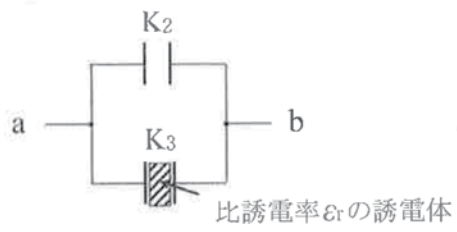


図 2 (b)

問題III

x 軸上にあって原点 ($x = 0$) から離れた点におかれた波源が単振動している。この波源によって媒質中を減衰することなく x 軸上を伝わっている横波を考える (図3)。

- 問1 原点 $x=0$ で波を観察したところ変位 y は、 $y=0$ を中心に振幅 A 、周期 T で振動していた。この変位が最大になったある瞬間を時刻 $t=0$ とする。 $t=0$ で最大になったあとに変位が n 回目 (最初を $n=1$ とする) に最小となる時刻 t_n を求めなさい。また、 $x=0$ でのこの変位 $y(t)$ を時刻 t の関数として求めなさい。
- 問2 この波が x 軸の正の方向に伝わる速度が v だった。この波の波長 λ を求めなさい。
- 問3 振幅 A 、周期 T 、速度 v を用いて、この波の x 、 t における変位 $y(x, t)$ を与える式を求めなさい。
- 問4 時刻 $t = \frac{3T}{4}$ で変位が最小となる位置 x を、 $-\frac{\lambda}{2} < x < \frac{\lambda}{2}$ の範囲で求めなさい。
- 問5 上記と異なる媒質中の新たな横波を考える。振幅 A 、波長が $\frac{\lambda}{2}$ 、周期が T で、 $t=0$ 、 $x=0$ で変位が最小値をとり、 x の負の方向に進む波の、変位の式 $y'(x, t)$ を求めなさい。

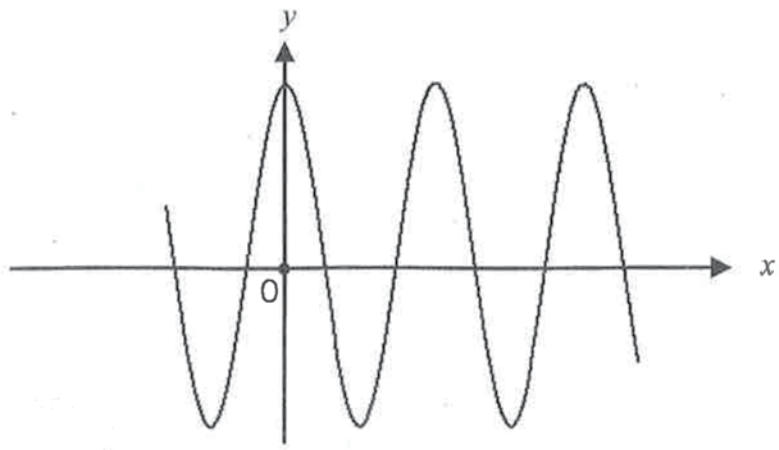


図3 x 軸上を伝わっている横波の変位

問題IV

滑らかに動くピストンのついた容器に n molの単原子分子の理想気体を入れて密閉した。気体の圧力 P と体積 V の関係を示す図4の P - V 図で、経路 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ に沿って状態を変化させる。この場合について次の問に答えなさい。 $A \rightarrow B$ 間は定積変化、 $B \rightarrow C$ 間は等温変化、 $C \rightarrow A$ 間は定圧変化である。状態 A の温度、圧力、体積をそれぞれ T_a , P_a , V_a とする。気体定数は R 、温度 T の気体 1molあたりの内部エネルギーは $(3/2)RT$ で与えられる。

問1 状態 B の温度 T_b を求めなさい。

問2 変化 $A \rightarrow B$ 間、 $C \rightarrow A$ 間における気体の内部エネルギーの変化 ΔU_{ab} , ΔU_{ca} を求めなさい。

問3 変化 $A \rightarrow B$ 間、 $C \rightarrow A$ 間において気体になされる仕事 W_{ab} , W_{ca} を求めなさい。

問4 変化 $A \rightarrow B$ 間、 $C \rightarrow A$ 間において気体が吸収する熱量 Q_{ab} , Q_{ca} を求めなさい。

問5 変化 $B \rightarrow C$ 間において気体が吸収する熱量は Q だったとすると、変化 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ の1サイクルにおける熱効率を求めなさい。

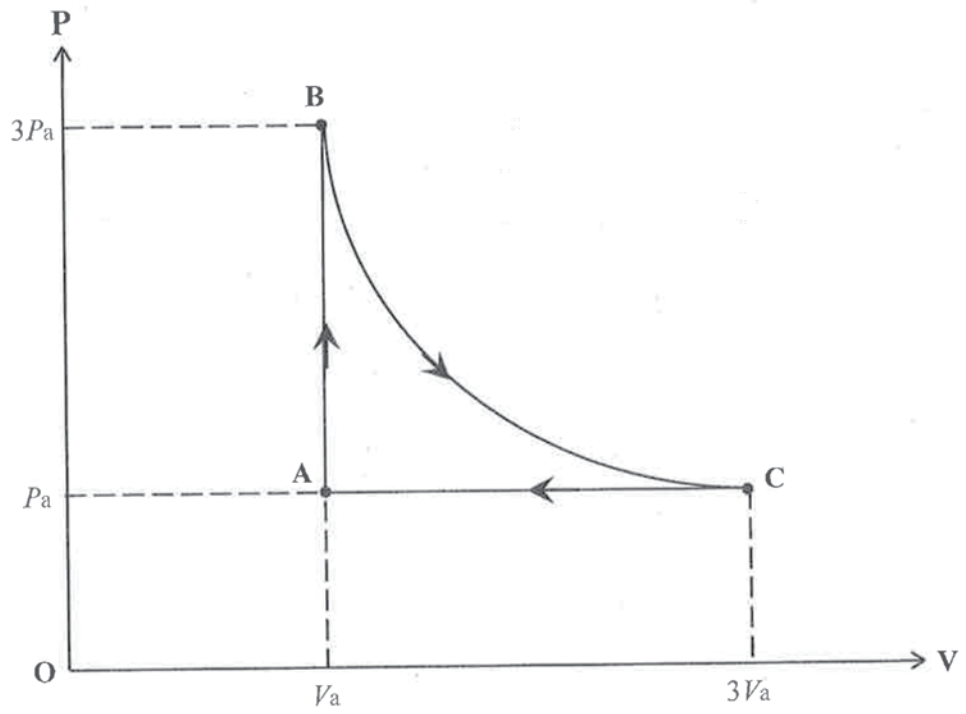


图 4 P-V图