

デザイン工学部A方式 I 日程・理工学部A方式 I 日程
 生命科学部A方式 I 日程

3 限 理 科 (75 分)

科 目	ページ
物 理	2～9
化 学	10～18
生 物	20～31

〈注意事項〉

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
3. 志望学部・学科によって選択できる科目が決まっているので注意すること。

志望学部(学科)	受験科目
デザイン工学部(都市環境デザイン工・システムデザイン)	物理または化学
理工学部(機械工[機械工学専修]・応用情報工)	
生命科学部(生命機能)	物理, 化学または生物

4. 科目の選択は、受験しようとする科目の解答用紙を選択した時点で決定となる。
一度選択した科目の変更は一切認めない。
5. 問題冊子のページを切り離さないこと。

(物 理)

注意 解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入すること。

解答用紙の余白は計算に使用してもよいが、採点の対象とはしない。

〔 I 〕 つぎの文の に入れるべき数式と番号を解答欄に記入せよ。重力加速度の大きさを g 、円周率を π とする。

図 1 - 1 に示すように、列車が水平なレール上を地上面に対して一定の加速度の大きさ a で右向きに等加速度運動しているとき、質量 m の小物体 P を列車の天井から軽い糸でつるしたところ、糸は鉛直方向に対し角度 θ だけ左に傾き、P は列車床面に対して高さ h の位置に静止した。このときの糸の張力の大きさを、 m 、 a 、 θ を用いて表すと、 1 となる。列車は等加速度運動を続け、列車の速さが v になった瞬間に列車の中で P をつるした糸を切断し静かに落下させた。この P の落下運動を図 1 - 1 に示すように地上面にいる人 A と列車内にいる人 B が観察した。

P が落下を開始して列車床面に到達するまでの所要時間は 2 であった。このとき、P が列車床面に到達するまでに A が観察した P の水平方向の移動距離は 3 であった。

同じ P の落下運動を B が観察した。P が落下を開始して列車床面に到達するまでに B が観察した P の水平方向の移動距離は 4 であった。B が観察した P の落下運動の軌跡は 5 ① 放物線, ② 楕円, ③ 円, ④ 直線, ⑤ 双曲線 であった。①~⑤のいずれかの番号を解答欄の 5 に記入せよ。

つぎに、図 1 - 2 に示すように、列車が図 1 - 1 の場合と同じ加速度の大きさ a で等加速度運動しているとき、質量 m の小物体 P を列車の天井から長さ l の軽い糸でつるしたところ、P と糸は列車の等加速度運動の方向を含む鉛直面内を振動する単振り子となった。

列車内にいる人Bがこの単振り子を観察した。Bにとって、単振り子には重力に加えて列車の加速度とは逆向きの慣性力がはたらくように見え、このときの重力と慣性力の合力の大きさは となる。このとき、単振り子の振動の中心軸は鉛直方向に対し角度 ϕ だけ左に傾き、 $\tan \phi$ を g と a を用いて表すと $\tan \phi =$ となる。この単振り子の周期は であった。

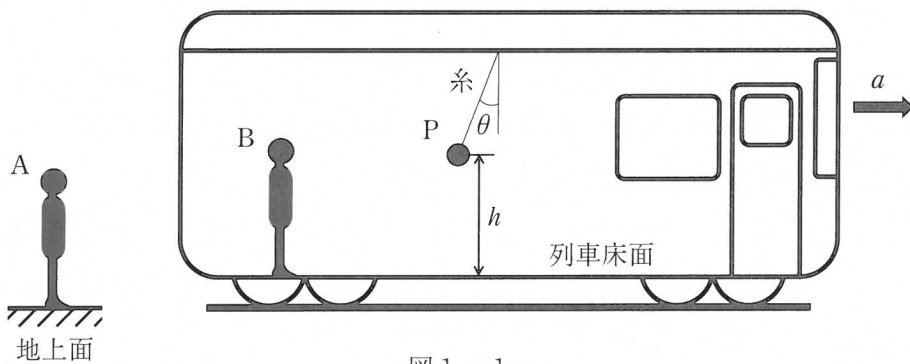


図1 - 1

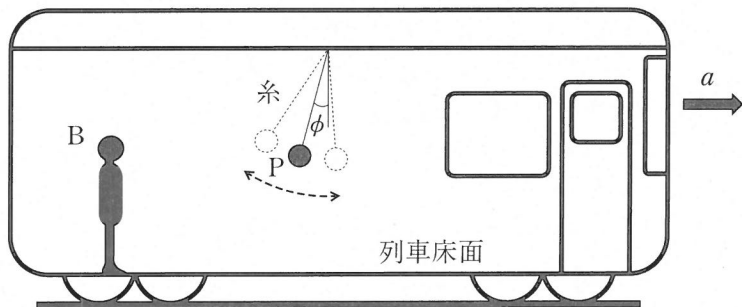


図1 - 2

物理

〔Ⅱ〕 つぎの文の に入れるべき数式を解答欄に記入せよ。

図2-1に示すように、真空中にじゅうぶんに広い面積 S の2枚の極板を間隔 $3d$ で離して置き、起電力 V の電池につなぎ、スイッチ SW を閉じてじゅうぶんに時間がたったとする。真空の誘電率を ϵ とし、極板間の電界は一様とする。コンデンサーに蓄えられる電気量は (a) となり、静電エネルギーは (b) となる。

つぎに、図2-2に示すように、スイッチ SW を閉じたまま、面積が極板と等しく、厚さが d の導体板を極板間の中央に極板に平行に置いたとき、正極板と導体板の間の電界の強さは (c) となる。

つぎに、図2-3に示すように、スイッチ SW を開いてから、導体板を外したとき、極板間の電圧は (d) となり、導体板を外すことによるコンデンサーの静電エネルギーの増分は (e) となる。

つぎに、図2-4に示すように、スイッチ SW を開いたまま、面積が極板と等しく、厚さが d 、比誘電率が5の誘電体板を負極板に接するように置いたとき、コンデンサーの電気容量は (f) となり、極板間の電圧は (g) となり、誘電体内の電界の強さは (h) となる。

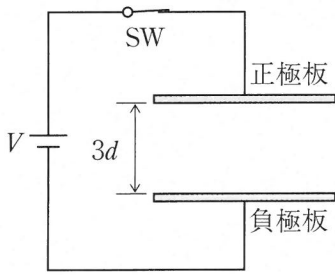


图 2 - 1

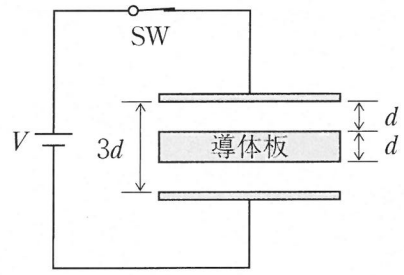


图 2 - 2

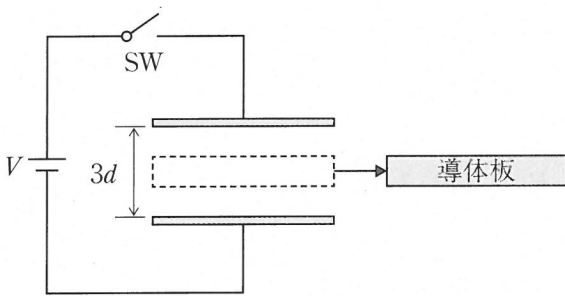


图 2 - 3

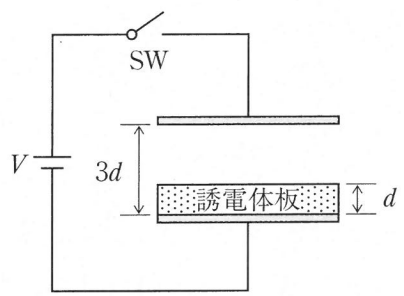


图 2 - 4

物理

〔Ⅲ〕 つぎの文の に入れるべき数式を解答欄に記入せよ。

図3のように、断面積が $2S$ の円筒のシリンダーAと断面積が S の円筒容器Bが、細い管Cでつながれ、大気圧 p_0 中に鉛直に固定されている。A内には、なめらかに動く質量 m のピストンDが備えられており、Bの上端は大気に開放されている。A内のDの上面側には1モルの単原子分子の理想気体Gが閉じ込められ、Dの下面からCおよびB内には密度 ρ の液体Lがためられている。LのA内とB内の各底面からの高さをそれぞれ H と h とする。A、B、C、Dは断熱材でできている。また、A内の上面に加熱・冷却装置が取り付けられている。理想気体の気体定数を R 、重力加速度の大きさを g とする。

はじめに、Lの高さが $h = h_1$ 、 $H = H_1$ ($h_1 > H_1$)の状態ではDが静止している。この状態を状態1とする。このときのGの圧力は p_0 、体積は V_1 、絶対温度は T_1 であり、Dの下面に作用する圧力は p_1 であった。 p_1 を g 、 H_1 、 h_1 、 p_0 、 ρ で表すと (1) となり、液面差 $h_1 - H_1$ を m 、 S 、 ρ で表すと (2) となる。

つぎに、状態1からGを冷却するとDが上昇し、Lの高さが $h = H$ の状態ではDが静止した。この状態を状態2とする。このときGの圧力は p_2 、絶対温度は T_2 であった。 p_2 を g 、 m 、 p_0 、 S で表すと (3) となり、 T_2 を m 、 p_2 、 R 、 V_1 、 ρ で表すと (4) となる。

つぎに、再び状態1にもどした後にGを加熱するとDは降下し、LがBの開口端から流出することなくDは静止した。この状態を状態3とする。このときGの圧力は $2p_0$ 、絶対温度は T_3 であり、液面差 $h - H$ は状態1のときより Δ だけ増加した。 Δ を g 、 p_0 、 ρ で表すと (5) となる。また、この加熱する間にGが外部へした仕事 W は g 、 p_0 、 S 、 ρ で表すと (6) となり、Gに与えられた熱量は R 、 T_1 、 T_3 、 W で表すと (7) となる。

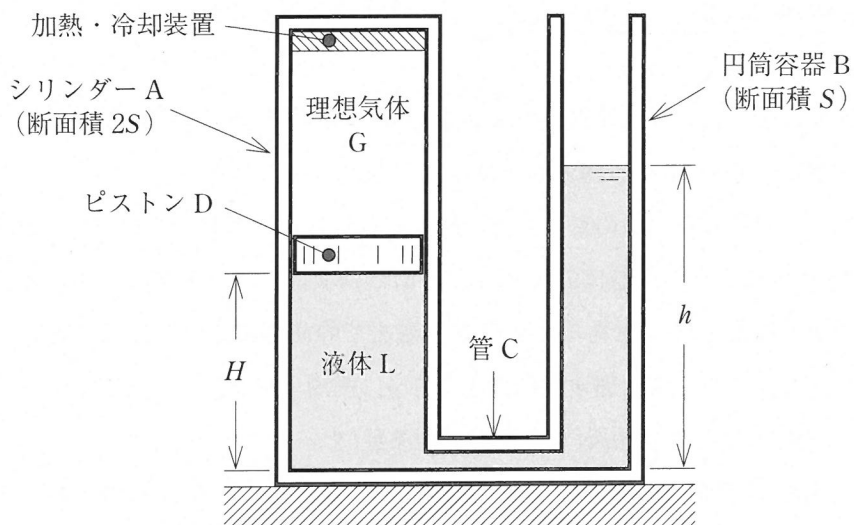


図 3

物理

〔IV〕 つぎの文の に入れるべき数式を解答欄に記入せよ。

図4のように、水平な床の上に質量 m の小物体 P が点 A の位置に置かれている。また、質量 M の小物体 Q が質量の無視できるばねにつながれ、点 C の位置に置かれている。ばねのもう一方の端は自然長の状態で壁につながっている。点 A から点 B までの距離は L であり、床面には摩擦がはたらき、物体と床面との間の動摩擦係数は μ である。点 B から壁までの床面には摩擦ははたらかないものとする。また、重力加速度の大きさを g 、円周率を π 、ばね定数を k とし、P と Q の間のはね返り係数(または、反発係数)を e とする。

P を Q に向かって初速度 v_0 で運動させた。このとき、P が点 B を越えるための v_0 に対する条件を μ, g, L を用いて表すと $v_0 > \text{ (イ) }$ となり、点 B における P の速度 v_1 は (ロ) となる。P は、点 B を越えた後、点 C において Q と衝突した。衝突後の P と Q の速度を v_1, m, M, e を用いて表わすと、それぞれ (ハ) と (ニ) となる。従って、衝突後、P が壁の方向に向かうためにはね返り係数 e に対する条件を m と M を用いて表すと $e < \text{ (ホ) }$ である。

ここで、P と Q の質量がともに m の場合を考える。このとき、P と Q は最初の衝突後、いったん離れそれぞれが壁に向かって運動した。その後、P と Q は、ばねが最も縮んだときに再衝突した。最初の衝突から再衝突までにかかる時間は (ヘ) である。このときのはね返り係数 e は (ト) となる。

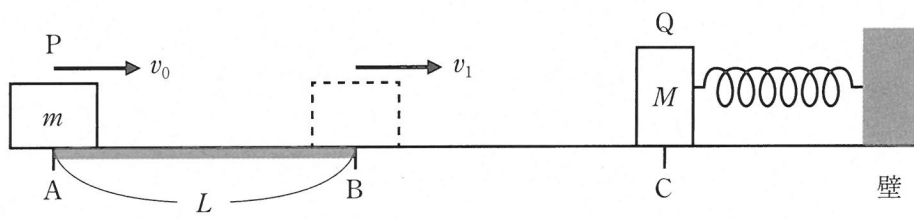


图 4