

平成 22 年度入学試験問題(前期)

理 科

物 理 1～9 ページ 化 学 10～20 ページ
生 物 21～31 ページ 地 学 32～43 ページ

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 各科目のページは上記のとおりである。落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配付している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. 各科目の問題は、学部・学科・専攻等によって異なる点があるから、下に表示する。

(1) 物理を選択した受験者

教育学部 ① ④ ⑤

医学部医学科 ② ③ ⑤

医学部保健学科，看護学専攻及び理学療法学専攻及び作業療法学専攻 ① ④

医学部保健学科，放射線技術科学専攻及び検査技術科学専攻 ② ③ ④

理工学部 ① ② ③ ⑤

農学生命科学部 ① ④ ⑤

(2) 化学を選択した受験者

教育学部 ① ② ③ ⑤

医学部医学科 ② ④ ⑥

医学部保健学科，看護学専攻及び理学療法学専攻及び作業療法学専攻 ① ③ ④

医学部保健学科，放射線技術科学専攻及び検査技術科学専攻 ② ④ ⑥

理工学部 ① ② ③ ④ ⑤

農学生命科学部 ① ② ③ ⑤

(3) 生物を選択した受験者

教育学部 ① ② ③ ならびに ⑥ または ⑦ の 4 問

医学部医学科 ① ② ⑤

医学部保健学科 ① ② ④

理工学部 ① ② ③ ④ ならびに ⑥ または ⑦ の 5 問

農学生命科学部 ① ③ ⑤ ならびに ⑥ または ⑦ の 4 問

⑥ と ⑦ は選択問題である。教育学部，理工学部及び農学生命科学部の受験者は⑥または⑦のいずれかを選択のこと。

(4) 地学を選択した受験者

理工学部 ① ② ③ ④ ⑤

農学生命科学部 ① ② ③ ⑤

6. 解答用紙の指定された欄に、学部名及び受験番号を記入すること。
7. 提出した解答用紙以外は、すべて持ち帰ること。

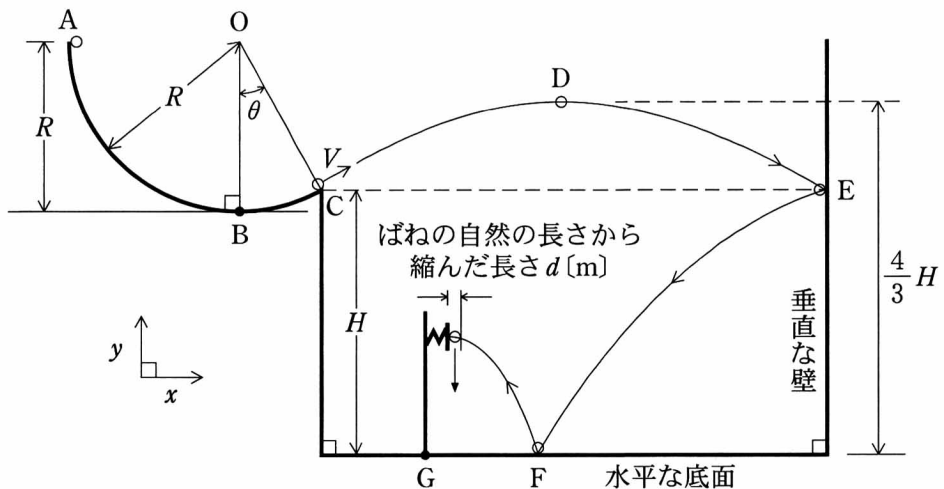
物 理

1 図に示す点 A, B, C は, 点 O を中心とする半径 R (m) のなめらかな円周上にあり, $\angle BOC = \theta$ である。点 C は水平な底面から H (m) の高さにある。また, 図のように水平な底面の点 G の上方には, 先端に板を取り付けたばね定数 k (N/m) のばねが設置されている。

いま, 円周上の点 B から高さ R (m) の位置にある点 A で大きさの無視できる質量 m (kg) の小球を静かに放したところ, 小球は点 A から円周上をすべり落ち, 点 C でその接線方向に速さ V (m/s) で飛び出した。重力加速度を g (m/s²) とし, 空気の抵抗は無視できるものとする。また, 水平方向を x , 鉛直方向を y とし, x の右向きと y の上向きをそれぞれ正とする。

このとき次の問(1)に答えよ。ただし, 答えは R (m), m (kg), θ , g (m/s²) から必要なものを用いて表せ。

(1) 点 C での小球の速さ V (m/s) と速度の水平成分 u_1 (m/s), 鉛直成分 v_1 (m/s) をそれぞれ求めよ。



つぎに点 C から飛び出した小球は、水平な底面から $\frac{4}{3}H$ [m] の高さの最高到達点(点 D と呼ぶ)を通過して、垂直な壁の点 E に衝突した。点 E は水平な底面から H [m] の高さであった。小球は、衝突後はねかえり、水平な底面の点 F に落下して再び斜め上方にはねかえった。その後、図のように小球はその最高到達点ではねに水平に衝突した。衝突直後、ばねの自然の長さより d [m] だけばねが縮むと同時に、小球は垂直に自然落下した。垂直な壁と水平な底面はともになめらかであり、いずれも小球とのばねかえり係数を e とする。ばねおよび板の質量は無視する。

次の問(2)~(6)に答えよ。ただし、点 C での小球の速さ V [m/s] と θ , m [kg], k [N/m], g [m/s²], e から必要なものを用いて表せ。

- (2) 小球が点 C から点 E に衝突するまでに、水平な底面から $\frac{4}{3}H$ の最高到達点(点 D)を通過したことから、 H [m] を求めよ。
- (3) 小球が点 E に衝突する直前の小球の速度の水平成分 u_2 [m/s] と鉛直成分 v_2 [m/s], および衝突直後の小球の速度の水平成分 u_3 [m/s] と鉛直成分 v_3 [m/s] をそれぞれ求めよ。
- (4) 小球が点 E から点 F に落下するまでの時間 [s] を求めよ。
- (5) 小球が点 F に衝突する直前の小球の速度の鉛直成分 v_4 [m/s] を求めよ。
- (6) 小球がばね板に衝突したときのばねが縮んだ長さ d [m] を求めよ。

2 図1, 図2のように, ばね定数 k [N/m] のばねを鉛直に立て, 上部に質量 m [kg] の台を取り付けた。その結果, ばねは自然の長さより d [m] だけ縮み静止した(これを状態 A とする)。鉛直上向きに X 軸の正方向を定め, 静止した台の位置を原点とする。なお, ばねの質量および空気の抵抗は無視できるものとする。また, 重力加速度は g [m/s²] とする。

問 1 図1で, 状態 A から, ばねをさらに長さ d [m] だけ縮め, 静かに手を離れたところ, $X = 0$ を中心として振動を始めた。この時, 以下の問いに答えよ。なお, 答えは, 質量 m [kg], ばね定数 k [N/m], 重力加速度 g [m/s²] から必要なものを用いて表せ。

- (1) 状態 A におけるばねの縮んだ長さ d [m] を求めよ。
- (2) 振幅の大きさ A_1 [m], 周期 T_1 [s] を求めよ。
- (3) 振動の中心を通過するときの台の速さ v_1 [m/s] を求めよ。

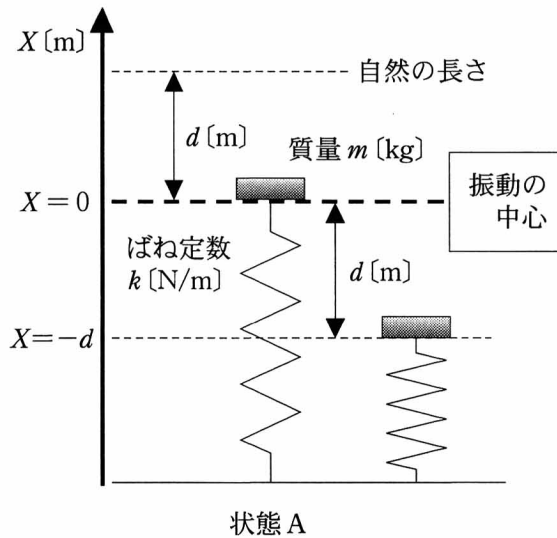


図 1

問 2 図 2 で、状態 A にある台上に、高さ $X = h$ [m] から質量 $2m$ [kg] の粘土塊が自由落下し衝突した。その後、粘土塊と台は一体となり振動を始めた。この時、以下の問いに答えよ。

- (1) 台に衝突する直前の粘土塊の速さ v_2 [m/s] と、衝突後の速さ V [m/s] を求めよ。
- (2) 衝突後の振動の中心 ($X = -x_1$ [m]) を d を用いて示せ。
- (3) 粘土塊の落下した高さが $h = 3d$ の時、振幅 A_2 [m] を d を用いて示せ。
 なお、以下、平方根は、 $\sqrt{2} = 1.4$ 、 $\sqrt{3} = 1.7$ 、 $\sqrt{5} = 2.2$ 、 $\sqrt{7} = 2.6$ で近似する。
- (4) 台と粘土塊が到達する最下点 ($X = -x_2$ [m]) および最高点 ($X = x_3$ [m]) を d を用いて示せ。
- (5) 粘土塊と台が一体となった後、 $X = -x_1$ [m] を中心とする周期 T_2 [s]、振幅 A_2 [m] の振動となった。最下点から粘土塊と台が上昇し、最初に振動の中心を通過した時刻を $t = 0$ [s] とするとき、 $t = 0$ [s] から $t = T_2$ [s] における、台と粘土塊の座標 X [m] をグラフに示せ。

なお、このような振動で、時刻 0 [s] での座標 x_0 [m] から出発した点の t [s] 後の座標 X [m] は、振幅 A [m]、周期 T [s] を用いて、 $X = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) + x_0$ で表すことができる。

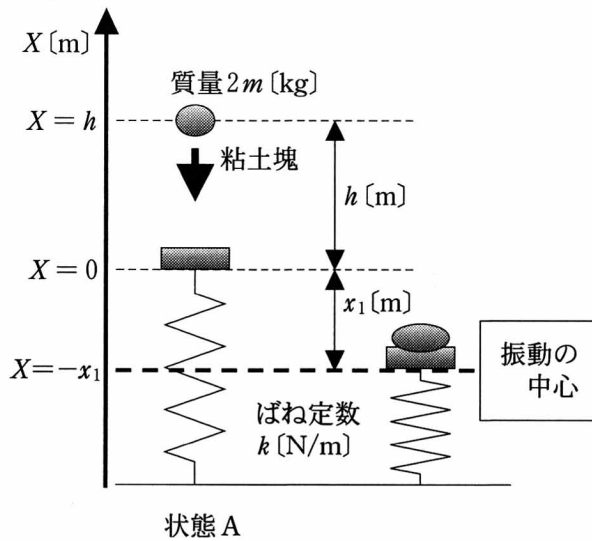


図 2

3

問 1 図 1 のように、鉛直下向き(紙面に垂直に表から裏向き)の一樣な磁場(磁束密度 B [T])中に、じゅうぶん長い 2 本の平行な導体でできたレールが間隔 a [m]で水平面(紙面)内に置かれている。2 本のレール上には、直線導体 PQ がレールと垂直に置かれており、直線導体 PQ はレールと垂直のまま摩擦なく動くことができる。レール間は、抵抗 R [Ω]、起電力 E [V]の電池(内部抵抗 0)、およびスイッチ SW によって接続される。レールと導体 PQ の電気抵抗は抵抗 R [Ω]に比べてじゅうぶん小さく無視できる。また、回路を流れる電流の作る磁場の大きさはじゅうぶん小さく無視してよいものとする。

- (1) スイッチ SW を端子 T_1 と接続し、導体 PQ を一定の速さ v_1 [m/s]で右方向に運動させる。このとき、導体 PQ(導体が 2 本のレールと接触する 2 点間)に発生する起電力 V [V]を求めよ。
- (2) (1)の状態において、抵抗 R [Ω]に流れる電流 i_1 [A]および単位時間あたりに発生するジュール熱(またこれを電力という) P_1 [W]を求めよ。
- (3) 導体 PQ が静止した状態で、スイッチ SW と端子 T_2 を接続した。この直後、導体 PQ にはたらく力の大きさ F_1 [N]を求めよ。
- (4) (3)の状態から右方向に動き始め、速さが v_2 [m/s]になったとき、導体 PQ にはたらく力の大きさ F_2 [N]を求めよ。
- (5) (4)のとき、導体 PQ にはたらく力のする仕事率 P_2 [W]および抵抗 R [Ω]で単位時間あたりに発生するジュール熱(電力) P_3 [W]を求めよ。

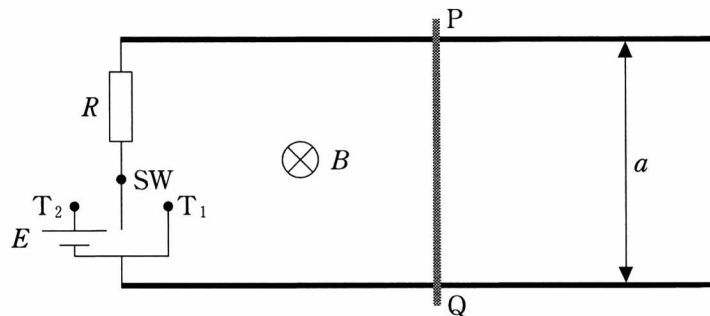


図 1

問 2 図 2 のように、極板間隔 $3d$ [m]、極板面積 S [m²] の平行板コンデンサーがある。平行板コンデンサーは、それぞれスイッチ S_1 によって起電力 E [V] の電池と、スイッチ S_2 によって抵抗 R [Ω] とつなぐことができる。はじめ、 S_1 および S_2 は開かれており、平行板コンデンサーには電荷が蓄えられていないものとする。すべて真空中に置かれているものとして真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とする。電極の端の影響は無視できるものとする。

- (1) 図 2 の斜線で示す導体板がない状態で、スイッチ S_2 を開いたままスイッチ S_1 と端子 T_1 を接続してコンデンサーを充電し、じゅうぶん時間がたった後スイッチ S_1 と T_1 を切り離れた。コンデンサーに蓄えられた電気量 Q_1 [C] および静電エネルギー U_1 [J] を求めよ。
- (2) 次に、スイッチ S_1 と S_2 を開いたまま、極板と同形で厚さ d [m] の導体板を図 2 のように極板に対して平行に挿入した。ただし、挿入前の導体板は帯電していないものとする。このときのコンデンサーの電気容量 C_1 [F] および極板間の電位差 V_1 [V] を求めよ。
- (3) (2) の状態から、 S_1 を開いたまま S_2 を閉じ、コンデンサーを完全に放電させた。このとき、抵抗 R [Ω] で消費されるジュール熱 W [J] を求めよ。次に、 S_2 を閉じたまま S_1 と T_2 を接続し、じゅうぶんな時間充電をおこなった。このとき、導体板に蓄えられる電気量 Q_2 [C] を求めよ。

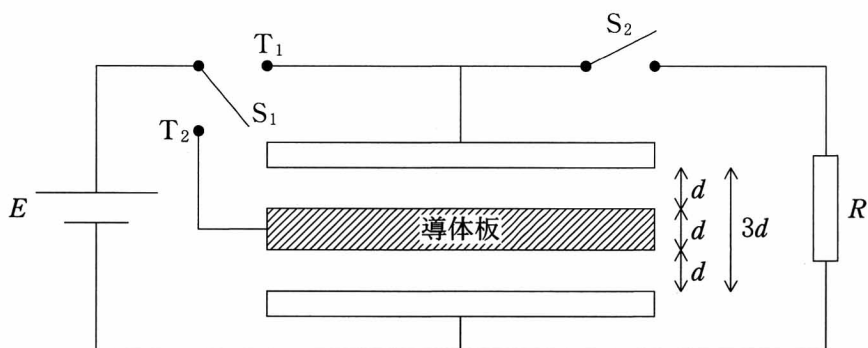


図 2

4 次の各問に答えよ。

問 1 波動とは、ある場所で生じた変動または振動が時間とともに空間を次々に伝わってゆく現象である。波動には伝わり方の違いにより 2 種類の波が考えられる。

一つは、両端を固定した弦を伝わる波のように、弦の振動方向と波の 方向が な波、もう一つは、軽くて長いつる巻きばねの端をばねの方向に振るときにできる波で、ばねの運動方向と波の 方向が な波である。前者を , 後者を と呼ぶ。

以上のことから、波動とは、言葉を変えて表現すると、 の移動を表す現象と言える。

- (1) ①から⑥に適切な語句を記入せよ。ただし、同一番号には同一語句がはいるものとする。
- (2) ④と⑤で、真空中を伝わることのできるのはどちらか、答えよ。
- (3) ②で選んだ根拠(理由)を、例を挙げて簡潔に述べよ。

問 2 波を表すには、波の速さ c [m/s], 振動数 f [Hz] そして波長 λ [m] が用いられる。これらは、

により関係付けられる。

今、無限に広い空間の任意の一点 O に大きさの無視できる波源を置き、

$$y_0 = A \sin(2\pi ft)$$

のような変位を与え、波を発生させる。ここで、 A は振幅、 t は時間である。また、点 O から距離 r [m] 離れた点を点 P とする。

- (1) を求めよ。
- (2) 点 O で発生する波はどのような波か、答えよ。
- (3) 点 P で観測される波 y_P を振動数と波長を用いて求めよ。ただし、点 O から点 P に波が進む間に波の減衰はないものとする。
- (4) (3)において、点 O を除いて、波は距離に反比例してその振幅が減衰すると仮定する。点 P で観測される修正された波 z_P を求めよ。

5 図1に示すような円筒容器内に、 n モルの単原子分子の理想気体が入っており、ピストンは容器内をなめらかに移動することができる。気体の状態は図2に示すように、 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ と変化した。縦軸は圧力 P [Pa]、横軸は温度 T [K] であり、 $C, A, 0$ は一直線上にある。状態 A は大気と熱平衡の状態にあり、このときの容器内の気体の圧力は P_0 [Pa]、体積は V_0 [m³]、温度は T_0 [K] であった。状態 B では、圧力は P_0 [Pa]、体積は V_B [m³]、温度は T_B [K] であった。状態 C では、圧力は P_C [Pa]、体積は V_C [m³]、温度は T_C [K] であった。ピストンの質量は無視できるものとして、以下の文中の空欄に入る、 P_0 と V_0 とを用いた数式を求めよ。ただし④、⑤、⑧については、(ア)から(ウ)のうち正しいものを一つ選べ。なお、⑧については算式やグラフを用いて理由も述べよ。

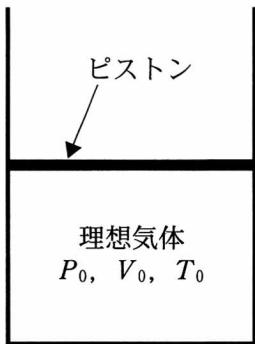


図1

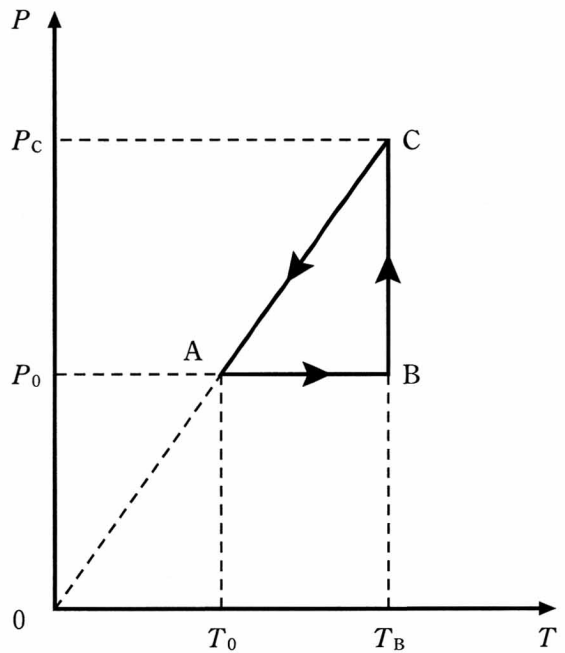


図2

$T_B = \frac{3}{2} T_0$ とすると, $V_B =$ となる。A→B の過程で, 気体が外部にした仕事の大きさを ΔW_1 , 気体が吸収した熱量を ΔQ_1 とすると, $\Delta W_1 =$, $\Delta Q_1 =$ となる。

B→C の過程において, 気体の体積は

。

また, B→C の過程において, 気体が吸収した熱量を ΔQ_2 とすると, ΔQ_2 は,

である。状態 C において, $P_C =$ となる。

C→A の過程において, 気体が吸収した熱量を ΔQ_3 とすると,

$\Delta Q_3 =$ である。

状態 A から出発し, 再び状態 A に戻る A→B→C→A の過程において, 気体が吸収した正味の熱量は

である。