

福島県立医科大学

平成 23 年 度
医学部前期入学試験問題

理 科

〔「物理Ⅰ・物理Ⅱ」「化学Ⅰ・化学Ⅱ」「生物Ⅰ・生物Ⅱ」〕

(時間：2 出題科目で 120 分)

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

出 題 科 目	ペー ジ	選 択 方 法
「物理Ⅰ・物理Ⅱ」	1～2	左の3出題科目のうちから、あらかじめ届け出た2出題科目について解答しなさい。
「化学Ⅰ・化学Ⅱ」	3～4	
「生物Ⅰ・生物Ⅱ」	5～7	

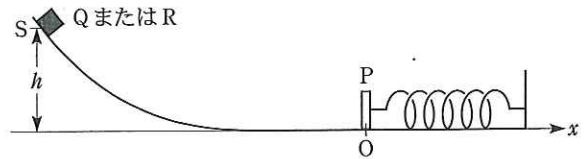
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 解答は、すべて解答用紙の所定の欄に記入しなさい。
- 5 問題冊子の余白は計算等に用いて構いません。
- 6 試験終了後、解答用紙のみを回収します。

物理 I ・ 物理 II

- [1] 図のように、水平面と斜面とでできた摩擦のない面がある。水平面上で、ばね定数 k のばねの一端を固定し、他端に質量 m の小物体 P をとりつけたところ、ばねが自然の長さの状態です。水平面から高さ h にある点 S に質量 M の小物体 Q を置き、静かに放すと Q はすべり始め、P に完全非弾性衝突し、P は Q と一体となって周期 T_Q 、振幅 A_Q の単振動をした。次に、Q を P から取り外し、ばねと P をはじめと同じ状態にした後、点 S に質量 M の小物体 R を置き、静かに放すと R は P と弾性衝突し、P と R が再び衝突するまで P は周期 T_R 、振幅 A_R の単振動をした。

次の問い(問 1～7)に簡潔な説明をつけて答えよ。ただし、

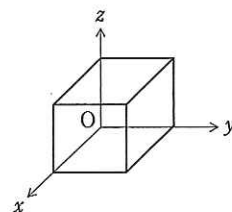
図のように水平面にそって x 軸をとり、ばねが自然の長さのときの P の位置を原点 O とし、P、Q、R の運動は x 軸を含む鉛直面内に限られるものとする。また、重力加速度の大きさを g とし、ばねの質量および空気による抵抗は無視できるものとする。



- 問 1 衝突直前の Q の速度 v_0 を g と h を用いて表せ。
- 問 2 Q が衝突した直後の P の速度 v_1 を g 、 h 、 m 、 M を用いて表せ。
- 問 3 T_Q を k 、 m 、 M 、 π を用いて表せ。
- 問 4 A_Q を g 、 h 、 k 、 m 、 M を用いて表せ。
- 問 5 T_R は T_Q の何倍か。 m と M を用いて表せ。
- 問 6 A_R は A_Q の何倍か。 m と M を用いて表せ。
- 問 7 R が衝突した時の単振動のエネルギー E_R は、Q が衝突した時の単振動のエネルギー E_Q の何倍か。 m と M を用いて表せ。

- [2] “波の干渉”とはどのような現象か、例をあげて説明せよ。

- [3] 一辺の長さが L [m] の立方体の容器に、質量 m [kg] の単原子分子 N 個からなる理想気体を閉じ込めてある。図のように、立方体の辺にそって x 軸、 y 軸、 z 軸をとる。分子の運動を単純化し、分子はすべて一定の速さ v [m/s] で $\frac{N}{3}$ 個ずつがそれぞれ x 方向、 y 方向、 z 方向にのみ運動しており、分子と壁面は弾性衝突をし、衝突に際して壁は動かず、分子どうしの衝突は考えないものとする。次の問い(問 1 ~ 5)に簡潔な説明をつけて答えよ。



- 問 1 立方体の壁面と 1 個の分子との 1 回の衝突による、分子の運動量の変化の大きさ Δp [kg·m/s] を m と v を用いて表せ。
- 問 2 時間 Δt [s] の間に 1 個の分子が 1 つの壁面に衝突する回数を L , v , Δt を用いて表せ。
- 問 3 時間 Δt の間に 1 個の分子により 1 つの壁面が受ける力積の大きさ $f \Delta t$ [N·s] を L , m , v , Δt を用いて表せ。
- 問 4 時間 Δt の間に $\frac{N}{3}$ 個の分子により 1 つの壁面が受ける力積の大きさを $F \Delta t$ [N·s] とすると、1 つの壁面は分子から F [N] の力を受けていることになる。気体の圧力 p [Pa] を L , m , N , v を用いて表せ。
- 問 5 理想気体では分子どうしの位置エネルギーを考えなくてよいので、気体の内部エネルギー U [J] は各分子の運動エネルギーの和としてよい。気体の体積を V [m³] とし、 U を p と V を用いて表せ。

- [4] 交流の発生について述べた次の文章の空欄 ア ~ カ を埋め、下の問い(問 1 ~ 4)に簡潔な説明をつけて答えよ。なお、単位のついている空欄には数式が、それ以外の空欄には言葉が入る。

一様な磁場(磁界)の中でコイルを回転させるとファラデーの ア の法則によりコイルに交流が発生することはよく知られている。ところで、静止したコイルの近くで磁石を回転させてもやはり交流を発生させることができる。

例として、静止したコイルの近くにある磁石を、一定の角速度 ω [rad/s] で回転させたところ、時刻 t [s] においてコイルを貫く磁束 Φ [Wb] は $\Phi = \Phi_0 \cos \omega t \dots \textcircled{1}$ と表された。ただし、 Φ_0 [Wb] は定数である。

一般に、誘導起電力 V は、コイルを貫く磁束の単位時間あたりの イ に比例し磁束の イ を ウ 向きに生ずる。したがって、時間 Δt [s] の間に磁束が $\Delta \Phi$ [Wb] だけ変化する場合は $V = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \dots \textcircled{2}$ と表される。

①と②より、静止したコイルに生じた誘導起電力 V は t , Φ_0 , ω , \sin を用いて エ [V] と表され、交流が発生したことがわかる。この交流の周波数は π と ω を用いて オ [Hz] と表され、周期は π と ω を用いて カ [s] と表される。

医療用断層撮影法の一つである MRI (磁気共鳴映像法) では、人体に多く含まれる水素の原子核が小さな磁石のはたらきをし、その磁石の回転により人体の近くに置いたコイルに発生する交流信号を画像化に利用している。

- 問 1 電圧の実効値が 5 V の交流電源に 1 Ω の抵抗をつなぐとき、抵抗で消費される電力の時間平均 $\overline{P_1}$ [W] はいくらか。
- 問 2 電圧の実効値が 5 V の交流電源に 1 H のコイルをつなぐとき、コイルで消費される電力の時間平均 $\overline{P_2}$ [W] はいくらか。
- 問 3 電圧の実効値が 5 V の交流電源に 1 F のコンデンサーをつなぐとき、コンデンサーで消費される電力の時間平均 $\overline{P_3}$ [W] はいくらか。
- 問 4 磁束の単位 Wb (ウェーバ) を m (メートル), kg (キログラム), s (秒), A (アンペア) を用いて表せ。