

福島県立医科大学

平成 25 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。

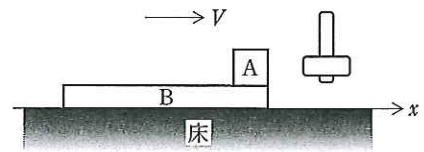
出 題 科 目	ページ	選 択 方 法
「物理Ⅰ・物理Ⅱ」	1 ～ 2	左の 3 出題科目のうちから、あらかじめ届け出た 2 出題科目について解答しなさい。
「化学Ⅰ・化学Ⅱ」	3 ～ 4	
「生物Ⅰ・生物Ⅱ」	5 ～ 7	

- 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、質量 m の物体 A が質量 M の板 B の右端についている。この物体 A と板 B は一体となり、摩擦のない水平な床の上を右向き (x 軸の正の向き) に速度 V で運動している。金づちで A を打撃し瞬間的に力積を与えたところ、A は B 上で滑りはじめ、打撃直後は、A の速度は床に対して v であり、B の速度は V のままであった。打撃後しばらくして、A は B 上で静止し、A と B は一体となって床に対して速度 V' で運動した。その後も、A が B 上で静止する度に同じ力積を A に与えたところ、はじめの打撃も含め合計 4 回の打撃で A と B は床に対して静止した。

いずれの打撃においてもかかった時間は十分に短く、A に力積を与える直前直後で B の速度は変わらなかったものとする。また、与えた力積の大きさは K で向きは x 軸の負の向きであり、一連の運動において A は B から落ちなかったものとする。A と B の間の動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g とし、速度は床に対するものと定義する。次の問い(問 1 ~ 4)に簡潔な説明をつけて答えよ。



問 1 v を K , m , V を用いて表せ。

問 2 V' を K , m , M , V を用いて表せ。

問 3 K を m , M , V を用いて表せ。

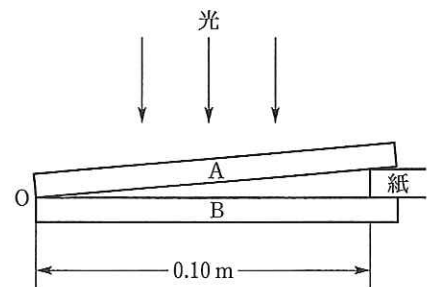
問 4 4 回目の打撃を加えてから A と B が一体となって静止するまでの時間 t を g , K , m , M , μ' を用いて表せ。

- 〔2〕 くさび形空気層による干渉について述べた次の文章の空欄 ア ~ エ を埋め、下の問い(問 1・問 2)に簡潔な説明をつけて答えよ。

図のように、平面ガラス板 A と B を重ね、一端 O から 0.10 m 離れたところに薄い紙をはさむと、くさび形の空気層ができる。これに真上から波長 $\lambda = 6.0 \times 10^{-7}\text{ m}$ の光をあて A の上側から観察すると、A の下面で反射した光と、B の上面で反射した光が干渉して、等間隔に並んだ明暗の縞模様が見られた。

明線が見られる条件を考えてみよう。ガラスの絶対屈折率は空気の絶対屈折率より大きいので、光がガラスから空気に入射する A の下面で反射するとき位相は逆転 ア (“する”か“しない”で答えよ)。また、光が空気からガラスに入射する B の上面で反射するとき位相は逆転 イ (“する”か“しない”で答えよ)。これらを考慮すると、A の下面で反射した光と、B の上面で反射した光の経路差が半波長 $\frac{\lambda}{2}$ の ウ 倍であれば、光が強め合い、明線が見られる。

次に、B の下側から透過光を観察する。A の上側から明線に見える部分では、A、空気層、および B で一度も反射せず透過した光と、B の上面で反射した後 A の下面で反射し B の下側に到達した光との干渉が主に生じていると考え、反射の際の位相のずれを考慮すると、エ 線が見られる。



問 1 1.0 cm あたり 50 本の明線が見られた。紙の厚さ $d(\text{m})$ を求めよ。

問 2 光源を交換し、波長 $\lambda' = 5.0 \times 10^{-7}\text{ m}$ の光をあてた。隣り合う明線の間隔は何倍になるか。

- 〔3〕 ある気体 n (mol) を考える。この気体の圧力を p (Pa)、体積を V (m³)、温度を T (K)、内部エネルギーを U (J) とする。この気体の圧力と体積の積、および内部エネルギーは、いずれも T のみで定まる。そこで、 T についての任意の関数 f 、 g を用いて、 $pV = f(T)$ 、 $U = g(T)$ と表すこととする。例えば、温度 T_a (K) における pV は $f(T_a)$ である。次の問い(問1・問2)に簡潔な説明をつけて答えよ。なお、解答は n 、 T_1 、 T_2 、 $f(T_1)$ 、 $f(T_2)$ 、 $g(T_1)$ 、 $g(T_2)$ の中から必要なものを用いて表せ。

問1 この気体の体積を一定に保ちながら、温度を T_1 (K) から T_2 (K) に上昇させるのに必要な熱量 Q_V (J) はいくらか。

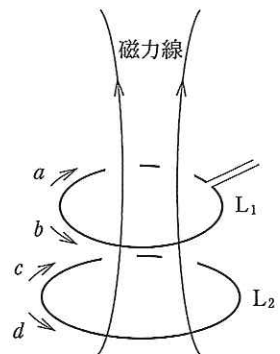
また、この気体の定積モル比熱 C_V (J/(mol·K)) はいくらか。

問2 この気体の圧力を一定に保ちながら、温度を T_1 (K) から T_2 (K) に上昇させるのに必要な熱量 Q_p (J) はいくらか。

また、この気体の定圧モル比熱 C_p (J/(mol·K)) はいくらか。

- 〔4〕 相互誘導について述べた次の文章の空欄 ア ～ ク を埋め、下の問い(問1・問2)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。

図のように、二つの1回巻きコイル L_1 と L_2 が近くに置いてあり、はじめ、 L_1 には一定の電流 I_1 (A) が流れていて、 L_2 には電流は流れていなかった。このとき、 I_1 のつくる磁力線は L_2 も通るので、 L_2 を貫く磁束 Φ (Wb) が生じている。 Φ は I_1 に比例し、 $\Phi = MI_1 \dots \textcircled{1}$ と書ける (M (H) は比例定数)。図の向きに磁力線があるためには、 I_1 は ア (a か b で答えよ) の向きでなければならない。



I_1 が変化すると、ファラデーの イ により L_2 に誘導起電力 V_2 (V) が生じ、 L_2 に誘導電流 I_2 (A) が流れる。この現象を相互誘導という。

例えば、 I_1 が増加すると、 L_2 に誘導電流 I_2 が ウ (c か d で答えよ) の向きに流れる。時間 Δt (s) の間に L_2 を貫く磁束 Φ が $\Delta\Phi$ (Wb) だけ変化するとき エ を式で書くと、 $V_2 = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \dots \textcircled{2}$ となる。式 $\textcircled{1}$ と式 $\textcircled{2}$ より、時間 Δt の間に I_1 が ΔI_1 (A) だけ変化するとき、 V_2 は M 、 ΔI_1 、 Δt を用いて オ (V) と表される。式 $\textcircled{1}$ の比例定数 M は カ とよばれる。起電力 V_2 が生じれば、 L_2 の電気抵抗に キ (正比例か反比例で答えよ) して電流 I_2 が流れる。このとき、 L_2 には電場ができていて、その大きさは L_2 の周の長さ l (m) と V_2 を用いて ク (V/m) と表される。

ところで、コイル L_1 はそのまま、コイル L_2 が無かったとしたらどうであろうか。実は、 L_2 が無くとも、 L_2 の有った空間には電場ができているのである。 L_2 の場所に何も無ければ電場ができていだけであるが、そこに金属など電流を通すものが有れば L_2 と同様に電流が流れる。この現象は、IH (induction heating, 誘導加熱) 調理器や、非接触 IC カード (触れなくともかざすだけで使えるカード) などに応用されている。医療への応用例としては、人体内への電気刺激を誘導電流で行う磁気刺激法が普及している。磁気刺激法では体表に電極を装着する必要が無く、 L_1 は人体外に有り L_2 に該当する場所は ク に有る。

問1 上の文章では考えていないが、 L_2 には自己誘導という現象もあり、 L_2 を流れる電流が変化するとき、その変化を打ち消す向きに L_2 に誘導起電力が生じる。 L_2 の自己インダクタンスを L (H) とし、時間 Δt (s) の間に L_2 の電流が ΔI_2 (A) だけ変化するとき、自己誘導による起電力 V_2' (V) を L 、 ΔI_2 、 Δt を用いて表せ。また、相互誘導と自己誘導の両方を考えに入れたら、 L_2 に生じる起電力 V_2'' (V) はいくらくなるであろうか。 V_2'' を L 、 M 、 ΔI_1 、 ΔI_2 、 Δt を用いて表してみよ。

問2 自己インダクタンスの単位 H (ヘンリー) 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。