

福島県立医科大学

平成 27 年 度
医学部前期入学試験問題

理 科

〔「物理基礎・物理」「化学基礎・化学」「生物基礎・生物」〕

(時間：2 出題科目で 120 分)

注 意 事 項

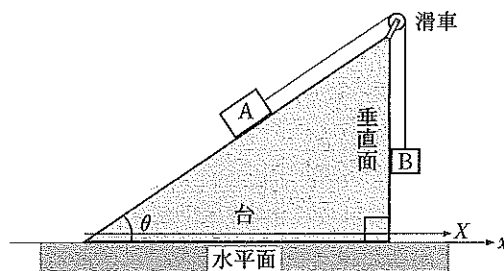
- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

出 題 科 目	ページ	選 択 方 法
「物理基礎・物理」	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。
「化学基礎・化学」	3～4	
「生物基礎・生物」	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。

物理基礎・物理

- [1] 図のように、なめらかな水平面上に水平面と角度 θ ($30^\circ < \theta < 60^\circ$) をなすあるいは斜面をもつ台がある。斜面上に質量 $2m$ の物体 A を置き、斜面上部に取り付けた滑車を通して軽くて伸び縮みしないひもで質量 m の物体 B と結ぶ。B は台のなめらかな垂直面に接しており、B と滑車の間ではひもは常に垂直面に平行に、滑車と A の間ではひもは常に斜面に平行に保たれる。水平面に固定した x 軸と台に固定した X 軸を図のようにとり、 x 軸は垂直面に垂直であり、ひも、 x 軸、 X 軸はすべて同一の鉛直面内にあるものとする。また、滑車は軽くてなめらかに回転するものとする。台の質量を $7m$ 、A と斜面との間の静止摩擦係数を μ ($\mu > 0.8$)、重力加速度の大きさを g として、次の問い(問1～5)に簡潔な説明をつけて答えよ。



- 問1 最初、A、B および台は静止していた。A が斜面から受ける静止摩擦力の大きさ f を g 、 m 、 θ を用いて表せ。
- 問2 台に x 軸正の向きに大きさ F の力を加えたとき、A と B は台に対して静止した状態で台と一体となって運動し始めた。台の水平面に対する加速度の大きさ a を m 、 F を用いて表せ。
- 問3 問2の状態にあるとき、台とともに運動する観測者から見ると、A には慣性力がはたらいている。慣性力の向きは X 軸の正、負のいずれの向きであるか。また、慣性力の大きさ f_A を F を用いて表せ。
- 問4 問2の状態にあるとき、A が斜面から受ける垂直抗力の大きさ N を g 、 m 、 F 、 θ を用いて表せ。
- 問5 台に加える x 軸正の向きの力の大きさがある値 F' より小さい場合には A と B は台に対して静止した状態で台と一体となって運動するが、 F' より大きい場合には台に対して A は斜面に沿って下方に、B は垂直面に沿って上方に動き始める。 F' を g 、 m 、 θ 、 μ を用いて表せ。

- [2] ヤングの実験について述べた次の文章の空欄 ア ~ オ を埋め、下の問いに簡潔な説明をつけて答えよ。

図1のように、単スリット S_0 から出た波長 λ の単色光を、間隔が d の二つのスリット S_1 、 S_2 (複スリット) にあてて、距離 L だけ離れたスクリーン上に到達した光を観察した。スクリーン上には明暗の縞模様が生じ、スクリーン上の点 M には明線が見られ、点 M に最も近い明線の一つが点 M から距離 x の点 P に見られた。このときの x が満たす条件を考えよう。ただし、 S_1 と S_2 は S_0 から等距離にあり、点 M は S_1 、 S_2 から等距離の点である。 x と d は L に比べて十分小さいものとする。

図1の S_1 から P、 S_2 から P までの距離をそれぞれ L_1 、 L_2 とおき、 $L_1 > L_2$ とする。 d は L に比べて十分小さいので、図2のように S_1P と S_2P はほぼ平行と考えてよい。この方向と S_0M のなす角を θ とすると、 $L_1 - L_2$ は d と θ を用いて ア と表される。 θ が十分に小さいときは $\sin \theta \approx \tan \theta$ と近似できるので、 $\sin \theta$ は x と L を用いて イ と表され、 $L_1 - L_2$ は d 、 x 、 L を用いて ウ と表すことができる。また、点 M に最も近い明線が点 P に見られるとき $L_1 - L_2$ が満たすべき条件は、 λ を用いて $L_1 - L_2 =$ エ と表される。よって、 x が満たす条件は d 、 L 、 λ を用いて $x =$ オ と表される。

- 問 d が 0.50 mm 、 L が 2.5 m である装置を使って上記のようなヤングの実験を行った。 x を測定すると 2.9 mm であった。単色光の波長 $\lambda(\text{m})$ を有効数字 2 桁の数値で表せ。

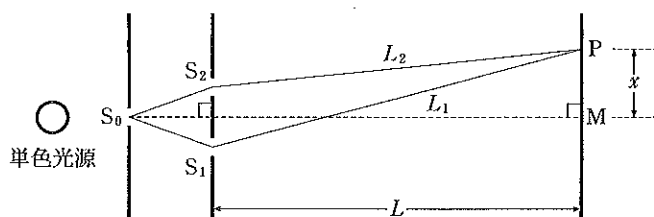


図1

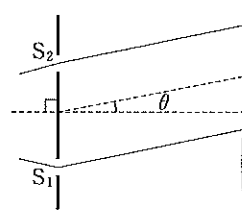
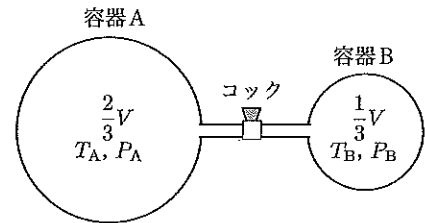


図2

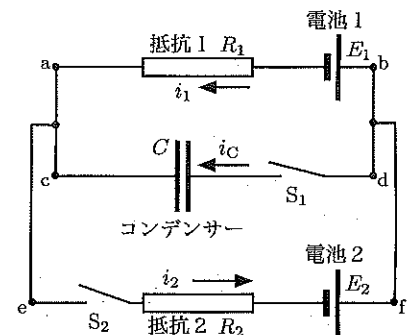
- [3] 図のように2つの容器A, Bが, 体積の無視できる細い管でつながれており, コックが閉められている。容器A, Bには理想気体とみなせる単原子分子からなる気体が閉じ込められている。また, 気体は容器, 細い管およびコックとの熱のやり取りはないものとする。容器A, Bの体積を, それぞれ, $\frac{2}{3}V$ [m³], $\frac{1}{3}V$ [m³]とし, 気体定数を R [J/(mol·K)]として, 次の問い(問1~3)に簡潔な説明をつけて答えよ。



- 問1 A, B内の気体の温度を T_A [K], T_B [K], 圧力を P_A [Pa], P_B [Pa]としたとき, A, B内の気体のモル数 n_A [mol], n_B [mol]を P_A, P_B, R, T_A, T_B, V の中から必要なものを用いて表せ。
- 問2 コックをゆっくり開けてしばらく時間が経過し容器内の気体が一様になったときの気体の温度 T [K]を P_A, P_B, T_A, T_B を用いて表せ。
- 問3 問2の状態のとき, 気体の圧力 P [Pa]を P_A, P_B を用いて表せ。

- [4] 次の文章の空欄 **ア** ~ **キ** を適切に埋め, 下の問い(問1~3)に答えよ。なお, **イ** および **オ** には数値を, その他の空欄には式を記し, 問2・3の解答には簡潔な説明をつけること。

図のような, 起電力 E_1 [V]の電池1, 起電力 E_2 [V]の電池2, 抵抗値 R_1 [Ω]の抵抗1, 抵抗値 R_2 [Ω]の抵抗2, 2つのスイッチ S_1, S_2 と電気容量 C [F]のコンデンサーからなる直流回路を考えよう。コンデンサーに蓄えられる電気量を q [C], 抵抗1, 抵抗2を流れる電流を i_1 [A], i_2 [A], コンデンサーに流れ込む電流を i_c [A]とし, i_1, i_2, i_c は図の矢印の向きに流れるときは正の値を, 逆に流れるときは負の値をとるものとする。はじめ S_1, S_2 は開いており, コンデンサーには電荷は蓄えられていないものとする。また, 導線の抵抗および電池1, 2の内部抵抗は無視できるものとする。



- (i) まず, S_1 を閉じる。この直後の q は0Cであることから, このときの i_1 は E_1 と R_1 を用いて **ア** [A]と表される。
- (ii) そのあと q は時間とともに変化するが, S_1 を閉じてしばらく時間が経過すると, 時間的に一定な値となる。このときの i_1 は **イ** Aであり, q は C, E_1 を用いて **ウ** [C]と表される。
- (iii) 次に, S_1 を閉じてしばらく時間が経過したあと, S_1 を閉じた状態で S_2 を閉じる。この直後の q は **ウ** であることから, このときの i_2 は E_1, E_2, R_2 を用いて **エ** [A]と表される。
- (iv) S_2 を閉じてしばらく時間が経過すると, q は時間的に一定な値となる。このときの i_c は **オ** Aであることから, i_1 と i_2 の間には **カ** の関係が成り立つ。したがって, このときの i_1 は E_1, E_2, R_1, R_2 を用いて **キ** [A]と表される。

- 問1 S_1, S_2 が閉じられているとき, 電位差がab間の値と等しい区間は <ac, bd, cd, ce, df>のうちどれか, すべてあげよ。
- 問2 (iv)の下線部の q を C, E_1, E_2, R_1, R_2 を用いて表せ。
- 問3 電気容量 C [F]と抵抗値 R [Ω]の積で得られる量 CR の単位 $F \cdot \Omega$ を国際単位系(SI)の基本単位である m(メートル), s(秒), kg(キログラム), A(アンペア)の中から必要なものを用いて表せ。