TMPS医学館　過去問解説図書館

物　理

大阪医科薬科大学医学部　2024年度型
そっくり類題セット

※ これは大阪医科薬科大学医学部の入試問題ではありません。
2024年度の出題形式（4大問・摩擦／熱気球／コンデンサー／小問集合）をもとに，
TMPS医学館が題材や数値・設定を変えて作成したオリジナル問題です。

試験時間の目安：60分（理科2科目で120分のうち）

大問	ページ	時間配分の目安
第I問 （摩擦と運動量）	2	15分
第II問 （熱気球）	3	10分
第III問 （コンデンサー）	4	17分
第IV問 （小問4つ）	5	13分（見直し5分）

注意事項

1. 問題は第I問〜第IV問の全4題である。第IV問(1)の空欄 ① などには，適当な式または数値を入れよ。
2. 結果のみを答える形式である。有効数字は問題の指示に従うこと。
3. 第III問には回路図がある。電池の向きは図のとおりとする。
4. 解答・解説は，解説ページ（TMPS医学館の過去問解説図書館）に掲載している。

第I問 なめらかで水平な床の上に，長さ L [m] の同形の直方体A，Bを並べて置いた。Aは床に固定してあり，BはAの右側に接している。Aの上面の左端に質量 m [kg] の小物体Pを置き，ある速さで滑らせ始めたところ，PはAの上面を L だけ滑ったのち，速さ v_0 [m/s] でBの上面に乗り，その後Pは右向きにBの上面を滑り，Bも右向きに動き始めた。Bの質量は $3m$，A，Bの上面とPの間の動摩擦係数はどちらも $\frac{1}{4}$，重力加速度の大きさを g [m/s^2] として以下の問いに答えよ。ただし，(1)と(2)は L を使い，(3)以降は L を使わずに答えること。

(1) Aの上面を L 滑る間にPが失った力学的エネルギーの大きさを表せ。

(2) Aの上面を滑り始めたときのPの速さを表せ。

(3) PがBの上面を滑っているときの，床に対するBの加速度の大きさを表せ。

(4) やがて，PはBの上面の中点でBに対して静止し，両者は一体となって動き始めた。Pが静止したときの，床に対するBの速さを表せ。

(5) PがBの上面を滑っていた時間を表せ。

(6) L の値を表せ。

(7) PとBが一体となって動き始めた後，Pに前方から水平に棒を当てて，Pの床に対する動きを止めた。すると，Bの右向きの運動は減速し始めた。十分に時間が経過したのち，Bの運動はどうなるか。次の(a)，(b)の文章のうち正しい方の記号と，その文章の（　　）にあてはまる数を答えよ。
(a) Bは床面に対して静止した。このときBの左端とPとの距離は（　　）$\times L$ であった。
(b) PはBから落下し，Bは右向きの運動を続けた。このときBは（　　）$\times v_0$ の速さで等速直線運動を続けた。

第II問 風船から小さなゴンドラをぶら下げた気球がある。風船内部の体積は V [m^3]，風船内部の空気を除いた気球の質量は M [kg] である。風船は球形で変形せず，薄く断熱性の高い素材でできており，下側には外気と通じる小さな開口部がある。風船内部にはヒーターがあり，内部の空気の温度を調節できる。外気の圧力 p [Pa]，密度 d [$\mathrm{kg/m}^3$]，温度 T_0 [K] は，いずれも高度によらず一定とする。空気は理想気体とみなせるものとし，気体定数を R [J/(mol·K)]，重力加速度の大きさを g [$\mathrm{m/s}^2$] として以下の問いに答えよ。

(1) 1 mol の空気の質量を表せ。

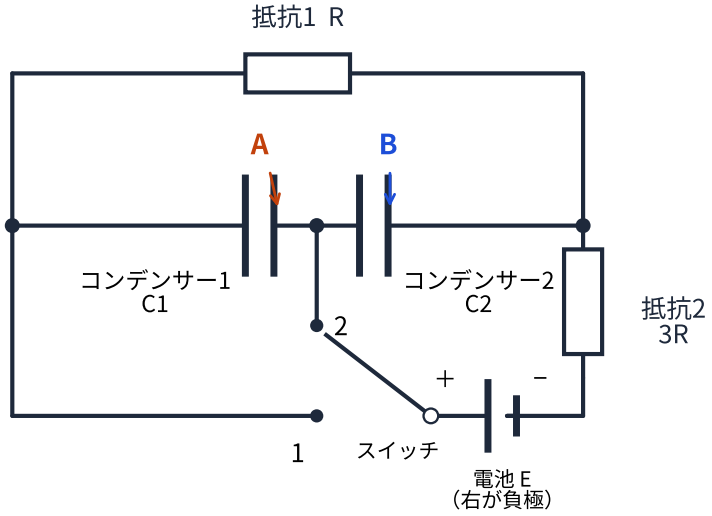
(2) 風船内部の空気をゆっくりと加熱すると，気球が地表から浮上し始めた。浮上し始めたときの風船内部の空気の密度を表せ。

(3) 気球を地上から浮上させるには，風船内部の空気の温度をいくら以上にする必要があるか。その温度を表せ。

(4) 風船内部の空気の温度を T_1 [K] にまで上げると，気球は上昇し続けた。気球に働いている力の大きさ（合力）を表せ。上昇中の気球に対する空気抵抗は無視する。

(5) 大気の密度が 1.2 $\mathrm{kg/m}^3$ であり，加熱した風船内部の空気の密度が 0.95 $\mathrm{kg/m}^3$ であった。風船が半径 3.0 m の球形とすると，気球が地表から浮上し始めるためには質量 M は何 kg 以下でなければならないか。円周率を 3.14 として計算し，整数で答えよ。

第III問　図のように，R [Ω] の抵抗1と $3R$ の抵抗2，電気容量 C_1 [F] のコンデンサー1と C_2 [F] のコンデンサー2，およびスイッチと電池からなる回路がある。電池の起電力は E [V] で，内部抵抗は無視できる。電池は，図のように，抵抗2に近い側の端子が負極である。コンデンサー1の右側の極板をA，コンデンサー2の右側の極板をBとする。この回路について以下の問いに答えよ。



(1)　コンデンサー1とコンデンサー2に電荷が蓄えられていない状態で，スイッチを1の側に入れた。その直後に抵抗1と抵抗2を流れる電流 [A] はそれぞれいくらか。

(2)　次にスイッチを開き，スイッチを2の側に入れてから十分に時間がたったとする。コンデンサー2の極板Bに蓄えられている電気量 [C] と，コンデンサー2に蓄えられているエネルギー [J] を求めよ。

(3)　そのままの状態で，スイッチを1の側に入れた。その直後に抵抗1と抵抗2を流れる電流 [A] はそれぞれいくらか。

(4)　そのままスイッチを1の側に入れた状態で，十分に時間がたったとする。抵抗1の両端の電位差 [V] を求めよ。

(5)　また，コンデンサー1の極板Aに蓄えられている電気量 Q_1 [C]，コンデンサー2の極板Bに蓄えられている電気量 Q_2 [C] は，それぞれ $Q_1 = \dfrac{C_1E}{C_1+C_2} \times (\ \boxed{①}\ )$，$Q_2 = \dfrac{C_2E}{C_1+C_2} \times (\ \boxed{②}\ )$ となる。①と②に式を入れよ。

第IV問 以下の問いに答えよ。

(1) x 軸上の原点に物体を置き，軸上 $x = 9$ cm の位置に焦点距離 6 cm の薄い凸レンズを置くと，x 軸上（ ① ）cm の位置に（ ② ア．実像，イ．虚像）ができた。この状態でさらに，軸上 $x = 33$ cm に焦点距離 10 cm の薄い凸レンズを置くと，x 軸上（ ③ ）cm の位置に（ ④ ア．実像，イ．虚像）ができた。①と③には数値を入れ，②と④は正しいものを記号で答えよ。

(2) x, y, z 座標を右手系にとる。z 軸の正の向きに，磁束密度 B の一様な磁場が存在している。原点から x 軸の正の向きに速さ v で電子を打ち出したところ，xy 平面内の位置 $(a, b, 0)$ に到達した。電子の質量を m，電荷を $-e$（$e > 0$）として v を a, b, m, e, B を用いて表せ。ただし重力の影響は考えないものとし，a, b は正である。

(3) 水素原子の電子のエネルギー準位は A を定数として $E_n = -\dfrac{A}{n^2}$ $(n = 1, 2, 3, \cdots)$（式①）と表される。$n = 2$ と他の準位 $n = 3, 4, 5, \cdots$ との間で遷移がおきる場合に，$\dfrac{1}{\lambda_n} = R\left(\dfrac{1}{2^2} - \dfrac{1}{n^2}\right)$（式②）と表される波長 λ_n の光が吸収あるいは放出される。R はリュードベリ定数である。式①の定数 A を，R，光速度 c およびプランク定数 h を用いて表せ。

(4) 半減期 3 時間の放射性同位体Aと，半減期 12 時間の放射性同位体Bがある。はじめ，AとB両方合わせた放射能は 36,000 ベクレル（Bq）であった。12 時間後は，両方合わせた放射能が 4,000 ベクレルであった。はじめのAの放射能は何ベクレルであったか。

— 終 —