

平成31年度 大阪大学基礎工学部編入学試験

注意事項(各コースにおける物理及び化学の解答方法について)

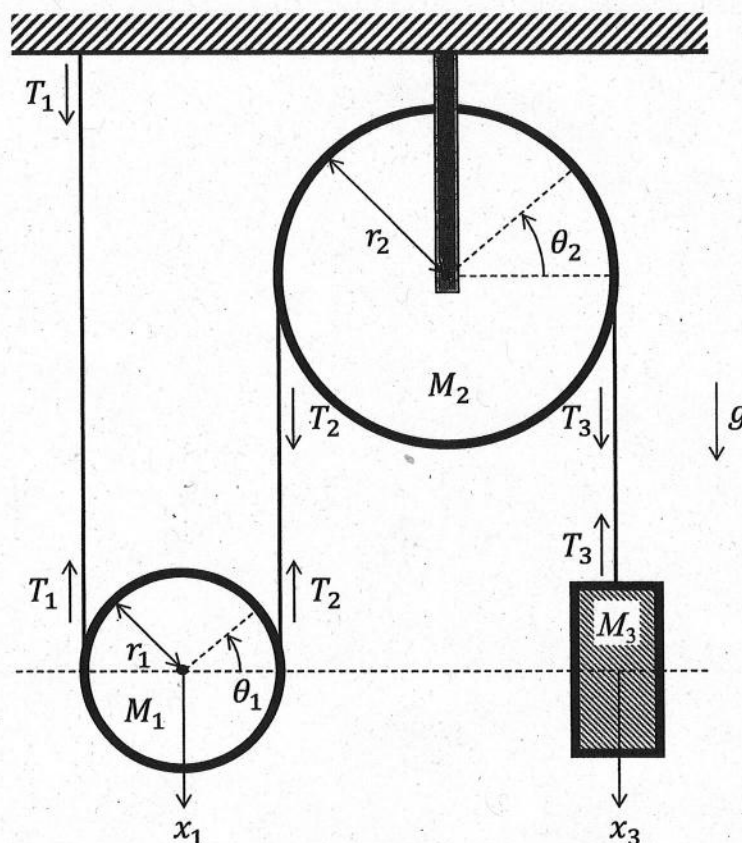
学科	コース	内容
電子物理科学科	エレクトロニクスコース	物理：3問すべて解答してください。
	物性物理科学コース	物理：3問すべて解答してください。
		化学：3問中2問を解答してください。 また、解答しない解答用紙に大きく×印をしてください。
化学応用科学科	合成化学コース	物理：3問中2問を解答してください。 また、解答しない解答用紙に大きく×印をしてください。
		化学：3問すべて解答してください。
	化学工学コース	物理及び化学： 2科目あわせて6問中5問を 解答してください。 また、解答しない解答用紙に 大きく×印をしてください。
システム科学科	知能システム学コース	物理：3問中2問を解答してください。 また、解答しない解答用紙に 大きく×印をしてください。
	生物工学コース	
情報科学科	計算機科学コース	物理：3問中2問を解答してください。 また、解答しない解答用紙に 大きく×印をしてください。
	ソフトウェア科学コース	
	数理科学コース	

受 験 番 号	志 望 学 科 ・ コ ー ス
	学 科
	コ ー ス

問題 1

図に示すように、半径 r_1 、質量 M_1 の動滑車と、半径 r_2 、質量 M_2 の定滑車に、質量と伸縮を無視できる糸をかけてその一端を天井へ固定した。この糸の他端に、動滑車と重心位置が等しくなるように質量 M_3 のおもりを吊り下げて静かに手を離すと、おもりは鉛直下向きの等加速度運動を行った。この運動について以下の問に答えよ。ただし、この運動による動滑車とおもりの重心位置の変化（鉛直下向きを正）をそれぞれ x_1 、 x_3 とし、動滑車と定滑車の回転角（反時計回りを正としたラジアン単位）をそれぞれ θ_1 、 θ_2 とする。また、天井と動滑車の間の糸の張力を T_1 とし、動滑車と定滑車の間の糸の張力を T_2 とし、定滑車とおもりの間の糸の張力を T_3 とする。なお、重力加速度の大きさは g とし、動滑車と定滑車はそれぞれ一様な密度を持つ円盤とし、滑車と糸の間ですべりは生じず、滑車はなめらかに回転するものとする。

- (1) 動滑車と定滑車の回転軸まわりの慣性モーメントを答えよ。
- (2) 動滑車、定滑車、およびおもりの運動を表す微分方程式を示せ。
- (3) おもりの重心位置の変化 x_3 を用いて、動滑車の重心位置の変化 x_1 、動滑車の回転角 θ_1 、および定滑車の回転角 θ_2 を表せ。
- (4) $M_2 = 2M_1$ 、 $M_3 = 3M_1$ のとき、糸の張力 T_1 、 T_2 、 T_3 を求めよ。
- (5) (4)の設定において、手を離してから時間 t 経過後のおもりの重心位置の変化 x_3 を求めよ。



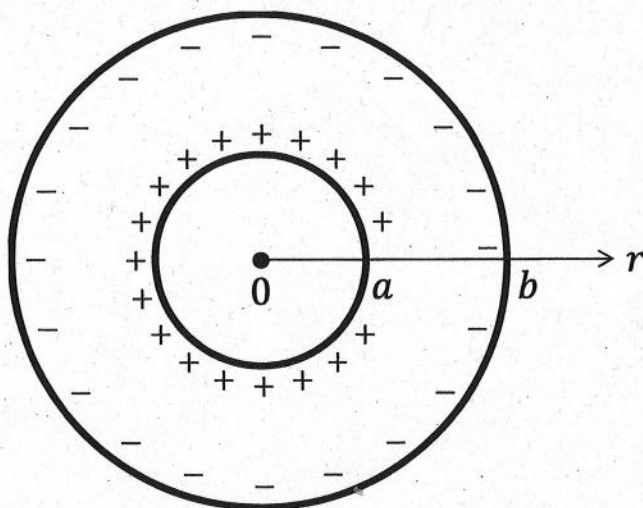
受 験 番 号	志 望 学 科 ・ コ ー ス
	学 科
	コ ー ス

[物理 - 2]

問題 2

図に示すように、中心を共有する半径 a , b ($a < b$) の2つの球殻導体が真空中に固定されている。内側と外側の球殻には正負の電荷が一様に分布しており、その面密度はそれぞれ $Q/(4\pi a^2)$, および $-Q/(4\pi b^2)$ である（ここで $Q > 0$ である）。球殻の厚みは無視できるものとして、以下の問に答えよ。ただし、中心からの距離を r とし、真空の誘電率を ϵ_0 とする。

- (1) 電場の大きさを距離 r の関数として求めよ。
- (2) 電場のエネルギー密度を距離 r の関数として求めよ。
- (3) 2つの球殻間の電位差を求めよ。
- (4) 2つの球殻はコンデンサーと見なせる。このコンデンサーの電気容量を求めよ。
- (5) このコンデンサーに蓄えられている静電エネルギーを求めよ。
- (6) 内側の球殻の電荷には、球殻の外向き法線方向に力が働いている。この力の単位面積あたりの大きさを求めよ。



平成31年度 大阪大学基礎工学部編入学試験

〔 物 理 〕 試 験 問 題

受 験 番 号	志 望 学 科 ・ コ ー ス
	学 科
	コ ー ス

〔物理－3〕

問題 3

図に示すような容積 $l_0 \times l_0 \times L$ ($L > 2l_0$) の直方体状の容器内に、質量 m の単原子分子 N 個からなる理想気体をピストンを用いて密閉した。ここで、容器とピストンはともに断熱材で構成されており、ピストンは棒を用いて容器内を摩擦なく x 軸方向に動かせるものとする。気体分子は容器壁面およびピストン壁面と弾性衝突するものとして、以下の問に答えよ。ただし、容器底面からピストン壁面までの距離を l 、気体中の分子 i の速度ベクトルを $\mathbf{v}_i = (v_{ix}, v_{iy}, v_{iz})$ 、分子速度の2乗平均を $\langle v^2 \rangle = (1/N) \sum_{i=1}^N (v_{ix}^2 + v_{iy}^2 + v_{iz}^2)$ とする。また、ボルツマン定数を k_B とする。

- (1) 棒を用いてピストンを $l = l_0$ の位置に固定した。このとき、分子 i がピストン壁面に与える単位時間あたりの力積を求めよ。ただし、ここでは気体分子どうしの衝突は考慮しなくてよい。
- (2) ピストンの位置を $l = l_0$ に保ち、容器内の気体を熱平衡状態とした。このときの分子速度の2乗平均を $\langle v^2 \rangle_0$ とする。 $\langle v^2 \rangle_0$ を用いて気体の圧力 P_0 を表せ。
- (3) $\langle v^2 \rangle_0$ を用いて(2)の状態における気体の温度 T_0 を表せ。
- (4) (2)の状態から $l = 2l_0$ となるまでピストンをゆっくり動かし、容器内の気体を断熱膨張させた。このとき、 P_0 と l_0 を用いて気体の内部エネルギーの変化 ΔU を表せ。なお、この断熱過程では気体の圧力 P と体積 V について $PV^{5/3} = \text{一定}$ という関係が成り立つものとする。
- (5) $\langle v^2 \rangle_0$ を用いて(4)の状態における分子速度の2乗平均 $\langle v^2 \rangle$ を表せ。

