

平成27年度 大阪大学基礎工学部編入学試験
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	電子システム学コース	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	

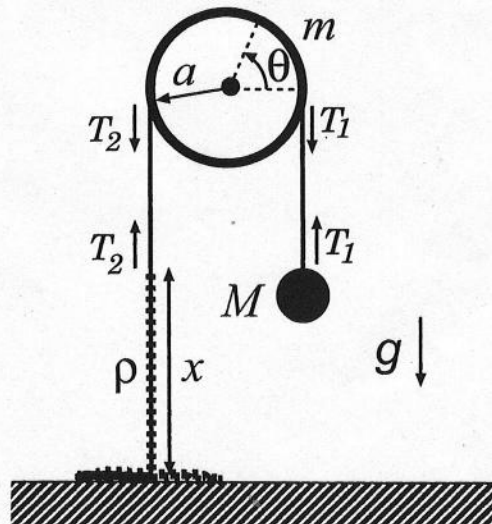
受 験 番 号	志 望 学 科 ・ コ ー ス
	学 科
	コ ー ス

[物理 - 1]

問題 1

図に示すように、床の上におかれた線密度（単位長さ当たりの質量） ρ の鎖の端に質量の無視できる糸をつけ、半径 a 、質量 m のなめらかに回る円盤状の滑車にかける。糸の他端に質量 M のおもりをつけ、引き上げられる鎖の床面からの長さを x とする。重力加速度の大きさを g とし、鎖の鉛直方向運動のみを考える。鎖の床での跳ね返りや、滑車と糸の間での滑りはないものとして、以下の問に答えよ。

- (1) 滑車とおもりの間での糸の張力を T_1 とすると、 x を時間の関数 $x(t)$ として、おもりの運動を表す x の微分方程式を示せ。
- (2) 滑車と鎖の間での糸の張力を T_2 とすると、鎖の運動を表す x の微分方程式を示せ。
- (3) 滑車の軸回りの慣性モーメントを I とすると、回転角 θ を時間の関数 $\theta(t)$ として、張力 T_1 と T_2 の関係を θ の微分方程式を用いて表せ。
- (4) $\frac{d\theta}{dt}$ と $\frac{dx}{dt}$ の間の関係を示せ。
- (5) 滑車の密度が一定として、慣性モーメント I を m と a を用いて表せ。
- (6) 鎖とおもりの重さが釣り合って静止している時の鎖の長さ x_0 を求めよ。
- (7) x が x_0 からずれた状態から始まる振動運動を考える。 x と x_0 の差およびその微分が十分小さいとして、その振動の周期 T を求めよ。



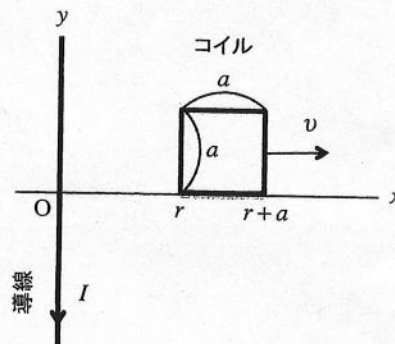
[物 理] 試 験 問 題

受 験 番 号	志 望 学 科 ・ コ ー ス
	学 科
	コ ー ス

[物理 - 2]

問題 2

無限に長い直線状の導線と一辺の長さ a の正方形コイルが、図のような配置で xy 面内におかれている。導線には定常電流 I が $-y$ 方向に流れており、コイルは x 方向に一定速度 v で運動している。導線とコイルの距離を r 、コイルの抵抗を R 、コイルは 1 回巻きとして、以下の各問に答えよ。ただし、コイルの自己誘導は無視できるものとする。また、導線とコイルは真空中にあり、真空の透磁率は μ_0 とする。導線とコイルの太さは無視してよい。



- (1) 電流 I が作る磁場の xy 平面の任意の点 ($x=0$ を除く) における大きさと向きを求めよ。
- (2) コイルに発生する起電力を求めよ。
- (3) コイルに流れる電流の大きさと向きを求めよ。
- (4) 導線とコイルの間に働く力の大きさと向きを求めよ。
- (5) コイルを動かすために単位時間あたりになされる力学的仕事 (仕事率) を求めよ。
- (6) コイルになされた仕事はどのようなエネルギーに変換されているか。

受 験 番 号	志 望 学 科 ・ コ ー ス
	学 科
	コ ー ス

[物理 - 3]

問題 3

なめらかに動くピストンと両開管のU字管水銀圧力計をそなえた図のような容器が大気中におかれている。室温 T_1 において、ピストンの位置を固定した状態で、大気圧 P_0 より高い圧力 P_1 となるように理想気体をこの容器に閉じ込めた。このとき、この気体の体積は V_1 であった（これを状態 A と呼ぶ）。次に、ピストンの固定を急激に取り去ると、気体は断熱膨張し、気体の圧力は大気圧 P_0 、体積は V_2 、温度は T_2 へと変わった（これを状態 B と呼ぶ）。その後、体積 V_2 を一定のままでしばらく放置すると温度が T_2 から室温 T_1 に戻り、圧力は P_2 となった（これを状態 C と呼ぶ）。状態 A および状態 C における水銀面の高さの差 h はそれぞれ h_1, h_2 であった。

気体定数を R 、比熱比を γ として、以下の間に答えよ。

- (1) 状態 A における状態方程式から、この気体のモル数を求めよ。
- (2) P_0, P_1, P_2 、および V_1, V_2 、それぞれの大小関係がわかるように、状態 A → 状態 B → 状態 C への変化の様子を解答用紙の図に示す圧力-体積平面上に描け。
- (3) P_1 と P_0 の比 $\left(= \frac{P_1}{P_0}\right)$ および P_1 と P_2 の比 $\left(= \frac{P_1}{P_2}\right)$ を V_1 および V_2 を用いて示せ。
- (4) 比熱比 γ を P_0, P_1 および P_2 を用いて示せ。
- (5) 状態 A での圧力 P_1 および状態 C での圧力 P_2 を、水銀の密度 ρ と重力加速度の大きさ g を用いて示せ。
- (6) 容器内の圧力と大気圧の差が小さければ、比熱比 γ は近似的に $\gamma \approx \frac{h_1}{h_1 - h_2}$ で与えられることを示せ。ただし、 $0 < x \ll 1$ のとき $\log_e(1+x) \approx x$ と近似できるものとする。
- (7) $h_1 = 10 \text{ mm}$ 、 $h_2 = 4 \text{ mm}$ であったとすると、この気体は単原子分子理想気体か二原子分子理想気体のどちらであるかと考えられるか、理由とともに答えよ。

