

平成29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	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

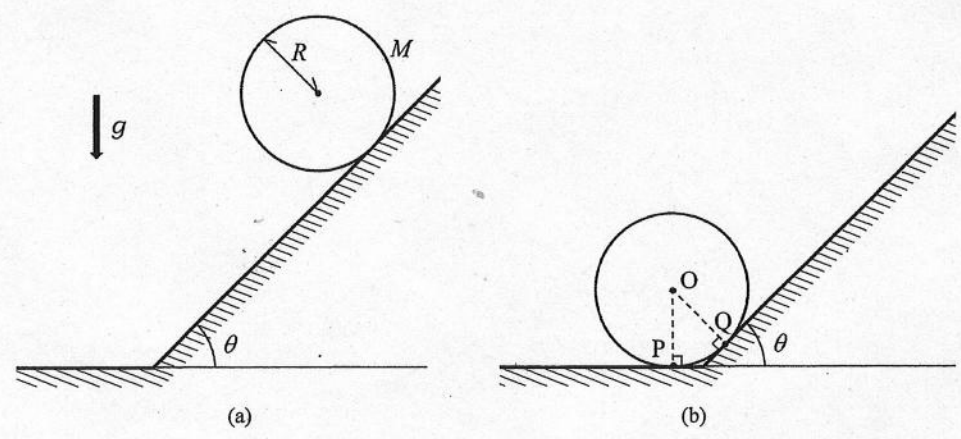
図(a)のように、傾斜角 $\theta(>0)$ の斜面上において、半径 R 、重さ M の密度が均質な円板を、静止した状態から放したところ、円板は滑ることなく斜面をころがった。円板は紙面内を平面運動するとして、以下の設問に答えよ。ただし、重力加速度の大きさは g とする。

まず、円板の斜面上の運動を考える。

- (1) 円板の中心を通り、紙面に垂直な回転軸まわりの慣性モーメント I は、 $I = \frac{1}{2}MR^2$ と表されることを示せ。
- (2) 斜面に沿った方向の円板の中心の加速度の大きさを a 、円板と斜面との間の摩擦力を F として、斜面に沿った方向の円板の並進運動の運動方程式を示せ。
- (3) 円板の角速度を ω として、円板の回転運動の運動方程式を示せ。
- (4) 斜面の静止摩擦係数を μ として、円板が斜面を滑ることなく運動するための傾斜角 θ の条件を求めよ。

次に、斜面をくだった円板の、水平な床への衝突を考える。図(b)は、円板が床に衝突した瞬間の円板の位置を示している。ここで、円板の中心 O から床へおろした垂線と床面との交点を P 、斜面へおろした垂線と斜面との交点を Q とし、また、衝突後も円板は滑らずにころがるとする。

- (5) 衝突直前の斜面に沿った方向の円板の中心の速さを v 、衝突直後の水平方向の速さを u としたとき、衝突前の点 P まわりの角運動量 H_1 および衝突後の点 P まわりの角運動量 H_2 を、 v 、 u 、 R 、 M 、 θ のうち必要なものを用いてそれぞれ表せ。
- (6) 設問(5)において点 P まわりの角運動量が保存されるとして、円板の衝突後の速さ u を、 v 、 θ を用いて表せ。
- (7) 衝突前の円板の運動エネルギー K_1 および衝突後の円板の運動エネルギー K_2 をそれぞれ求め、それらの比 K_2/K_1 に基づいてこの衝突の種類を述べよ。



図

受 験 番 号	志 望 学 科 ・ コ ー ス
	学 科
	コ ー ス

[物理 - 2]

問題 2

図(a)のように、径の無視できる有限の長さの導線上に均一に直流電流 I が流れているとする。いま、導線の両端の点をそれぞれ X および Y 、導線上の任意の点を P 、導線上およびその延長線上にはない任意の点を Q とする。点 X から点 P までの距離を s 、点 Q から導線に下ろした垂線の長さを t 、 $\angle QPY$ を θ 、 $\angle QXP$ を θ_1 、 $\angle QYP$ を θ_2 として以下の設問に答えよ。ただし、真空の透磁率を μ_0 とせよ。

- (1) 導線および点 Q が紙面上にあるとしたとき、点 Q 上の磁場の向きを答えよ。
- (2) 導線上の微小線分 ds と θ の変化量 $\Delta\theta$ との関係が $\Delta s = t \Delta\theta / \sin^2\theta$ となることを示せ。
- (3) 一般に、電流素片 $I ds$ が距離 r だけ離れた点につくる磁束密度 dB は

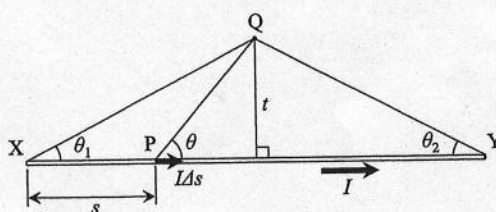
$$dB = \frac{\mu_0 I ds \times \hat{r}}{4\pi r^2}$$

で与えられる。ここで ds は線素ベクトル、 \hat{r} は電流素片からその点に向かう方向の単位ベクトルである。図(a)において、導線上の微小電流素片 $I ds$ が点 Q につくる磁束密度の大きさ ΔB を $\mu_0, I, t, \theta, \Delta\theta$ を用いて表せ。

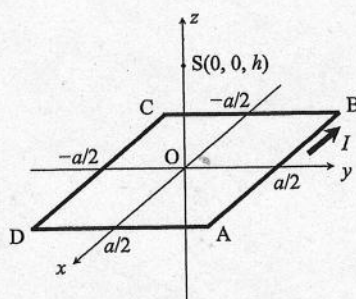
- (4) 導線 XY 上の電流 I が点 Q に作る磁束密度の大きさを求めよ。

次に、図(b)のように xy 面上に置かれた径の無視できる1辺の長さが a の正方形の導線 $ABCD$ に、均一な直流電流 I が流れている場合を考える。

- (5) 設問(4)の結果を用いて、 z 軸上の点 $S(0, 0, h)$ における磁束密度の大きさを求めよ。



(a)



(b)

図

受 験 番 号	志 望 学 科 ・ コ ー ス
	学 科
	コ ー ス

[物理 — 3]

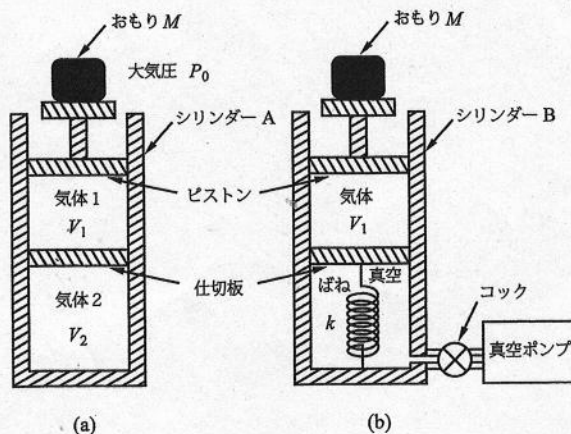
問題 3

図(a)は、断面積 S をもつ円筒形シリンダーAを用いた装置の概略図である。ピストンと仕切板を使って、圧力が大気圧 P_0 、温度が室温 T_0 になるように、単原子分子理想気体からなる気体1と気体2を閉じ込めた。その後、ピストンの上に質量 M のおもりを十分にゆっくりとのせたところ、2つの気体の体積が V_1 と V_2 になった。シリンダーAとピストン及び仕切板は全て断熱材でできている。また、ピストンと仕切板は、それぞれの重さが無視できて、どちらもシリンダー内を摩擦なしに動く。重力加速度の大きさを g 、気体定数を R とする。断熱過程では、気体の温度 T と体積 V の間で $TV^{\gamma-1}$ が一定となることに注意して、次の設問に答えよ。ここで、比熱比は $\gamma=5/3$ である。

- (1) 力のつり合いを考えると、おもりをのせた後の気体1の圧力を与えられた文字を用いて表せ。
- (2) おもりをのせる前の気体1の体積に対するおもりをのせた後の気体1の体積の比率を、与えられた文字を用いて表せ。
- (3) おもりをのせた後の気体1の温度を与えられた文字を用いて表せ。
- (4) 気体2のモル数を与えられた文字を用いて表せ。

次に、シリンダーAと同じ断面積 S をもつ断熱性の円筒形シリンダーBと、図(a)のものと同じ大きさと同材質をもつピストンと仕切板を用意して、図(b)のようにばね定数が k のばねを用いて、シリンダーBの底面中心と仕切板の中心をつないだ。シリンダーBの下部にはコックが付いた気体を出し入れする細管がある。ピストンと仕切板の間に、図(a)の気体1と同じモル数の単原子分子理想気体を閉じ込め、ピストンの上に質量 M のおもりを十分にゆっくりとのせ、真空ポンプを用いてばねが入っている部分を真空にしてからコックを閉じた。すると、図(b)の装置におけるシリンダーの底から測ったピストンの高さと同仕切板の高さは、それぞれ図(a)の装置での高さと同じになった。ここで、ばねに関するフックの法則が常に成り立つとする。

- (5) ばねの自然長からの変位 Δx は、ばねが伸びるときに $\Delta x > 0$ であるとして、 Δx を与えられた文字を用いて表せ。
- (6) 図(b)の装置で、質量 M のおもりの上に質量 m のおもりを十分にゆっくりと重ねたところ、仕切板の高さが変化した。この高さの変化 Δh_B を求めよ。
- (7) 図(a)の装置にも、質量 M のおもりの上に質量 m のおもりを十分にゆっくりと重ねた。このときの仕切板の高さの変化 Δh_A を求めることで、 Δh_A と Δh_B の m に関する依存性が異なることを示せ。



図