

2020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。
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	

2020 年度 大阪大学基礎工学部編入学試験

[物理]の試験問題の訂正について

問題2(4)の問題文

【誤】 ただし, $0 < l \ll x$ として近似式を用いて良い.

【正】 ただし, $0 < l \ll x_m$ として近似式を用いて良い.

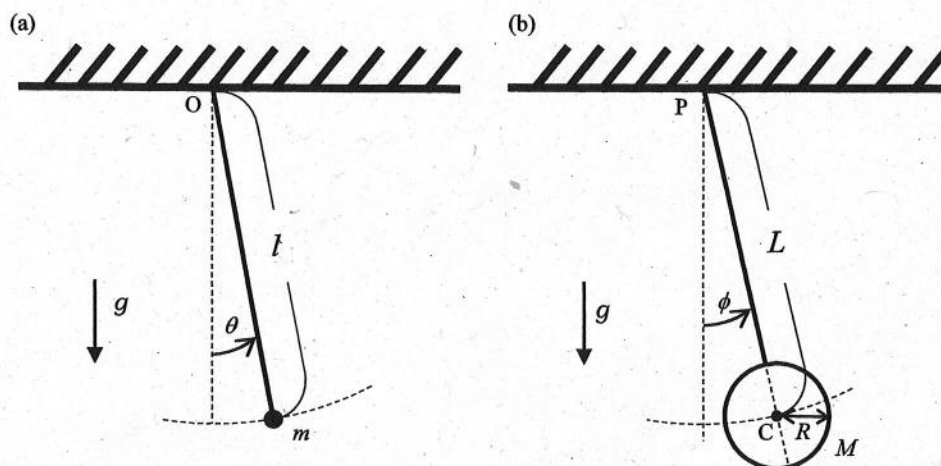
受 験 番 号	志 望 学 科 ・ コ ー ス
	学 科
	コ ー ス

[物理－1]

問題 1

図(a)に示す単振り子、および、図(b)に示す物理振り子について考える。図(a)の単振り子は、長さ l の糸の下端に質量 m のおもりをつけ、糸の上端は回転できるように支点 O につけ、鉛直面内で十分小さな振幅で振動している。鉛直方向と糸がなす角を θ とする。おもりの大きさと糸の質量と伸縮は無視できる。図(b)の物理振り子は、棒の下端に円板の形をした剛体をつけ、棒の上端は回転できるように支点 P につけ、鉛直平面内で十分小さな振幅で振動している。鉛直方向と棒がなす角を ϕ とする。棒と円板は、棒の延長線上に円板の中心 C があるように固定されており、一体となって運動している。点 P と点 C の距離は L であり、棒の質量は無視できる。円板は密度が一様であり、半径は R 、質量は M である。また、剛体の P まわりの慣性モーメントは I である。点 O および点 P での摩擦は無視できるものとする。重力加速度を g として、以下の問に答えよ。

- (1) 単振り子において、 O まわりの慣性モーメントを、 m, g, l, θ のうち必要なものを用いて表せ。
- (2) 単振り子において、おもりに作用する重力の O に関するモーメントの大きさを、 m, g, l, θ のうち必要なものを用いて表せ。
- (3) 単振り子において、鉛直方向と糸がなす角 θ を時間 t の関数 $\theta(t)$ として、おもりの運動を表す θ の微分方程式を、 θ, t, m, g, l のうち必要なものを用いて表せ。振幅は十分に小さいため、 $\sin\theta \approx \theta$ の関係を用いてよい。
- (4) 単振り子の周期を、 m, g, l のうち必要なものを用いて表せ。
- (5) 物理振り子において、鉛直方向と棒がなす角 ϕ を時間 t の関数 $\phi(t)$ として、剛体の運動を表す ϕ の微分方程式を、 ϕ, t, I, M, L, g のうち必要なものを用いて表せ。振幅は十分に小さいため、 $\sin\phi \approx \phi$ の関係を用いてよい。
- (6) 物理振り子の周期を、 I, M, L, g のうち必要なものを用いて表せ。
- (7) 物理振り子において、剛体の C まわりの慣性モーメントが $\frac{1}{2}MR^2$ であることを示せ。
- (8) 物理振り子において、剛体の P まわりの慣性モーメント I を、 M, R, L, g のうち必要なものを用いて表せ。
- (9) 単振り子と物理振り子の周期が同じ場合、単振り子の糸の長さ l を、 m, R, M, L, g のうち必要なものを用いて表せ。



受 験 番 号	志 望 学 科 ・ コ ー ス
	学 科
	コ ー ス

[物理-2]

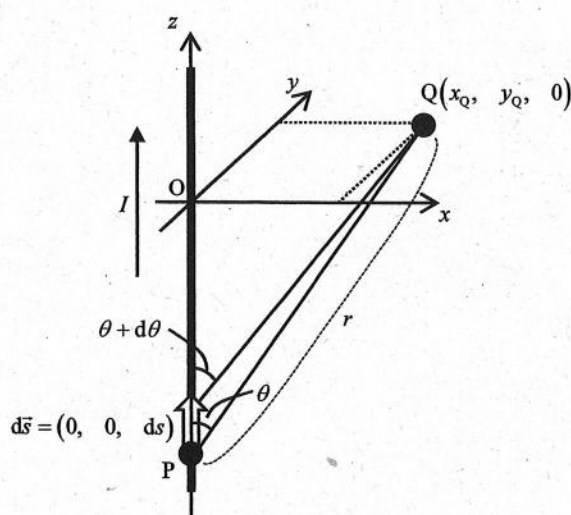
問題2

図のように、真空中に径の無視できる無限に長い導線が z 軸上に設置されているとする。この導線には、 z 軸に沿って正の向きに均一に直流電流 I が流れているとする。 z 軸上に置かれた導線上の点を P とする。ここで、 xy 平面上の点 $Q(x_Q, y_Q, 0)$ について考える。このとき、図のように角度 θ ならびに $d\theta$ を定義する。また \overline{PQ} を \vec{r} で表し、その長さを r とする。真空中にて、点 P にある電流素片 $I d\vec{s}$ が距離 r だけ離れた点 Q に作る磁界 $d\vec{H}$ は、

$$d\vec{H} = \frac{I d\vec{s} \times \vec{r}}{4\pi r^3}$$

で与えられる。ここで、 $d\vec{s} = (0, 0, ds)$ は線素ベクトルである。以下の問に答えよ。

- (1) 点 P にある電流素片 $I d\vec{s}$ が、点 Q に作る磁界 $d\vec{H}$ を図中の I, x_Q, y_Q, r, ds を用いて表せ。
 - (2) $\sin\theta = r \frac{d\theta}{ds}$ の関係式を用いて(1)で求めた式を変形し、 $d\vec{H}$ を図中の $I, x_Q, y_Q, \theta, d\theta$ を用いて表せ。
 - (3) (2)で求めた式を θ について 0 から π まで積分することで、無限に長い導線を流れる電流が点 Q に作る磁界 \vec{H} を求めよ。
 - (4) 2つ磁荷 $m, -m$ が、それぞれ $(x_m, \frac{l}{2}, 0), (x_m, -\frac{l}{2}, 0)$ の座標に存在したとする。ただし、磁荷の単位はウェーバー (Wb) とする。これらの磁荷が作る磁気モーメントを $\vec{\mu} = (\mu_x, \mu_y, \mu_z) = (0, ml, 0)$ とする。(3)で求めた磁界を用いて、この磁気モーメント $\vec{\mu}$ に働く力を I, x_m, μ_y を用いて表せ。ただし、 $0 < l \ll x$ として近似式を用いて良い。
- また、磁界 \vec{H} 中に存在する磁荷 m に働く力は、 $\vec{F} = m\vec{H}$ で表される。



[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

1モルの理想気体に対して図に示すような、状態AからB、状態BからC、状態CからD、状態DからAへと変化させる準静的サイクルについて考える。状態AからBは温度 T_H の等温過程、状態BからCは断熱過程、状態CからDは温度 T_L の等温過程、状態DからAは断熱過程である。圧力 P 、体積 V 、絶対温度 T に対して、 R を気体定数として状態方程式 $PV=RT$ が成り立つものとする。また、定積モル比熱は定数 C_V で与えられるものとする。以下の問に答えよ。

- (1) 状態AからBまでの温度 T_H における等温過程において圧力及び体積を P_A, V_A から、 P_B, V_B へと変化させるとき、外部に行う仕事 W_{AB} を T_H, V_A, V_B, R を用いて表せ。
- (2) 状態BからCまでの断熱過程の途中において圧力 P と体積 V に成り立つ関係式を P, V, C_V, R を用いて表せ。ただし、定数を $const.$ として用いてもよい。
- (3) 状態A, B, C, Dにおける体積 V_A, V_B, V_C, V_D の間に成立する関係式を導け。
- (4) 状態BからCまでの断熱過程で外部に行う仕事 W_{BC} と状態DからAまでの断熱過程で外部に行う仕事 W_{DA} の合計、 $W_{BC}+W_{DA}$ を計算せよ。
- (5) サイクルの一周で外部に行う仕事を W_{ex} とし、状態AからBの等温過程において吸収する熱量を Q_H とするとき、それらの比の値 W_{ex}/Q_H を温度 T_H と T_L を用いて表せ。

