

2015年度 入学試験問題

物理 化学 生物

物 理 1 ~ 7 ページ

化 学 9 ~ 20 ページ

生 物 23 ~ 37 ページ

注意

- (1) 受験者は以下の要領で解答すること。

学 部	学 科	解答する科目	解答用紙回収方法
理工学部	電気工学科	物理を解答すること。	A
	電子工学科		
	機械システム工学科	物理・化学から1科目を選択し、解答すること。	B
	エネルギー機械工学科		
	インテリジェント情報工学科	物理・化学・生物から1科目を選択し、解答すること。	C
	情報システムデザイン学科		
	機能分子・生命化学科		
	化学システム創成工学科		
	環境システム学科		
	数理システム学科		

- (2) 配付する解答用紙は、各科目2枚ずつ合計6枚がセットされた冊子体となっている。

- A. 試験開始前に化学、生物の解答用紙4枚を回収する。
- B. 試験開始前に生物の解答用紙2枚を回収し、試験開始30分後に、選択しなかった科目的解答用紙2枚を回収する。なお、回収後は科目の変更はできない。
- C. 試験開始30分後に、選択しなかった科目的解答用紙4枚を回収する。なお、回収後は科目の変更はできない。

- (3) 解答用紙には、それぞれ受験番号の記入欄がある。

物 理 (一)の表面に2か所、(二)の表面に2か所、計4か所
 化 学 (一)の表面に2か所、(一)の裏面に1か所、(二)の表面に2か所、
 計5か所
 生 物 (一)の表面に2か所、(一)の裏面に1か所、(二)の表面に2か所、
 計5か所

各か所とも正確、明瞭に記入すること。

- (4) 解答はすべて解答用紙の所定欄に記入すること。
- (5) 問題用紙の余白は計算に使用してもよい。
- (6) 問題用紙を切り離して使用してはならない。
- (7) 試験開始後、問題用紙に落丁・損傷がないか確認すること。
- (8) 試験終了後、問題用紙は各自持ち帰ること。

余 白

物 理

[I] 次の文中の空欄 (ア) ~ (ク) にあてはまる式を解答用紙 (一) の該当する欄に記入せよ。ただし、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

図 1 のように、回転軸 P に長さ L [m] の 2 本の軽い棒の一端を取りつけ、それぞれの棒の他端に質量 m [kg] の小球 A と B を取りつける。P の軸は水平であり、2 本の棒は P を軸として P に垂直な 1 つの鉛直面内でなめらかに回転することができる。はじめ P は止まっており、このとき小球が最下点にきたときの位置を原点 O とし、水平右向きに x 軸、鉛直上向きに y 軸をとる。

回転軸 P を y 軸上の高さ $y = L$ の位置に固定して、図 1 のように、小球 A と B を高さ $y = h$ [m] ($0 < h < L$) の対称な位置から同時に静かにはなすと、A と B は原点 O で衝突した。小球間の反発係数を e ($e > 0$) とする。衝突直後の A の速さは (ア) [m/s] であり、衝突後に A が到達する最高点の高さは $y =$ (イ) [m] である。小球をはなした位置から O までの距離が L に比べて十分に小さいときは、小球の 1 回目の衝突から 2 回目の衝突までの時間は (ウ) [s] である。

図 1 のように、回転軸 P を y 軸上の高さ $y = L$ の位置に止め、小球 A と B を高さ $y = h$ の対称な位置から同時にはなした。今度は、小球をはなすと同時に、回転軸 P を y 軸の正の向きに一定の大きさの加速度 a [m/s²] で動かした。小球をはなしてから時間 T [s] 後に A と B は y 軸上で 1 回目の衝突をした。この 1 回目の衝突直前の A の鉛直方向の速さは (エ) [m/s] であり、水平方向の速さは (オ) [m/s] である。小球をはなしてから 1 回目の衝突をするまでの間に、棒が A にした仕事は (カ) [J] である。小球が 1 回目の衝突をすると同時に P の加速度を 0 にして、その後は P を衝突した瞬間の速度に保って、 y 軸の正の向きに動かし続けた。小球をはなしてから 1 回目の衝突までの、P を動かす加速度の大きさ a が十分に大きいとき、2 つの小球は P より上の y 軸上で 2 回目の衝突をする。小球がこのような 2 回目の衝突をする条件は $a \geq$ (キ) [m/s²] である。また、棒の代わりに糸を用いて同じ実験を行った場合、糸がたるむことなく A と B が P より上の y 軸上で 2 回目の衝突をする条件は $a \geq$ (ク) [m/s²] である。

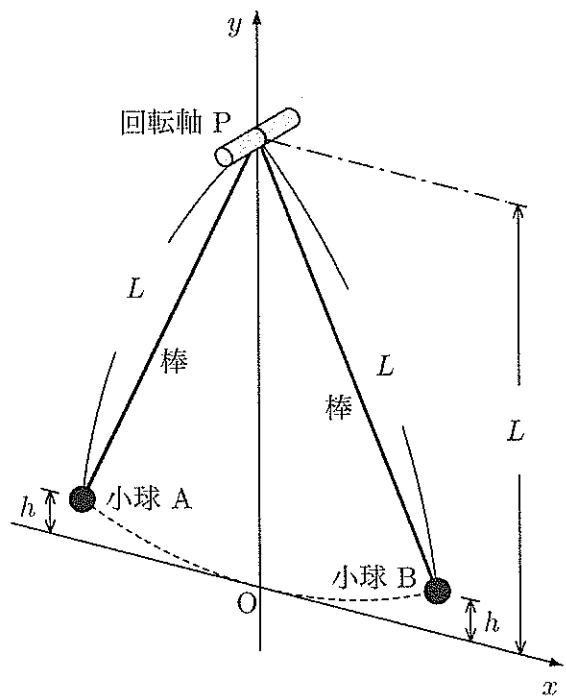


図 1

[II] 次の文中の空欄 (ア) ~ (コ) にあてはまる式を解答用紙 (一) の該当する欄に記入せよ。

図1のように、磁束密度 B [T] の一様な磁場中で、長方形の1巻きコイルを回転軸 OO' のまわりに一定の角速度 ω [rad/s] で、Oから見て反時計まわりに回転させる。回転軸 OO' は磁場に対して垂直であり、コイルの辺 cd の中点と be の中点を通る。コイルの辺 bc と de の長さは l [m], cd と be の長さは $2r$ [m] である。コイルの終端を端子 a および f に接続し、その端子間に抵抗値 R [Ω] の抵抗 R を接続して回路を作る。コイルの面が磁場と垂直になる瞬間を時刻 0 とし、時刻 t [s] のときのコイルの回転角 ωt を図1に示すようにとる。時刻 t のとき、コイルを貫く磁束の大きさは (ア) [Wb] であり、コイルの辺 bc が単位時間あたりに横切る磁束の大きさは (イ) [Wb/s] である。時刻 t の端子 f の電圧は、端子 a を基準として、(ウ) [V] であり、このとき、コイルの辺 bc が磁場から受ける力の大きさは (エ) [N] である。辺 de も同じ大きさの力を磁場から受ける。磁場から受けるこれらの力に逆らってコイルを回転軸のまわりに一定の角速度 ω で回転させるのに必要な、時刻 t での仕事率は (オ) [W] である。また、時刻 t の瞬間に抵抗で消費される電力は (カ) [W] である。

図1においてコイルの巻き数を多くすると、コイルの自己インダクタンスが無視できなくなる。このときの回路は、図2のように、交流電源に自己インダクタンス L [H] のコイル L と抵抗値 R [Ω] の抵抗 R を直列につないだ回路と同じと考えることができる。いま、図2の回路を流れる電流 I [A] を $I = I_0 \sin \omega t$ とする。このとき、コイル L のリアクタンスは (キ) [Ω] であり、点 i に対する点 h の電位 V_L [V] は $V_L = (ク)$ である。また、点 j に対する点 i の電位 V_R [V] は $V_R = (ケ)$ である。点 g に対する点 h の電位 V [V] は $V = V_R + V_L$ であり、三角関数の公式 $A \sin \theta + B \cos \theta = \sqrt{A^2 + B^2} \sin(\theta + \phi)$ (ただし、 $\tan \phi = \frac{B}{A}$) を用いると、電位 V の振幅は (コ) [V] と求まる。

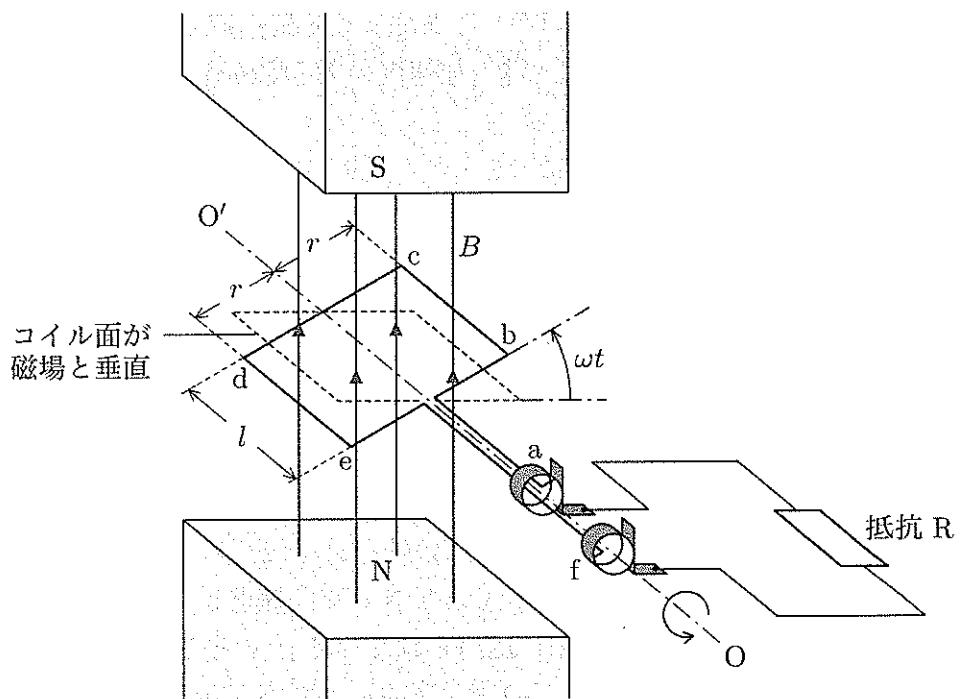


図 1

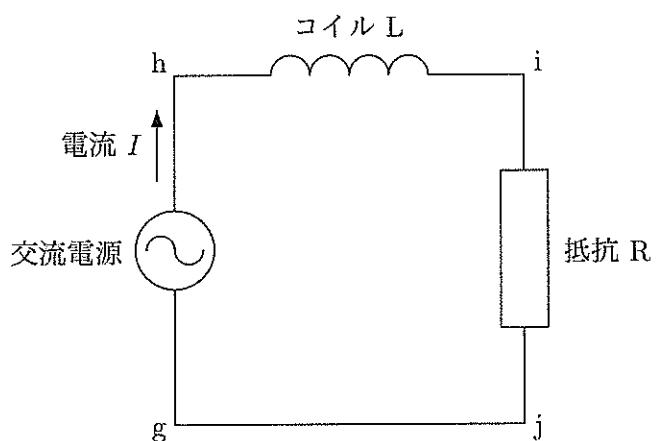


図 2

[III] 次の文中の空欄 (ア) ~ (ケ) にあてはまる式を解答用紙 (二) の該当する欄に記入せよ。ただし、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

図1のように、大きな水槽に水を入れ、質量 M [kg]、断面積 S [m²] の底の厚い円筒形の透明なコップ A を、その底面が上になるようにして、ばね定数 k [N/m] のばねで天井から鉛直につり下げる。A の側面の厚さは薄く、水中におけるその体積は無視できる。A の内部にはパイプの一端が入っており、その他端は断面積が $2S$ の円筒形容器 B とつながっている。B は壁に固定されており、その上部はなめらかに動く軽いピストンで封じられている。パイプは細く、その内部の体積は無視できる。水の密度 ρ [kg/m³] とこの装置のある部屋の大気圧 p_0 [Pa] は温度に関係なく一定とする。コップ A と容器 B は熱をよく伝える。

はじめに、図1のようにコップ A とピストンは静止し、A と容器 B の内部に温度 T_0 [K] の空気が閉じ込められている。A と B の内部の空気はパイプでつながっており、この閉じ込められた空気全体を G とする。水槽の水面から A 内上端までの高さは h_1 [m] であり、B 内下端からピストンまでの高さは h_2 [m] である。このとき、ばねの自然長からの伸びは (ア) [m] である。部屋全体をゆっくり暖めると、G の温度は T_1 [K] で一定となった。このときのピストンの位置は部屋を暖める前に比べて (イ) [m] だけ上昇し、部屋を暖めはじめてから G の温度が T_1 になるまでの間に G が外部にした仕事は (ウ) [J] である。

部屋全体の温度をゆっくり下げて、空気 G の温度を T_0 にし、ピストンの位置を図1の状態に戻した。ピストンの上に質量 m_1 [kg] のおもりを静かにのせると、コップ A とピストンは図2の状態で静止し、G の温度は T_0 で一定となった。このとき、G の圧力は (エ) [Pa]、体積は (オ) [m³] である。また、ばねの自然長からの伸びは (カ) [m] であり、A 内の水面は水槽の水面よりも (キ) [m] だけ低い。

図3のように、ばねの代わりに糸を用いてコップ A を天井からつり下げる、A の内部を水で満たした。A は静止しており、水槽の水面から A 内上端までの高さは h_3 [m] である。このとき A 内上端の点 P における水圧は (ク) [Pa] であり、糸にはたらく張力の大きさは (ケ) [N] である。

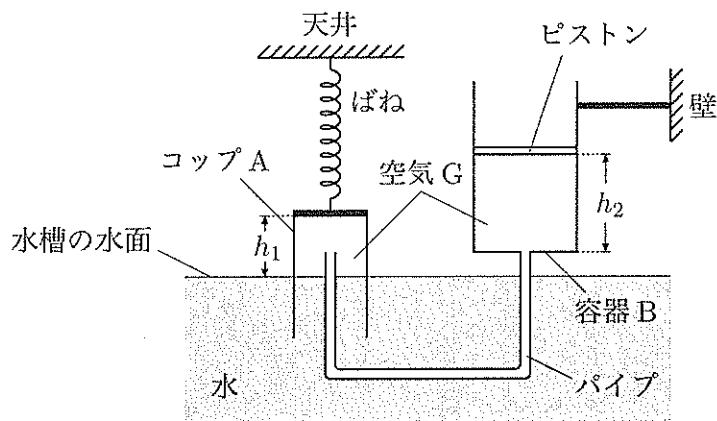


図 1

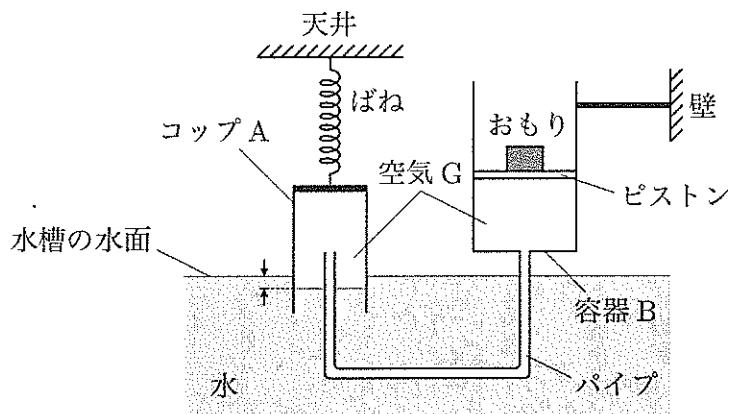


図 2

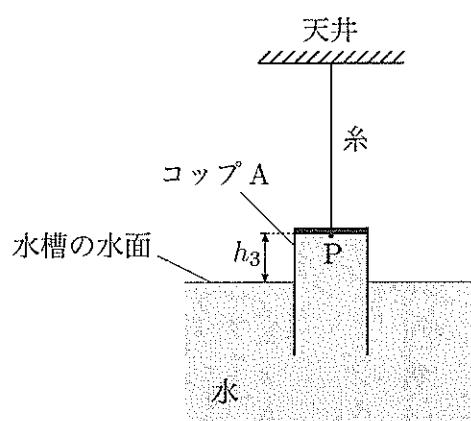


図 3

余 白