

前期日程

試験科目
24. 25
富山大学

科目	物 理
----	-----

理学部・医学部・薬学部・工学部

注 意

1. 開始の合図があるまで、この冊子を開いてはいけない。
2. 問題は1ページから5ページにわたっている。解答用紙は3枚、下書き用紙は3枚で、問題冊子とは別になっている。これらが不備な場合は、直ちにその旨を監督者に申し出ること。
3. 解答は、すべて解答用紙の所定の欄に記入すること。
指定された解答用紙以外に記入した解答は、評価(採点)の対象としない。
4. すべての解答用紙の上部の欄に、志望学部と受験番号(2か所)を記入すること。
5. 試験終了後、問題冊子・下書き用紙とも、持ち帰ること。

補 足 説 明

○2月25日(土)

第2時限 12時30分検査開始

理学部・医学部・薬学部・工学部 一般入試(前期日程)【物理】

一般入試(前期日程)【物理】

3 ページ

2

〔補足説明〕

断熱容器の熱容量は無視できるものとする。

5 ページ

3

〔補足説明〕

(1)～(10)まで、用いる記号は、 T_H , T_L , V_A ,
 V_B , n , R のみとする。

1 重力下の物体の運動と衝突について考える。重力加速度を g とし、物体の大きさと空気抵抗は無視できるとして、以下の問いに答えよ。問 (1)(a) 以外では解き方も示せ。

(1) 図1のように、地表面の原点 O から質量 m_A の物体 A を初速度 v_0 、水平面からの角度 θ_0 ($0^\circ < \theta_0 < 90^\circ$) で打ち出す。

(a) A の水平位置 x と垂直位置 y を、打ち出してからの時間 t の関数として表せ。

(b) A が再び地表面に落ちる地点の、 O からの水平距離を L とする。初速度 v_0 を一定としたときの L の最大値 L_{\max} を求めよ。

(c) ある初速度 v_0 に対し同じ地表面の地点(等しい L) に落ちる打ち出し角度は一般に二つ存在する。一つが 15° のとき、もう一つの角度を求めよ。

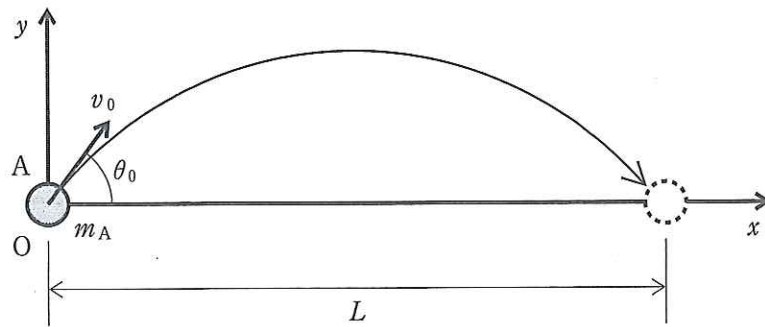


図1

(2) 次に図2のように、初速度を v_1 に、角度を θ_1 ($0^\circ < \theta_1 < 90^\circ$) にして A を打ち出すと、O からの水平距離 L 、高さ H の地点で A は最高点に達し、同時にその高さに吊り下げられ静止している質量 m_B の物体 B に衝突した。

(a) v_1 と $\tan \theta_1$ を L , H , g , m_A のうち必要なものを用いて表せ。

(b) 衝突直後に A, B は x 軸に平行な速度をもち、A の速度は v_2 , B の速度は u_2 であった。衝突のはねかえり係数(反発係数)を e とし、 v_2 と u_2 を e , m_A , m_B , v_1 , θ_1 のうち必要なものを用いて表せ。 v_2 と u_2 の符号は、衝突直前の A の速度の向きを正とする。

(c) 衝突直前の A の運動エネルギーに対する、衝突直後の B の運動エネルギーの割合を e , m_A , m_B , v_1 , θ_1 のうち必要なものを用いて表せ。

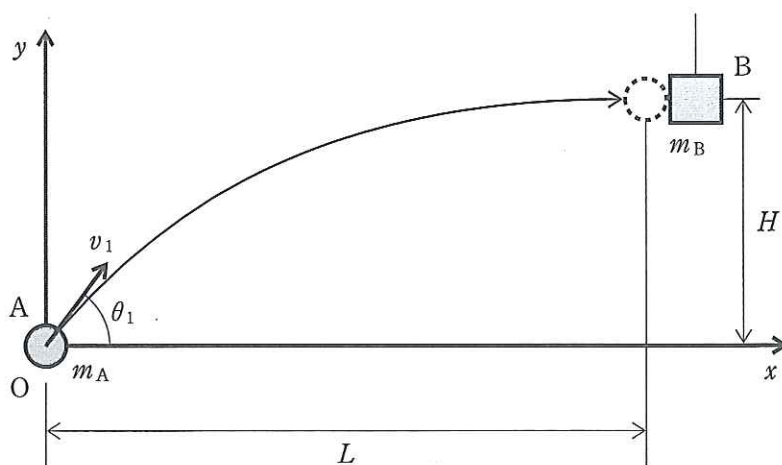


図 2

2

図1のように、部屋①にある電池を用い、部屋②にある電熱線で断熱容器に入った200 gの水を温める。部屋①と部屋②は20 m離れている。各部屋内の導線の抵抗は無視できるが、部屋間の導線は有限の抵抗をもっている。また、電圧計の内部抵抗は無限大で、電流計の内部抵抗は0とする。以下の問いに単位をつけて、指示がないかぎり有効数字2桁で答えよ。問(1)(a), 問(2)(a)以外は解き方も示せ。

- (1) スイッチが開いているときの電圧計①の値は12.00 Vであった。スイッチを閉じてしばらくすると、電圧計①の値は11.60 V、電圧計②の値は11.00 V、電流計の値は5.0 Aとなった。
- (a) 電池の起電力の大きさはいくらか。
 (b) 電池の内部抵抗はいくらか。
 (c) 電熱線の抵抗はいくらか。
 (d) 電熱線で発生する熱によって、水の温度は1分間でどれだけ上昇するか答えよ。ただし、水の比熱は $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とする。
 (e) 部屋①と部屋②の間の導線の断面積は 8.0 mm^2 (平方ミリメートル)である。この導線の抵抗率はいくらか、 $\Omega\cdot\text{m}$ の単位で答えよ。

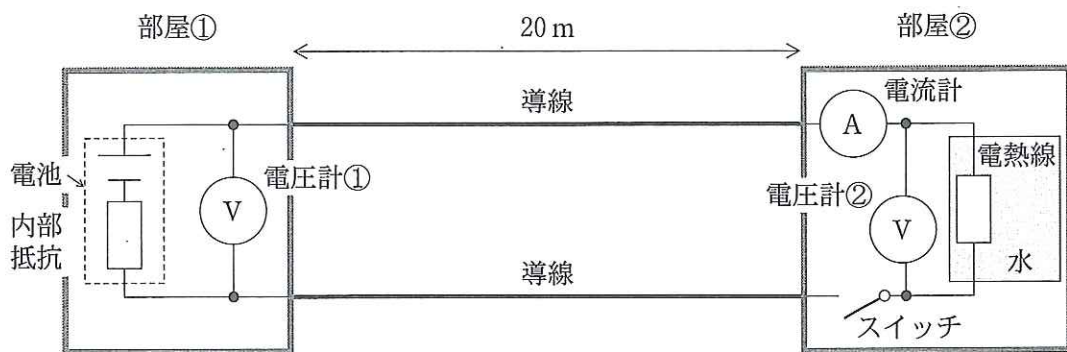


図1

- (2) コイルを含まない回路も、回路全体を一重のコイルとみなすことができるので、有限の自己インダクタンスをもっている。図1のスイッチを閉じてから電流の変化を測定したところ図2のようになった。
- (a) スイッチを閉じた直後の自己誘導による誘導起電力の大きさはいくらか。
 (b) この回路の自己インダクタンスを図2より求め、単位をつけて有効数字1桁で答えよ。

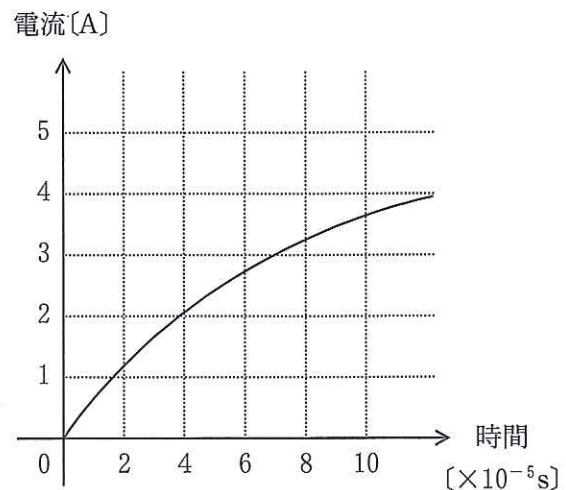


図2

(3) 図1の部屋①に同じ電池を1個追加し、部屋②に同じ電熱線を1本追加して、同様に水を温める。回路は、図3のように(ア)~(エ)の4通りを考える。

(a) 電池内で発生した電力は、電池の内部抵抗、部屋間の導線、電熱線の3か所で消費される。電熱線で消費される(水を温めるのに使われる)割合が最も大きい回路を(ア)~(エ)の記号で選び、その割合を%で求めよ。

(b) 電熱線の消費電力が最も大きくなる(最も速く水が温まる)回路を(ア)~(エ)の記号で選び、その消費電力を求めよ。

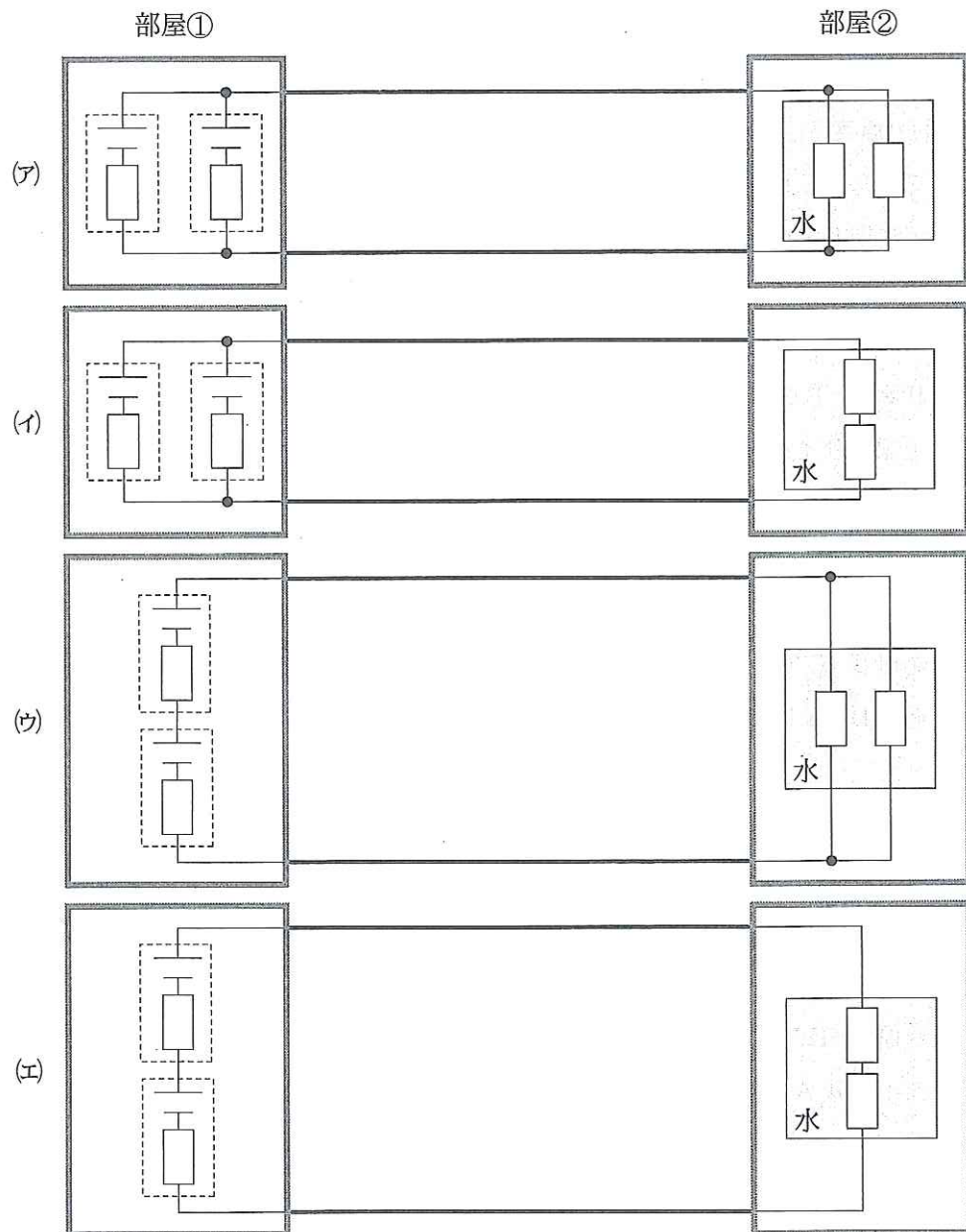


図3

3 自動車に用いられているガソリンエンジンやディーゼルエンジンは、空気と混ぜた燃料をエンジン内で爆発させており、内燃機関と呼ばれている。内燃機関では、窒素酸化物などの有害物質が生成され、騒音も生じる。これに対し、ロバート・スターリングが発明した外部から熱を加える外燃機関(スターリングエンジン)は、高効率、クリーン、静かなエンジンとして期待されている。また、あらゆる可燃物、地熱、太陽熱など、様々な熱源を利用できることも、利点の一つである。

n モルの単原子分子理想気体を用いた、以下のようなスターリングエンジンを考える。まず、高温熱源から熱を与えて、状態A(温度 T_H 、体積 V_A)から状態B(温度 T_H 、体積 V_B)まで温度一定で膨張させる。次に、状態Bから体積一定のまま圧力を減少させて状態C(温度 T_L 、体積 V_B)に変化させる。さらに、低温熱源に熱を排出しながら、温度一定で圧縮させて、状態Cから状態D(温度 T_L 、体積 V_A)に変化させる。最後に、体積が一定のまま状態Aに戻す。ただし、このスターリングエンジンでは、再生器を取り付けることにより、過程B→Cで放出した熱を全て過程D→Aで受け取ることができ、高温熱源から熱を得るのは過程A→Bのみとする。

以下の問いに答えよ。気体定数を R とし、用いる記号は、 T_H 、 T_L 、 V_A 、 V_B 、 n 、 R のみとする。

- (1) 状態A、Bの圧力を求めよ。
- (2) 上記のサイクルを、解答欄の体積—圧力の図に描け。状態A、B、C、Dを記し、変化の方向を矢印を用いて示すこと。横軸には、 V_A 、 V_B の位置を明記すること。
- (3) 過程A→Bで、気体が外部にする仕事の大きさに相当する部分を、問(2)で解答した図中に斜線を引いて示せ。
- (4) 過程B→Cで、外部にする仕事を求めよ。
- (5) 過程D→Aにおける内部エネルギーの増加量を求めよ。

以下では、等温過程での体積 V と圧力 p の関係を $p = aV + b$ (a 、 b は定数) で示される直線で近似する。

- (6) 過程A→Bで、外部にする仕事を求めよ。ただし、近似直線は状態A、Bを通るとする。
- (7) 過程A→Bで、高温熱源から得る熱量を求めよ。また、解き方も示せ。
- (8) 過程C→Dで、外部にする仕事を求めよ。ただし、近似直線は状態C、Dを通るとする。
- (9) サイクルA→B→C→D→Aの熱効率を求めよ。ただし、高温熱源から熱を得るのは過程A→Bのみとする。また、解き方も示せ。
- (10) このスターリングエンジンの熱効率を高めるにはどうすればよいか、問(9)の結果に基づいて述べよ。

富山大学

受験番号							

物 理	小 計
(3-1)	

科目	物 理
----	-----

志望学部	受験番号						
学部							

解 答 用 紙

(3枚の中 第1枚)

1

問 (1) (a)	答 $x =$	答 $y =$
問 (1) (b)	解き方	
		答 $L_{\max} =$
問 (1) (c)	解き方	
		答 角度: °
問 (2) (a)	解き方	
		答 $v_1 =$
		答 $\tan \theta_1 =$
問 (2) (b)	解き方	
		答 $v_2 =$
		答 $u_2 =$
問 (2) (c)	解き方	
	答 運動エネルギーの割合:	採 点

受 験 番 号						

物 理	小 計
(3-2)	

科 目	物 理
-----	-----

志 望 学 部	受 験 番 号
学 部	

解 答 用 紙

(3枚の中 第2枚)

2

問 (1) (a)	答	問 (1) (b)	解き方	答
問 (1) (c)	解き方			答
問 (1) (d)	解き方			答
問 (1) (e)	解き方			答 $\Omega \cdot m$
問 (2) (a)	答	問 (2) (b)	解き方	答
問 (3) (a)	解き方			答 記号： 割合： %
問 (3) (b)	解き方			答 記号： 消費電力：
				採 点

受験番号									

物理	小計
(3-3)	

科目	物理
----	----

志望学部	受験番号								
学部									

解答用紙 (3枚の中 第3枚)

3

問 (1)	状態A の圧力	答	状態B の圧力	答
問 (2) ・ (3)			問 (4)	答
			問 (5)	答
			問 (6)	答
問 (7)	解き方			
問 (8)	答			
問 (9)	解き方			
問 (10)	答			採点