

後期日程

科目	物理
----	----

理学部 物理学科
都市デザイン学部 地球システム科学科

注意事項

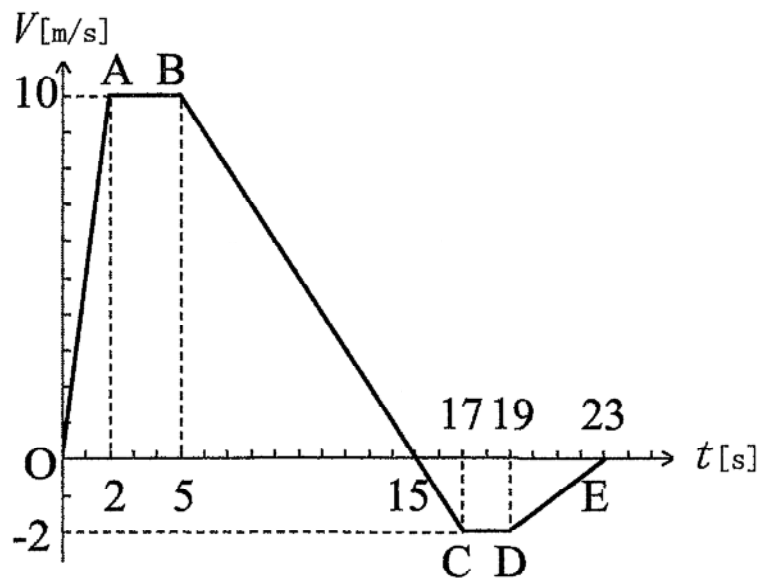
1. 開始の合図があるまで、この冊子を開いてはいけない。
2. この中には下書き用紙1枚、問題用紙6枚と解答用紙3枚が折りこまれている。試験開始の合図があってから確認すること。なお、試験問題に文字などの印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどがあった場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
3. 試験開始後に、すべての解答用紙の指定欄に受験番号を算用数字で記入すること。氏名を書いてはいけない。
4. 解答は、すべて問題番号に対応する解答欄に記入すること。
指定された解答用紙以外に記入した解答は、評価(採点)の対象としない。
問題に指示されていない限り、結果のみを解答すること。
5. 試験終了後、解答用紙の3枚のみを提出し、それ以外は持ち帰ること。

実施年月日
31.3.12
富山大学

下書き用紙

1 直線状のレール上を物体が原点 O から出発して運動した。グラフは物体の速度 V [m/s] と時間 t [s] との関係を示したものである。グラフの O , $A \sim E$ は、各時間での物体の位置を表している。次の問いに答えよ。

- (a) OA , AB , BC , DE での加速度をそれぞれ求めよ。
- (b) OE 間の距離を求めよ。
- (c) O から E へ移動する間に物体が動いた総移動距離を求めよ。
- (d) O から最も遠く離れる時間 t を求めよ。

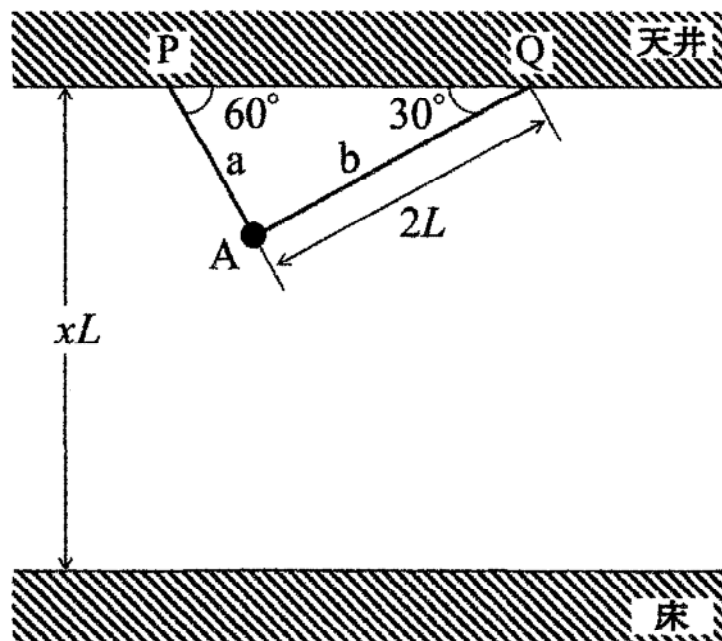


- 2 図のように軽い糸 a と b の上端をそれぞれ水平な天井の点 P と Q で固定し、下端に質量 m の小さなおもり A を取りつけた。このときの天井と糸 a とのなす角を 60° 、天井と糸 b とのなす角を 30° 、糸 b の長さを $2L$ とする。

いま、糸 a をおもり A から静かに切り離し、次に、おもり A がちょうど点 Q の鉛直下方を通過する瞬間に、糸 b をおもり A から切り離した。やがて A は水平でなめらかな床に衝突してはねかえり、再び床に衝突した。おもり A の速度の鉛直成分の大きさは、床との衝突直後には衝突直前の 0.5 倍になった。

床から天井までの距離は xL であり ($2 < x$)、重力加速度の大きさを g とする。空気の影響を無視し、糸は伸縮しないものとして、次の問いに答えよ。

- 糸 a を静かに切り離す前の糸 b の張力の大きさを求めよ。
- 糸 a を切り離してからおもり A がちょうど点 Q の鉛直下方を通過する瞬間までの間に、重力がおもり A にした仕事と、糸 b の張力がおもり A にした仕事を求めよ。
- 1 回目の衝突でおもり A が床から受けた力積の大きさを求めよ。
- おもり A が床と 1 回目に衝突した点と、2 回目に衝突した点との間の距離を求めよ。解き方も示すこと。



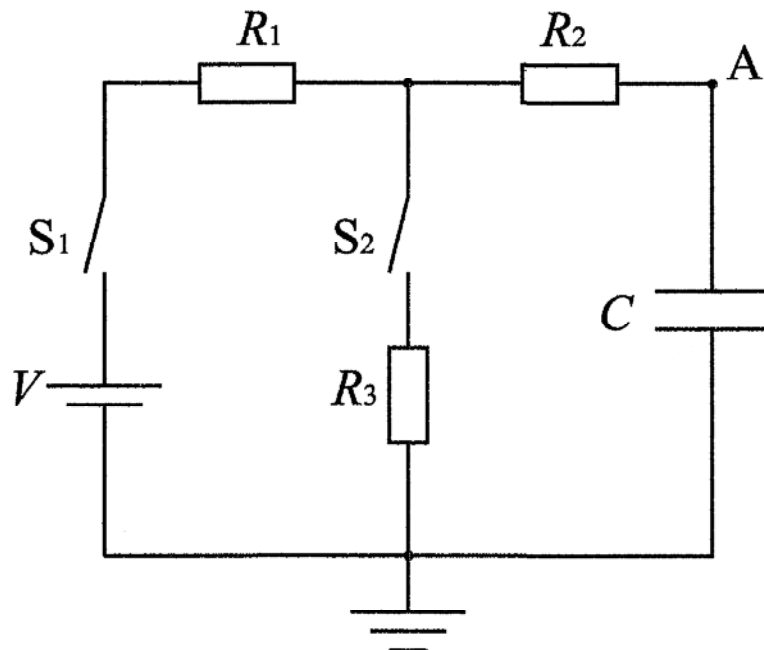
3 起電力 V の直流電源, 抵抗値がそれぞれ R_1, R_2, R_3 の電気抵抗, 静電容量 C のコンデンサーとスイッチ S_1, S_2 からなる図のような回路がある。初め, コンデンサーに電荷は蓄えられておらず, スイッチ S_1, S_2 は開いている。また, 導線の抵抗, 電源の内部抵抗は無視できるとして, 以下の問いに答えよ。ただし, 回路上の点の電位はアースを基準とせよ。

まず, S_1 を閉じた。

- (a) S_1 を閉じた直後に S_1 を流れる電流の大きさを求めよ。
- (b) 導線上の点 A の電位 V_A は S_1 を閉じてからの時間 t とともにどのように変化するか。その概形をグラフに描け。

次に, S_1 を閉じて十分に時間が経過した後, S_1 を閉じたまま S_2 を閉じた。

- (c) S_2 を閉じた直後に S_2 を流れる電流の大きさを求めよ。
- (d) 導線上の点 A の電位 V_A が S_2 を閉じてからの時間 t とともにどのように変化するか。その概形をグラフに描け。



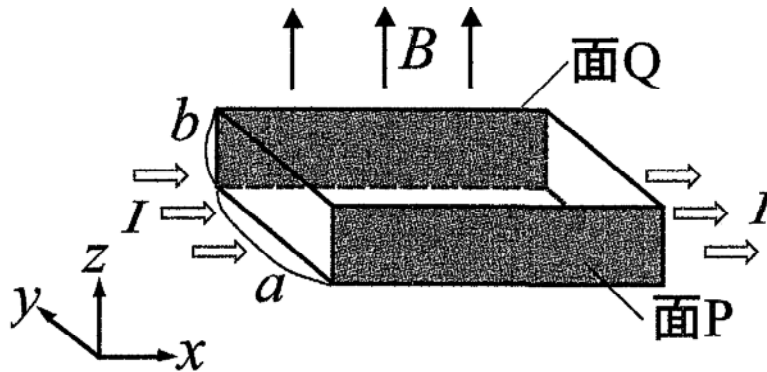
- 4 ホール効果は、導体内のキャリアの密度、キャリアの電気量の正負などの測定や磁気センサー等として用いられる。

(a) 荷電粒子に作用するローレンツ力について説明せよ。

図に示すように、直方体型の試料があり、その辺の向きに平行となるように x , y , z 軸をとる。試料の y , z 軸方向の厚さをそれぞれ a , b とし、 x 軸方向の長さは十分に長いとする。試料には x 軸方向に一様な電流 I が流れている。試料中のキャリアの電荷を q , 個数密度を n , 平均速さを v とする。

(b) v を a , b , I , q , n のうち適当なものをを用いて表せ。

(c) z 軸の正の向きに磁束密度 B の一様な磁場をかけると、試料中のキャリアにはローレンツ力が作用し、面 P と面 Q に電荷が集まる。十分に時間が経過すると、この電荷が作る電場がキャリアに作用する力とローレンツ力が釣り合う。このことを使って、ホール電圧 V (面 Q を電位の基準としたときの面 P の電位) を a , b , I , q , n , B のうち適当なものをを用いて表せ。



- 5 図1のようなシリンダーに n モルの空気が入っており、ピストンはシリンダー内をなめらかに移動できる。図の左上の部分はコックで最初は閉じており、そのときシリンダー内の空気 (図の網掛け部分を示す。以下も同様。) の圧力は大気圧と等しく、温度は室温と同じ T_0 、体積は V_0 であった。

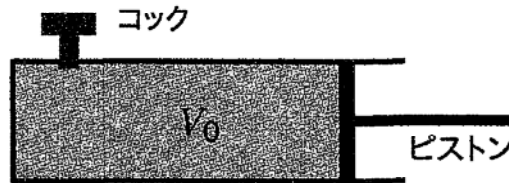


図 1

この系に以下の操作を A→B の順に行った。この間、室温は一定であった。

A	B
コックを閉じたままシリンダー内の空気を断熱圧縮して、体積を V_1 にする。	ピストンの位置を固定してコックを開け、シリンダー内の空気の温度が室温になるまでしばらく放置する。

空気を理想気体とみなし、その定積モル比熱を C_v 、比熱比を γ として以下の問いに答えよ。解答には T_0 、 V_0 、 V_1 、 n 、 C_v 、 γ のうち必要なものを用いること。ただし、温度 T 、体積 V の n モル理想気体の内部エネルギーは nC_vT で与えられ、断熱変化では $TV^{\gamma-1} = (\text{一定})$ の関係が成立するものとする。ただし、 C_v は温度によらず一定とし、コック部分の体積は無視できるとする。

- A で体積が V_1 になったとき、シリンダー内の空気の圧力は大気圧の何倍か。
- 熱力学第一法則を用いて、A で体積が V_0 から V_1 になるまでシリンダー内の空気に外からされた仕事を求めよ。解き方も示すこと。
- B で温度が室温になったとき、シリンダー内の空気のモル数はいくらか。
- A の操作を行った直後のシリンダー内の空気の内部エネルギーを U_1 、B でコックを開けて温度が室温になったときのシリンダー内の空気の内部エネルギーを U_2 とする。 $U_1 - U_2$ を求めよ。

- 6 x 軸上を伝わる正弦波の時刻 t , 位置 x での変位 y が次の式 (1) で与えられている。

$$y = A \sin(Bt - Cx) \quad (1)$$

ここで, A, B, C はいずれも正の実数である。以下の問いに答えよ。

必要ならば公式: $\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \left(\frac{\alpha + \beta}{2} \right) \cos \left(\frac{\alpha - \beta}{2} \right)$ を用いてよい。

(a) 式 (1) で $A = B = C = 1$ とした場合, $t = \pi/2$ での波の変位の様子をグラフに描け。
以下では $A = B = C = 1$ とせずに, 任意の整数 n , および A, B, C の4つから適当なものを用いて解答を表わすこと。ただし, 問 (e) では問題文中の D も用いてよい。

(b) 式 (1) の波の, 波長, 振動数, 速さのそれぞれを求めよ。

(c) 式 (1) の波に加えて, 変位が $y = A \sin(Bt + Cx)$ で表される波が x 軸上を伝わっているとき, 重ねあわせた波の変位が時間によらず常に 0 となる位置を求めよ。

(d) 式 (1) の波に加えて, 変位が $y = -A \sin(Bt + Cx)$ で表される波が x 軸上を伝わっているとき, 重ねあわせた波の変位が時間によらず常に 0 となる位置を求めよ。

(e) 式 (1) の波に加えて, 変位が $y = A \sin(Dt - Cx)$ (D は B とは異なる正の実数) で表される波が x 軸上を伝わっているとき, 重ねあわせた波の変位がすべての位置で 0 となる時刻を求めよ。

受験番号	
------	--

1

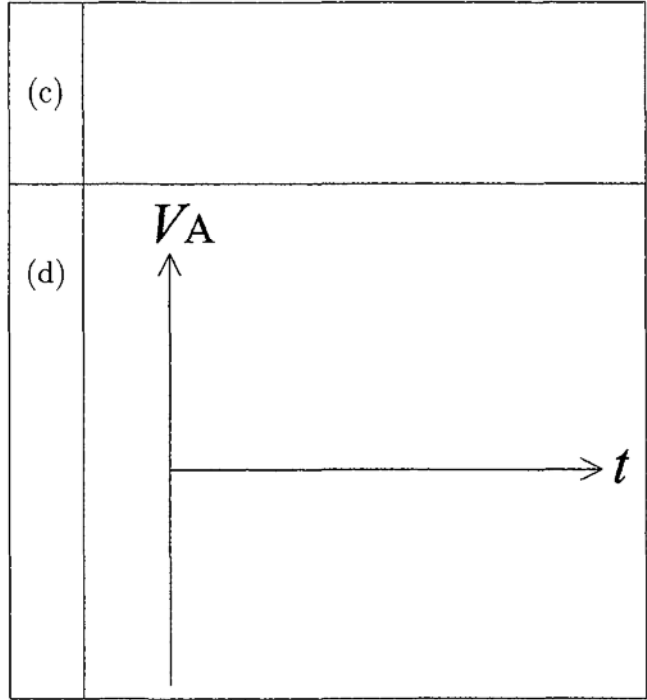
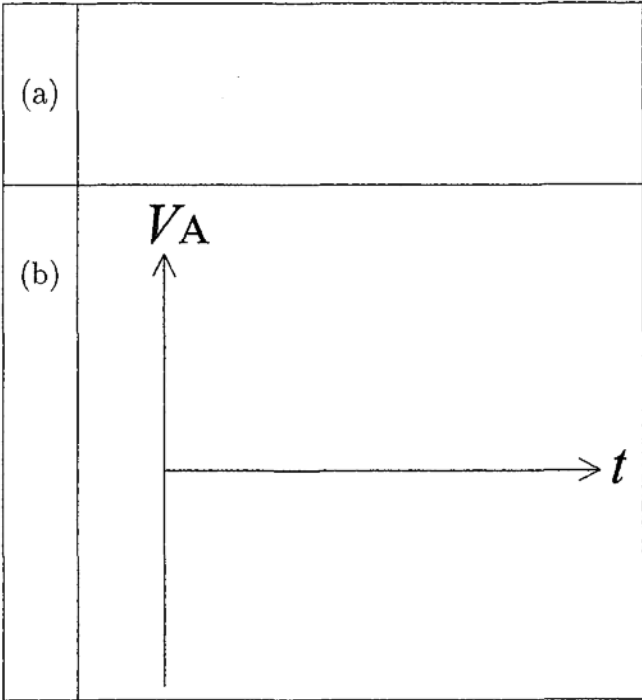
(a)	OA: AB: BC: DE:
(b)	
(c)	
(d)	

2

(a)	
(b)	重力がおもり A にした仕事: 糸 b の張力がおもり A にした仕事:
(c)	
(d)	解き方
	答え

受験番号	
------	--

3



4

(a)	
(b)	$v =$
(c)	$V =$

受験番号

5

(a)	
(b)	<p>解き方</p> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>
(c)	(d)
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">答え</div>	

6

(a)	
(b)	波長: 振動数: 速さ:
(c)	(d)
(c) $x =$	(d) $x =$
(e) $t =$	