

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志望学部、受験番号を記入すること。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、求めた最終結果のみを記入すること。
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。

見本

下書き用紙

1 滑らかな水平面上を速さ  $v_0$  で等速直線運動している質量  $1.5m$  の小球 A が、静止している質量  $m$  の小球 B に衝突した。小球 A は衝突の前後で同一直線上を運動するとし、2つの小球間の反発係数を  $e$  として、以下の問いに答えよ。

- (1) 衝突前の小球 A の運動の向きを正とし、衝突後の小球 A, B の速度をそれぞれ  $v_1, v_2$  とする。衝突の前後で成り立つ運動量保存の法則を表す等式を書け。解答欄に解答のみを示せ。
- (2)  $e, v_0, v_1$  および  $v_2$  の間に成り立つ等式を求めよ。解答欄に解答のみを示せ。

以下の問いでは、 $e = 0.5$  とする。

- (3) 問 (1), (2) で得た等式をもとに、 $v_1$  と  $v_2$  を、 $v_0$  を用いて表せ。解答欄に解答のみを示せ。
- (4) 衝突前と衝突後それぞれの2つの小球の重心の速度を、 $v_0$  を用いて表せ。解答欄に解答のみを示せ。
- (5)  $e < 1$  のとき、衝突の前後では力学的エネルギーの和は保存されない。この衝突によって、失われた力学的エネルギーの和はいくらか。衝突前の力学的エネルギーの和にくらべて、何倍のエネルギーが失われたかで答えよ。解法記述欄に解答を得るまでの解き方を示し、解答欄に解答のみを示せ。

- 2 以下の文章をよく読んで、空欄 (ア) ~ (キ) に適切な数式を入れよ。(I) には、文章の最後に示した選択肢の中から最も適切なものを選び、その番号で答えよ。解答欄に解答のみを示せ。

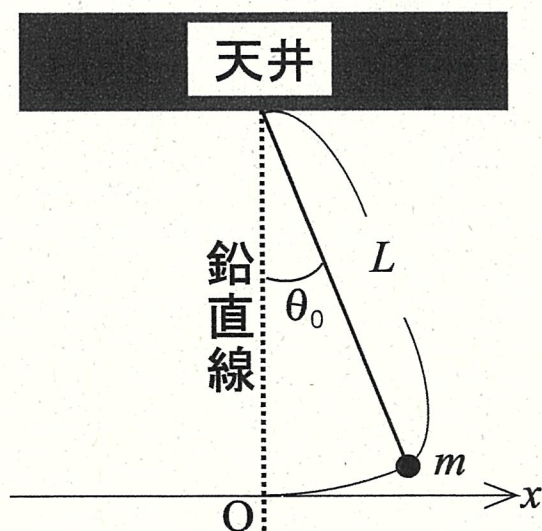
長さ  $L$  の軽い糸の一端に質量  $m$  の小さなおもりをとり付け、他端を天井に固定した後、おもりから静かに手を離し静止させた。このときのおもりが静止している位置 (最下点) を原点  $O$  とし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

次に糸がたるまないようにおもりを手で持ち上げ、図のように糸が鉛直線となす角が  $\theta_0$  となった。このとき、おもりは原点  $O$  より (ア) だけ高い位置にある。その後おもりから静かに手を離すと、おもりは一つの鉛直面内で半径  $L$  の円弧を描きながら往復運動を始めた。原点  $O$  を通過するときのおもりの速さ  $v_0$  は、動き始める直前におもりが持っていた位置エネルギーの減少分が運動エネルギーにかわると考えると、 $g, L, \theta_0$  を用いて  $v_0 =$  (イ) と表される。おもりにはたらく力は重力と糸がおもりを引く力であり、糸が鉛直線となす角 (振れ角) が  $\theta$  のとき、おもりを往復運動させる力の大きさは、 $m, g, \theta$  を用いて (ウ) と書ける。

$\theta_0$  が小さいときには、おもりは水平方向にだけ運動をすると近似できる。このとき、原点  $O$  を通り右向きを正として水平方向に  $x$  軸をとり、反時計回りを正として振れ角  $\theta$  のときのおもりの変位を  $x$  とする。 $x$  と  $L, \theta$  の間には  $\sin \theta =$  (エ) が成り立つ。よって、おもりが  $x$  方向に受ける力  $F$  は、 $m, L, x, g$  を用いて  $F =$  (オ) と表すことができる。この式から力  $F$  は (I) であり、おもりは原点  $O$  を中心に  $x$  軸上を単振動すると考えてよい。さらに、単振動の角振動数を  $\omega$  とすると、 $L, g$  を用いて  $\omega =$  (カ) と書ける。よって、単振動の周期  $T$  は  $L, g$  を用いて  $T =$  (キ) と表される。

[(I) の選択肢]

1. 重力    2. 遠心力    3. 摩擦力    4. 復元力    5. 反発力    6. 引力



- 3 図1のように、真空中に厚さが薄い2枚の円形の極板A, Bを向かい合わせた平行板コンデンサーがあり、その間に電荷を持たない厚さ $2d$ の円形の金属板Cが、A, Bと平行に置かれている。A, B, Cのそれぞれ向かい合う面の面積は全て $S$ である。 $x$ 軸はA, B, Cの中心を通っており、A, B, およびCの向かい合う面に対し垂直である。Aは $x = 0$ に置かれており、Bは $x = 6d$ に置かれている。Aは接地され、Bの電位は $V_0$ であり、Cは $x$ 軸方向にのみ動かすことができる。真空の誘電率を $\epsilon_0$ とし、面積 $S$ は十分に大きく端の効果は無視できるとして、以下の問いに答えよ。

はじめ、金属板Cは図2の位置にあった。

- (1) Cの電位を求めよ。解答欄に解答のみを示せ。
- (2)  $x = d$ における電場の大きさを求めよ。解答欄に解答のみを示せ。
- (3)  $x = 3d$ における電場の大きさを求めよ。解答欄に解答のみを示せ。

次に、金属板Cを図3の位置に移動した。

- (4) このA, B, Cからなるコンデンサーの電気容量を求めよ。解答欄に解答のみを示せ。
- (5) 極板Bに蓄えられた電荷を求めよ。解答欄に解答のみを示せ。
- (6)  $x = d$ における電場の大きさを求めよ。解答欄に解答のみを示せ。

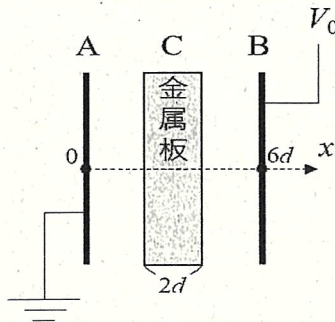


図1

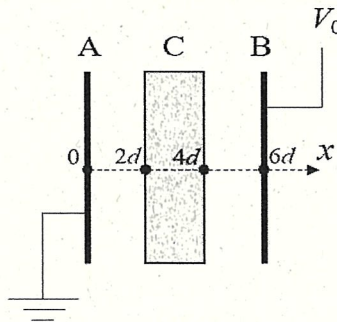


図2

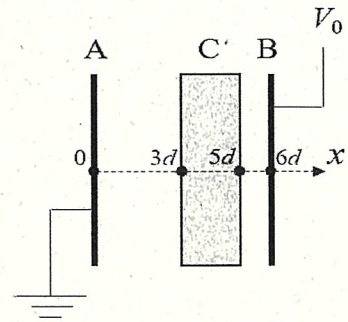
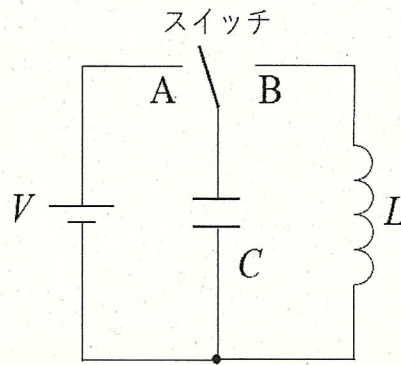


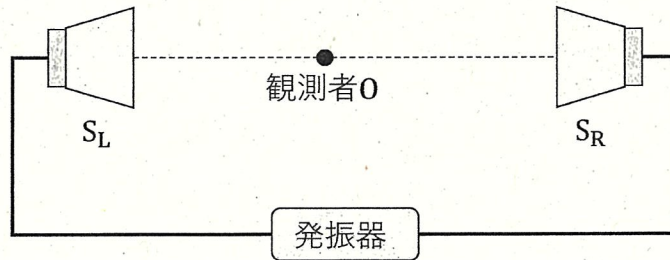
図3

4 図のように、起電力  $V$  の電池と、電気容量  $C$  のコンデンサーと、自己インダクタンス  $L$  のコイルと、スイッチを接続した。はじめにコンデンサーには電荷がない状態で、スイッチを A 側に接続してコンデンサーを充電し、十分に時間が経過した後、スイッチを B 側に接続したところ、コイルには振動電流が流れた。以下の問いに答えよ。

- (1) 振動電流の周波数を求めよ。解答欄に解答のみを示せ。
- (2) 振動電流の最大値を求めよ。解答欄に解答のみを示せ。
- (3) スwitchを B 側に接続してから、コンデンサーに蓄えられている電荷がはじめて 0 になるまでの時間を求めよ。解答欄に解答のみを示せ。



- 5 図のように、向かい合わせに置かれたスピーカー  $S_L$  と  $S_R$  が発振器に接続されて、同じ振動数  $f$  で同じ大きさの音波を発している。観測者  $O$  が、2つのスピーカーを結ぶ線分上でこの音波を観測する。2つのスピーカーの間隔は発する音波の波長に比べて十分に大きく、空気中の音速を  $C$  とし、風はないものとして、以下の問いに答えよ。



- (1) 音波の波長  $\lambda$  を、振動数  $f$  と音速  $C$  を用いて表せ。解答欄に解答のみを示せ。
- (2) 最初に、観測者  $O$  が線分上の様々な場所で静止して観測したところ、音の大きさが大きくなる場所が等間隔  $d$  で存在した。 $d$  を波長  $\lambda$  を用いて表せ。解答欄に解答のみを示せ。
- (3) 問(1)と問(2)から、 $d$  を振動数  $f$  と音速  $C$  を用いて表せ。解答欄に解答のみを示せ。
- (4) 次に、観測者  $O$  が  $S_L$  から  $S_R$  に向かって一定の速さ  $V$  ( $C > V$ ) で動きながら観測した。このとき、観測される  $S_L$  と  $S_R$  からの音波の振動数  $f_L$  と  $f_R$  を、振動数  $f$ 、音速  $C$ 、速さ  $V$  を用いてそれぞれ表せ。解答欄に解答のみを示せ。
- (5) 問(4)のとき、観測者  $O$  は  $S_L$  と  $S_R$  からの音波のうなりを観測した。うなりの振動数と周期を、振動数  $f$ 、音速  $C$ 、速さ  $V$  を用いてそれぞれ表せ。解答欄に解答のみを示せ。

- 6 質量が  $M$ 、断面積が  $S$  のなめらかに動くピストンにより、一定量の理想気体を閉じ込めたシリンダーがある。このシリンダーを水平に置いたり、鉛直に立てたりして気体部分の長さを測った。閉じ込められた気体の温度は常に周囲の大気と同じとして、以下の問いに答えよ。ただし、重力加速度の大きさを  $g$ 、気体定数を  $R$  とする。

- (1) はじめ大気の圧力が  $P_0$ 、絶対温度が  $T_0$  であった。図1のようにシリンダーを水平に置いたとき、閉じ込められた気体部分の長さは  $L_0$  となった。閉じ込められた気体の物質量を  $S$ 、 $P_0$ 、 $T_0$ 、 $R$ 、 $L_0$  を用いて表せ。解答欄に解答のみを示せ。

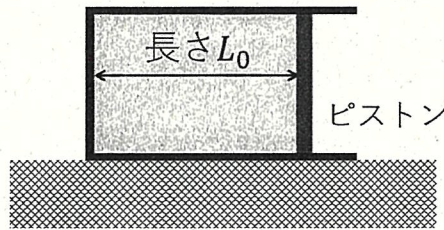


図1

- (2) 問(1)の後、図2のようにシリンダーをゆっくりと鉛直に立てたとき、閉じ込められた気体部分の長さは  $l_0$  となった。 $l_0$  を  $S$ 、 $M$ 、 $g$ 、 $P_0$ 、 $L_0$  を用いて表せ。解答欄に解答のみを示せ。



図2

- (3) この後、大気の圧力が  $P$ 、絶対温度が  $T$  にゆっくりと変化した。このとき、シリンダーを水平においた場合の閉じ込められた気体部分の長さが  $L$  であり、鉛直に立てた場合の閉じ込められた気体部分の長さが  $l$  であり、2つの長さの比  $\frac{l}{L}$  が  $0.9$  であった。 $P$  を  $S$ 、 $M$ 、 $g$  を用いて表せ。解答欄に解答のみを示せ。
- (4) 問(3)のとき、 $L_0$  に対する  $L$  の比  $\frac{L}{L_0}$  が  $1.1$  であった。このときの絶対温度  $T$  を  $S$ 、 $M$ 、 $g$ 、 $P_0$ 、 $T_0$  を用いて表せ。解答欄に解答のみを示せ。



科目	物 理
----	-----

志望学部	受 験 番 号
学部	

## 解 答 用 紙

(3枚中の 第1枚)

1

問 (1)		
問 (2)		
問 (3)	$v_1$ :	$v_2$ :
問 (4)	衝突前 :	衝突後 :
問 (5)	(解法記述欄)	
	(解答欄)  倍	

2

(ア)	(イ)
(ウ)	(エ)
(オ)	(カ)
(キ)	
(ク)	

採 点



科目	物理
----	----

志望学部	受験番号
学部	

解答用紙

(3枚中の 第2枚)

3

問(1)		問(2)	
問(3)		問(4)	
問(5)		問(6)	

4

問(1)		問(2)	
問(3)			

採点

