

B

平成 26 年度個別学力検査問題(教育文化学部)

物 理

前 期 日 程

注 意 事 項

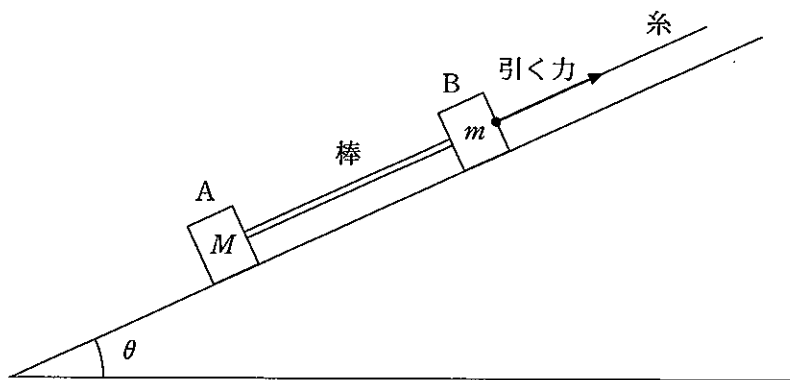
- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は 6 ページあります。解答用紙は 1 枚あります。  
問題は 3 題あります。全問解答しなさい。  
試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの乱丁・落丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 3 監督者の指示に従って、解答用紙に受験番号を記入しなさい。
- 4 解答は、解答用紙の該当欄に記入しなさい。
- 5 配付された解答用紙は、持ち帰ってはいけません。
- 6 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

I 次の文章中の空欄①～⑪を数式で埋め、解答欄に記入しなさい。

(i) 図のように、水平面と角  $\theta$  をなすなめらかな斜面上に、質量  $M$  の物体 A と質量  $m$  の物体 B を軽い棒で結んで置いた。さらに物体 B に糸をつけ、斜面にそって引く力  $F$  を加えて静止させた。棒の長さは  $L$  で質量は無視できる。重力加速度の大きさを  $g$  とする。二つの物体の重心は棒の線上にある。重心が物体 A から  $0.2L$  の距離にあるとき、物体 A の質量  $M$  と物体 B の質量  $m$  の間には  $M =$  ( ① ) の関係が成り立つ。また、 $M$ 、 $m$  を用いると、静止させるために引く力  $F$  は ( ② )、物体 A に働く垂直抗力と物体 B に働く垂直抗力の合計は ( ③ ) となる。

(ii) つぎに斜面にそって引く力  $f$  で物体 A と物体 B を引き上げた。このとき物体 A と物体 B は加速度  $a$  で斜面にそって上昇する。物体 A が棒から受ける力を  $T$  とすると、物体 A の運動方程式は  $Ma =$  ( ④ )、物体 B の運動方程式は  $ma =$  ( ⑤ ) となる。これらの運動方程式を加速度  $a$  および物体 A が棒から受ける力  $T$  について解くと、加速度  $a$  は ( ⑥ )、物体 A が棒から受ける力  $T$  は ( ⑦ ) となる。

(iii) 斜面にそって引く力  $f$  で物体 A、B を引き上げ、物体 A、B の速度が  $V$  になったとき、物体 A は棒からはなれた。物体 A はさらに斜面にそって上向きに進み、その後斜面にそってすべり下りる。棒からはなれた後の物体 A の運動方程式は、加速度  $a$  を斜面にそって上がる方向にとると  $Ma =$  ( ⑧ ) となる。棒からはなれ、時間  $t$  が経過した後の物体 A の速度  $v$  は、斜面にそって上がる方向にとると  $v =$  ( ⑨ ) となり、ふたたび棒からはなれた位置にもどってくるまでの時間は ( ⑩ ) となる。棒からはなれた後、物体 A が斜面にそって上向きに移動する最大距離は ( ⑪ ) である。



II 次の文章中の空欄①～⑤, ⑦, ⑩は数式で, ⑥は語句で, ⑧は(ア)～(カ)のうちから正しいものを選び, ⑨は(ア)～(ウ)のうちから正しいものを選び, 解答欄に記入しなさい。

(i) 図1のように, 先端に振動数 $f_0$ [Hz]の音源が取り付けられている列車が, まっすぐな線路の上を一定の速さ $u$ [m/s]で走っている。線路のすぐわきで静止している観測者が, 音源からの音を聞いている。なお, 音の速さを $V$ [m/s]とし, 風はないものとする。

列車が観測者から離れた位置Oから近づいてくるとき, Oで列車の音源から観測者の方向に出た音波は1秒後には,

$$( \text{①} ) \text{ [m]}$$

だけ進み, その位置をQとする。列車が1秒後に到達した位置をPとすると, OP間の距離は,

$$OP = ( \text{②} ) \text{ [m]}$$

である。このとき, PQ間には( ③ )個の波が存在し, その波長 $\lambda$ は

$$\lambda = ( \text{④} ) \text{ [m]}$$

となる。音の速さは $V$ [m/s]であるから, 観測者が聞く音の振動数 $f_1$ は,

$$f_1 = ( \text{⑤} ) \text{ [Hz]}$$

となる。このように, 音源の振動数と異なる振動数の波が観測される現象を( ⑥ )という。

また, 列車が観測者の前を完全に通過し, 遠ざかるときに観測者が聞く音の振動数 $f_2$ は

$$f_2 = ( \text{⑦} ) \text{ [Hz]}$$

となる。列車の通過前後で観測者が聞く振動数の時間的変化を表したグラフとして適当なものは図2の( ⑧ )である。

(ii) 次に, 先端および後端にそれぞれ振動数 $f_0$ の音源が取り付けられている列車が, 速さ $v$ [m/s]で走ってきた。観測者は先端と後端の2つの音源からの音によるうなりを聞いた。うなりを聞くのは, 列車が( ⑨ ) (ア)近づいてくるとき, (イ)横を通過しているとき, (ウ)遠ざかるときである。このときに観測される1秒間あたりのうなりの回数は( ⑩ )回である。

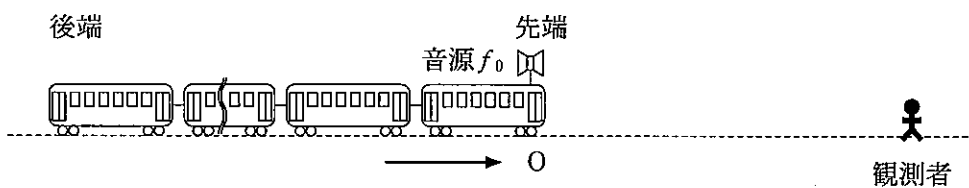
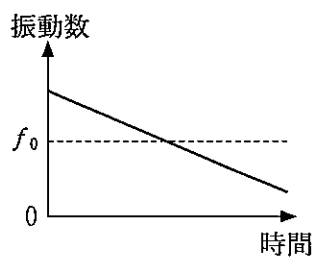
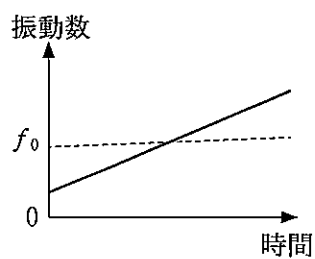


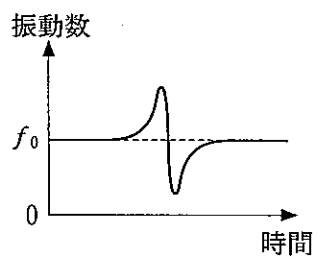
図 1



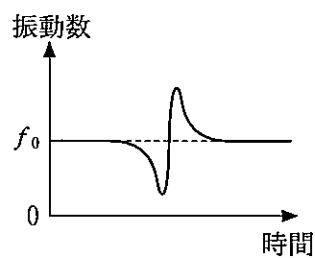
(ア)



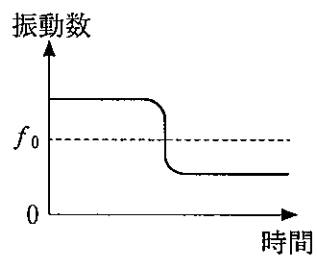
(イ)



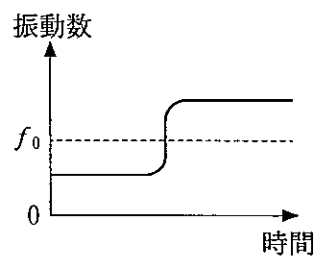
(ウ)



(エ)



(オ)



(カ)

図 2

- Ⅲ 次の文章中の空欄①，⑥については(ア)～(エ)のうちから正しいものを1つ選び，②～④，⑦～⑩には数式を，⑤については適切な語句を，解答欄に記入しなさい。

図1のように，真空中に導体でできた2本のレール(ABおよびCD)が， $x$ 軸を中心として，間隔 $w$ をおいて水平に固定されている。その上に質量 $m$ の導体棒が置かれていて，それはレールに接触しながらレールと垂直を保って滑らかに運動することができる。導体棒の中心には，自然長 $l$ ，ばね定数 $k$ の絶縁体でできたばねがつながれており，ばねの他端は原点 $O$ に固定されている。レールにはスイッチ $S$ ，起電力 $E$ の電池，および抵抗 $R$ が接続されている。ただし，抵抗 $R$ 以外の導体部分の抵抗，および導体棒の太さは無視できるものとする。

(i)  $y$ 軸上には無限に長い導線があり， $y$ 軸の正の向きに大きさ $I$ の電流が流れている。この電流が， $x > 0$ の $xy$ 面上につくる磁場の向きは，(①) (ア) $x$ 軸の正，(イ) $x$ 軸の負，(ウ) $z$ 軸の正，(エ) $z$ 軸の負)の向きで， $y$ 軸から距離 $x$ だけはなれた位置での磁場の強さは座標 $x$ を用いて $H = ( \text{②} )$ となる。

(ii) スイッチ $S$ を開いた状態で，時刻 $t = 0$ に導体棒を $x = l + a$ の位置から静かに放して，図2のような単振動をさせた。このときの周期を $T$ とする。時刻 $t = 0$ でのばねの弾性エネルギーは(③)であるので，力学的エネルギーの保存則を用いると，導体棒の速さの最大値は， $a$ ， $k$ ， $m$ を用いて(④)となる。BD間には(⑤)により起電力 $V_{BD}$ が発生する。振幅 $a$ は十分小さく，導体棒が振動する範囲での磁束密度を一定値 $B_0$ とみなすと， $V_{BD}$ の時間変化を正しく表わすグラフは図3の(⑥)である。また， $V_{BD}$ の最大値 $V_0$ は $B_0$ を用いて(⑦)と表される。

(iii) つぎに，スイッチ $S$ を閉じた。導体棒には起電力 $E$ による電流が流れ，導体棒は $y$ 軸上の電流 $I$ がつくる磁場から力を受ける。十分時間がたった後，導体棒は磁場から受ける力とばねの弾性力とがつりあう位置 $x = b$ ( $b > 0$ )で静止した。このとき，導体棒に流れている電流の大きさは(⑧)であり，導体棒全体が磁場から受ける力の大きさは位置 $x = b$ における磁束密度 $B_b$ を用いて(⑨)と表される。磁束密度 $B$ が磁場 $H$ と真空の透磁率 $\mu_0$ を用いて $B = \mu_0 H$ と書ける

こと、および( ② )の結果を用いると、 $B_b = ( ⑩ )$ であるので、導体棒にはたらく力のつりあいより、導体棒の静止位置は $b = ( ⑪ )$ であることがわかる。

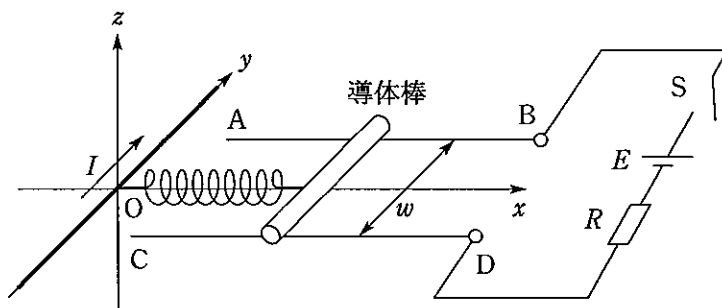


図 1

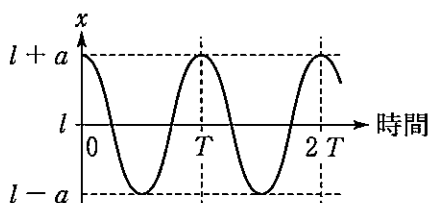


図 2

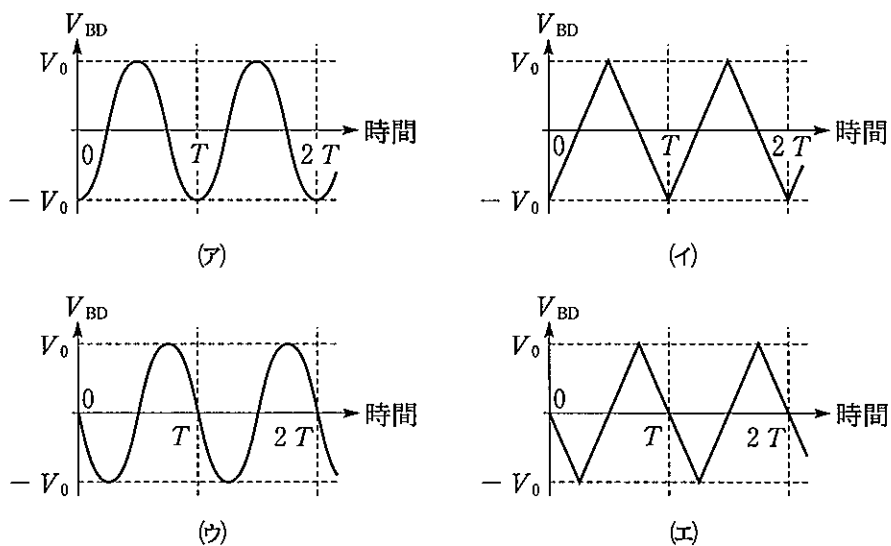


図 3