

# 神戸大学

## 物理

### 問題

#### 2017年度入試

- 【学部】 国際人間科学部、理学部、医学部、工学部、農学部、海事科学部
- 【入試名】 前期日程
- 【試験日】 2月25日



「過去問ライブラリーは、(株) 旺文社が刊行する「全国大学入試問題正解」を中心とした過去問、研究・解答(解答・解説)を掲載しています。本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は、(株) 旺文社または各情報提供者に帰属します。本サービスに掲載の全部または一部の無断複製、配布、転載、譲渡等を禁止します。各設問に対する「研究・解答」は原則として旺文社が独自に作成したものを掲載しています。掲載問題のうち★印を付したものは、著作権法第67条の2第1項の規定により文化庁長官に裁定申請を行った上で利用しています。

裁定申請日 【2017年】 8/1 【2018年】 4/24、9/20 【2019年】 6/20

**1** 図1のように、なめらかな水平面上にばねがおかれ、ばねの右端は壁に固定されている。ばねの左端に小物体をおいて、自然長からばねを長さ $L$ だけ縮めてから、静かにはなした。その後、小物体は水平面から飛び出し、水平面の端から点Pまでのちょうど半分の地点に落下した。以下の問1～5に答えなさい。解答には必要に応じて導出の過程を示しなさい。なお、小物体の大きさと空気抵抗は無視できるものとする。また、文中に与えられた物理量の他に解答に必要な物理量があれば、それらを表す記号はすべて各自で定義し、解答に明示しなさい。(配点25点)

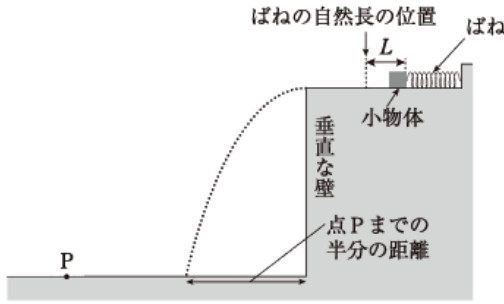


図1

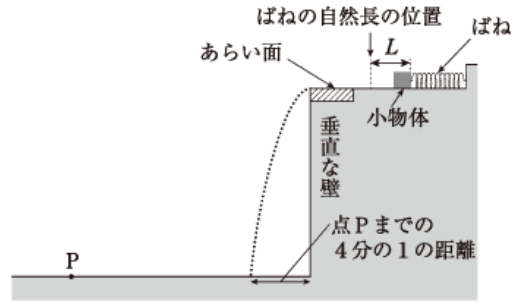


図3

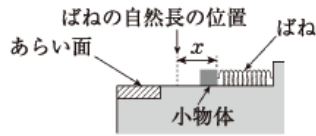
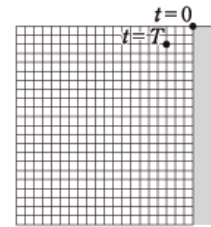


図2

問1 小物体が水平面から飛び出す瞬間の時刻を  $t=0$  としたとき、 $t=0$  と  $t=T$  での小物体の位置がそれぞれ黒丸で右の図中に描かれている。 $t=2T$  と  $t=3T$  での小物体の位置を黒丸ではっきりとわかるように、それぞれ図中に描きなさい。



問2 自然長からばねを長さ $L$ だけ縮めてからはなしたとき、小物体がばねから離れる瞬間の速さを  $V_L$  とする。小物体を点Pまで飛ばすためには、水平面から小物体が飛び出す瞬間の速さを、 $V_L$  の何倍にする必要があるかを答えなさい。

問3 小物体を点Pまで飛ばすためには、ばねを自然長からどれだけの長さ縮めてから、小物体をはなせばよいかを求めなさい。

問4 次に、図2の斜線部分(斜線部分)を表面のあらいい平面に置き換えた。ばねを自然長から長さ $x$ だけ縮めてから小物体をはなしたところ、小物体は水平面から飛び出していった。このとき、小物体はあらいい水平面上で等加速度運動することを説明しなさい。また、小物体がばねから離れる瞬間の速さを  $V_x$ 、小物体が水平面から飛び出す瞬間の速さを  $V_x'$  としたとき、 $(V_x')^2 - (V_x)^2$  はばねを縮める長さ $x$ によらず一定であることを説明しなさい。

問5 図3のように、自然長からばねを長さ $L$ だけ縮めてからはなしたとき、小物体は水平面の端から点Pまでの  $\frac{1}{4}$  の地点に落下した。次に、ばねを自然長から長さ $X$ だけ縮めてからはなしたところ、小物体はちょうど点Pまで到達した。 $V_L, V_L'$  を問4の設定で $x$ を $L$ として定義される速さ、 $V_x, V_x'$  を問4の設定で $x$ を $X$ として定義される速さとする。このとき、 $V_L', V_x'$  をそれぞれ  $V_L$  で表しなさい。また、 $\frac{X}{L}$  を求めなさい。

**2** 磁束密度  $B$  の一様な磁場が、図1の紙面に対して垂直に裏から表に向かって加えてある。この磁場中に電荷  $q$  ( $q > 0$ )、質量  $m$  の荷電粒子があり、磁場に垂直な面内で速さ  $v_0$  の等速円運動をしている。以下の問1～5に答えなさい。解答には必要に応じて導出の過程を示しなさい。(配点25点)

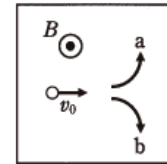


図1

問1 等速円運動の半径と周期を求めなさい。また回転の方向は、図1のaまたはbのいずれであるかを答えなさい。

問2 問1の等速円運動をしている状態に加えて、磁場に平行で一様な電場  $E_1$  が加わった。電場が加わった時刻を  $t=0$  として、時刻  $t$  ( $t > 0$ ) における粒子の速さを求めなさい。

次に、図2のように紙面に垂直な境界面をもつ3つの領域①、②、③の中を荷電粒子が運動することを考える。領域①と③ではそれぞれ図1と同様に、一様な磁束密度  $B$  が加わっており、領域②では磁束密度が0である。また領域②では図2のように領域の境界面に垂直な電場  $E_2$  が領域①から領域③の向きに加わっており、領域①と③では電場が0である。電荷  $q$  ( $q > 0$ )、質量  $m$  の荷電粒子を領域①と②の境界面上の点Pから、境界面と垂直に速さ  $v_1$  で領域①の向きに打ち出した。荷電粒子は領域①で円弧を描いた後、領域②を通過して領域③に入射し、領域③で円弧を描いた。領域①と③は十分広いものとし、領域②の幅は  $d$  とする。

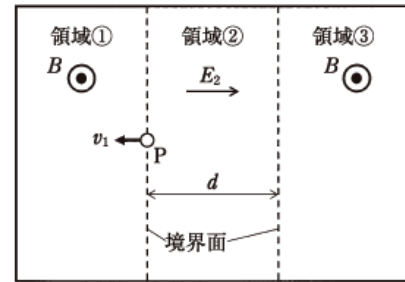
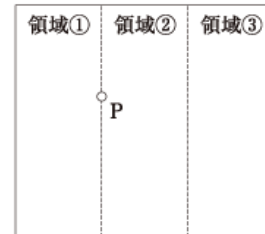


図2

問3 領域③に入射するときの荷電粒子の運動エネルギー、および速さを求めなさい。

問4 荷電粒子が領域③を通過して最初に領域①と②の境界まで戻ったとき、点Pからの距離を求めなさい。

問5 点Pから打ち出された荷電粒子は領域①から③の間を往復運動する。電場  $E_2$  を調節することにより領域②から領域③へ粒子が入射する速さを  $3v_1$  としたとき、この運動2往復分の粒子の軌跡を図示しなさい。



**3** 図1のような媒質1と媒質2からなる空間で、媒質1内で発生した平面波が、両媒質の境界面Sに対して垂直方向に伝搬し、媒質2に入射する。Sから距離 $d$  ( $d > 0$ )の位置に、紙面に垂直で断面が円形の無限に長い反射体Rがあり、波は反射する。この反射では波の位相は変化しないものとし、またRで反射した波がSに達した後にSから発生する反射波の影響は考えなくてよい。媒質1および媒質2の中では、平面波の波長はそれぞれ $L$ および $l$ である。以下の問1～5に答えなさい。解答には必要に応じて導出の過程を示しなさい。(配点25点)

問1 媒質1に対する媒質2の屈折率を求めなさい。

問2 反射体Rで反射した波の媒質2内での波面の概略図を描きなさい。反射体の断面の直径は、 $l$ に比べて十分小さいものとする。

反射前の平面波と反射体Rで反射した波は干渉し、境界面S上で強め合う点が観測された。この位置を表すために、図1のようにRが紙面と交わる点からSに下ろした垂線とSとの交点を原点Oとし、S上に反射体Rに垂直な座標 $x$ を定義する。

問3 2つの波の経路差が波長の $n$ 倍 ( $n$ は自然数) となると、2つの波は干渉して強め合う。境界面S上で強め合う干渉位置 $x$ が満たすべき条件式を求めなさい。

問4  $x$ と $d$ をそれぞれ横軸と縦軸にとり、 $0 < d \leq \frac{5}{2}l$  と  $-3l \leq x \leq 3l$  の範囲で、問3で求めた条件式のグラフの概形を描きなさい。 $n$ は1～5の範囲とする。

問5  $d = \frac{15}{8}l$  の場合を考える。問4のグラフを参考にして、強め合う干渉点の中で、 $-3l \leq x \leq 3l$  の範囲にある位置 $x$ の値を全て求めなさい。

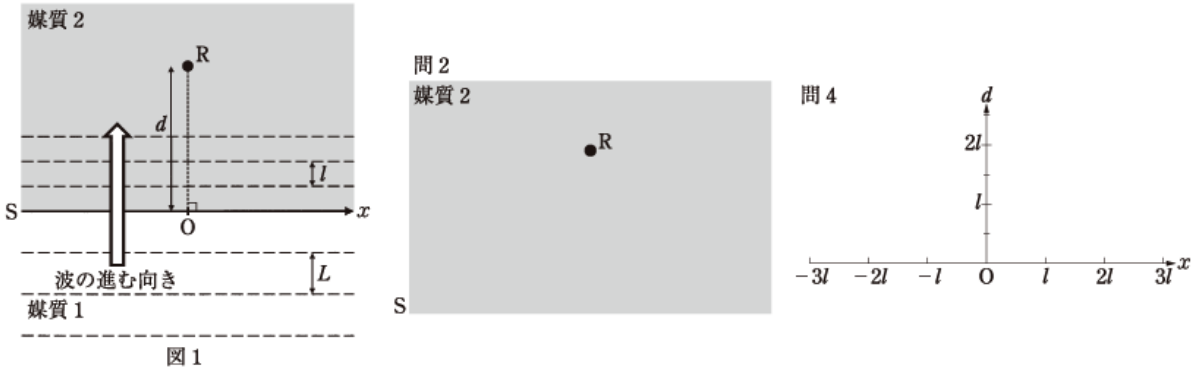


図1