2020年度　〔試験時間　80分〕

D　3　物　理

この冊子は，物理の問題で1ページより30ページまであります。

〔注　意〕

(1) 試験開始の指示があるまで，この冊子を開いてはいけません。

(2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら，解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し，さらに受験番号をマークしてください。

(3) 解答は，所定の解答用マークシートにマークしたものだけが採点されます。

(4) 解答用マークシートについて

① 解答用マークシートは，絶対に折り曲げてはいけません。

② マークには黒鉛筆（ＨＢまたはＢ）を使用してください。
指定の黒鉛筆以外でマークした場合，採点できないことがあります。

③ 誤ってマークした場合は，消しゴムで丁寧に消し，消しくずを完全に取り除いたうえ，新たにマークしてください。

④ 解答欄のマークは，横1行について1箇所に限ります。
2箇所以上マークすると採点されません。
あいまいなマークは無効となるので，はっきりマークしてください。

⑤ 解答用マークシートに記載されている解答上の注意事項を，必ず読んでから解答してください。

(5) 試験開始の指示があったら，初めに問題冊子のページ数を確認してください。
ページの落丁・乱丁，印刷不鮮明等に気づいた場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。

(6) 問題冊子は，試験終了後，持ち帰ってください。

（下書き用紙）

（下書き用紙）

1 次の文中の $\boxed{}$ の中に入れるべき正しい答を**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。 (34点)

図1のように，水平な床に穴をあけ，穴の開口面の中心点Aから距離d〔m〕だけ離れた点Bにその先端が来るように，なめらかで平らな斜面をもつ台を置き，静止させた。台の質量はM〔kg〕，斜面の傾斜角は水平面に対してθ〔rad〕$\left(0 < \theta < \dfrac{\pi}{2}\right)$である。この台の底面から高さ$H$〔m〕のところに質量$m$〔kg〕の小物体を置いて静かにはなし，斜面をすべらせる。なお，穴は小物体よりもじゅうぶんに大きいものとし，重力加速度の大きさをg〔m/s^2〕とする。また，空気抵抗は無視できるものとする。

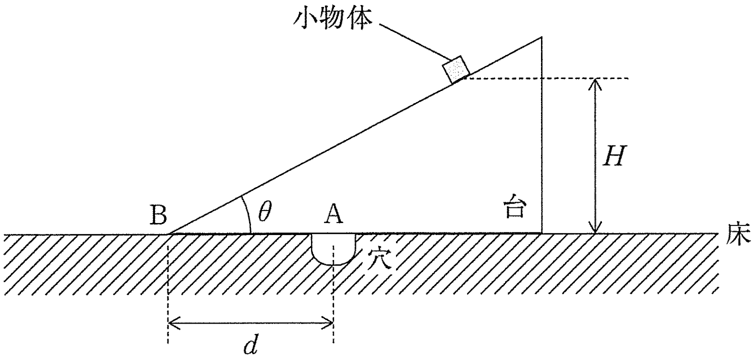


図1

(1) 床と台の間に摩擦があり，台が静止したまま小物体が斜面をすべりおりる場合を考える。この場合，小物体をはなしてから床に到達するまでの時間は $\boxed{\text{(ア)}}$〔s〕である。また，小物体が斜面をすべりおりる間，台が床から受ける垂直抗力の大きさは $\boxed{\text{(イ)}}$〔N〕である。

なお，床と台との間の静止摩擦係数を μ_0 とすると，$\mu_0 \geqq \tan\theta$ の場合は小物体の質量に関わらず台は静止したままとなる。一方，$\mu_0 < \tan\theta$ の場合，台が静止したままとなるための小物体の質量の最大値は $m = \boxed{\text{(ウ)}}$〔kg〕である。

(ア)の解答群

0 $\sqrt{\dfrac{H}{g}}$　　1 $\sqrt{\dfrac{2H}{g\sin\theta}}$　　2 $\sqrt{\dfrac{H}{g\sin^2\theta}}$

3 $\sqrt{\dfrac{2H}{g\sin\theta\cos\theta}}$　　4 $\sqrt{\dfrac{H}{g\sin\theta}}$　　5 $\sqrt{\dfrac{2H\cos\theta}{g\sin\theta}}$

6 $\sqrt{\dfrac{H\cos\theta}{g\sin\theta}}$　　7 $\sqrt{\dfrac{2H}{g\sin^2\theta}}$　　8 $\sqrt{\dfrac{2H}{g}}$

9 $\sqrt{\dfrac{H}{g\sin\theta\cos\theta}}$

(イ)の解答群

0 $mg\cos\theta$　　1 Mg

2 $(M+m\cos\theta)g$　　3 $mg\cos^2\theta$

4 $(M+m\cos^2\theta)g$　　5 $(M+m\sin^2\theta)g$

6 $(M+m\sin\theta)g$　　7 $(M+m)g$

8 $(M\cos\theta+m)g$　　9 $(M\sin\theta+m)g$

(ウ)の解答群

0 $\dfrac{\mu_0 M}{(\sin\theta-\mu_0\cos\theta)\cos\theta}$　　1 $\dfrac{\mu_0 M}{(1-\mu_0\cos\theta)\cos\theta}$

2 $\dfrac{\mu_0 M}{(\sin\theta-\mu_0)\cos\theta}$　　3 $\dfrac{\mu_0 M}{(1-\mu_0)\cos\theta}$

4 $\dfrac{\mu_0 M}{\sin\theta-\mu_0\cos\theta}$　　5 $\dfrac{\mu_0 M}{1-\mu_0\cos\theta}$

6 $\dfrac{\mu_0 M}{\sin\theta-\mu_0}$　　7 $\dfrac{\mu_0 M}{1-\mu_0}$

8 $\dfrac{\mu_0 M\sin\theta}{\sin\theta-\mu_0\cos\theta}$　　9 $\dfrac{\mu_0 M\cos\theta}{1-\mu_0}$

（下書き用紙）

(2) 床と台の間に摩擦がない場合，小物体が斜面をすべりおりる間に台も床の上をすべる。このとき，小物体の加速度の水平成分の大きさを a_x，鉛直成分の大きさを a_y，台の加速度の大きさを a_T とすると，これらと θ の間の関係式は $\tan\theta =$ $\boxed{(エ)}$ である。さらに，小物体が台から受ける垂直抗力の大きさを N として，これら小物体と台の加速度の大きさと垂直抗力の大きさを用いると，小物体の運動方程式から，$a_y =$ $\boxed{(オ)}$ 〔m/s^2〕となる。以上をもとにすると，台が床から受ける垂直抗力の大きさは Mg の $\boxed{(カ)}$ 倍となり，小物体が床に到達するまでの時間は $\boxed{(キ)}$ 〔s〕となる。小物体の質量が $m =$ $\boxed{(ク)}$ 〔kg〕であるとき，小物体はちょうど穴の開口面の中心点Aに到達する。

（下書き用紙）

(エ)の解答群

0 $\dfrac{a_x}{a_T + a_y}$　　1 $\dfrac{a_y}{a_T - a_x}$　　2 $\dfrac{a_y}{a_T + a_x}$

3 $\dfrac{a_x}{a_T - a_y}$　　4 $\dfrac{a_T + a_x}{a_y}$　　5 $\dfrac{a_T - a_x}{a_y}$

6 $\dfrac{a_T + a_y}{a_x}$　　7 $\dfrac{a_x}{a_T}$　　8 $\dfrac{a_y}{a_T}$

9 $\dfrac{a_y}{a_x}$

(オ)の解答群

0 $g + \dfrac{N}{m}\tan\theta$　　1 $-g + \dfrac{N}{m}\sin\theta$　　2 $g + \dfrac{N}{m}\cos\theta$

3 $\dfrac{N}{m}\sin\theta$　　4 $-g + \dfrac{N}{m}\cos\theta$　　5 $\dfrac{N}{m}\cos\theta$

6 $g - \dfrac{N}{m}\tan\theta$　　7 $g - \dfrac{N}{m}\sin\theta$　　8 $g + \dfrac{N}{m}\sin\theta$

9 $g - \dfrac{N}{m}\cos\theta$

(カ)の解答群

0 1　　1 $\dfrac{M + m}{M + m\sin^2\theta}$　　2 $\dfrac{M + m\cos^2\theta}{M}$

3 $\dfrac{M + m\cos^2\theta}{M(1 + \sin^2\theta)}$　　4 $\dfrac{M + m\cos^2\theta}{M + m\sin^2\theta}$　　5 $\dfrac{m\sin\theta\cos\theta}{M\sin^2\theta + m}$

6 $\cos\theta$　　7 $\dfrac{m\cos\theta}{M + m}$　　8 $\dfrac{M + m\cos\theta}{M}$

9 $\dfrac{(M + m)\cos\theta}{M(1 + \sin^2\theta)}$

(キ)の解答群

0 $\sqrt{\dfrac{2H(M+m)}{(M+m\sin^2\theta)g}}$

1 $\sqrt{\dfrac{2H(M+m\sin^2\theta)}{(M+m)g\sin\theta}}$

2 $\sqrt{\dfrac{2H}{g\sin^2\theta}}$

3 $\sqrt{\dfrac{H}{g}}$

4 $\sqrt{\dfrac{H(M+m\sin^2\theta)\cos\theta}{(M+m)g\sin\theta}}$

5 $\sqrt{\dfrac{2H(M+m\sin^2\theta)}{(M+m)g\sin^2\theta}}$

6 $\sqrt{\dfrac{H}{g\sin\theta}}$

7 $\sqrt{\dfrac{2H(1+\sin^2\theta)}{g\sin\theta}}$

8 $\sqrt{\dfrac{H}{(1+\sin^2\theta)g\sin\theta}}$

9 $\sqrt{\dfrac{2H(M\sin^2\theta+m)}{(M+m)g\sin\theta}}$

(ク)の解答群

0 $\dfrac{d\tan\theta}{H+d}M$

1 $\dfrac{d\tan\theta}{H}M$

2 $\dfrac{d\tan\theta}{H+d\tan\theta}M$

3 $\dfrac{d}{H-d}M$

4 $\dfrac{d}{H+d}M$

5 $\dfrac{d\sin\theta}{H+d\cos\theta}M$

6 $\dfrac{d\sin\theta}{H+d\sin\theta}M$

7 $\dfrac{d\sin\theta}{H\sin\theta+d}M$

8 $\dfrac{d\cos\theta}{H\sin\theta+d}M$

9 $\dfrac{d\tan\theta}{H-d\tan\theta}M$

2 次の(1)の文中の $\boxed{\text{(ケ)}}$ ～ $\boxed{\text{(シ)}}$ にあてはまる数値を，以下に述べる注意にしたがって**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。解答は有効数字が2桁となるようにし，必要であれば3桁目を四捨五入し，下に示す形式で a, b, p, c をマークしなさい。

$$\boxed{a}\ .\ \boxed{b} \times 10^{\boxed{\mathrm{p}}\ \boxed{c}}$$

小数点　　正負の符号

ただし，$c = 0$ のときには，符号 p に + を，c に 0 をマークしなさい。なお，途中計算は分数で行い，最後に小数に直しなさい。必要ならば，分母の有理化を行った後に，$\sqrt{2} = 1.4$, $\sqrt{3} = 1.7$, $\sqrt{5} = 2.2$ を用いなさい。

また，(2)の文中の $\boxed{\text{(ス)}}$ ～ $\boxed{\text{(タ)}}$ については，この中に入れるべき正しい答を**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

(33点)

(1) **図2−1**に示すように，真空中において天井の点Pから3本の等しい長さL〔m〕の軽い糸でつるした3個の等質量m〔kg〕で等量の正電荷$+q$〔C〕に帯電した小さな導体球A，B，Cがある。これら3個の導体球は互いに反発し合って，互いに間隔d〔m〕となる位置でつり合って静止している。さらに，点Pを通る鉛直線と導体球A，B，Cを含む平面とが交わる点をOとすると，**図2−2**に示すように，糸が鉛直線POとなす角は30°であった。ここで，糸は絶縁性で伸び縮みしないものとし，糸の長さLは0.1 mであり，導体球の質量mは9.8×10^{-3} kgであるとする。このとき，導体球の間隔dは $\boxed{\text{(ケ)}}$ mであり，各導体球に働く糸の張力の鉛直方向の力の大きさF_Vは $\boxed{\text{(コ)}}$ N，水平方向の力の大きさF_Hは $\boxed{\text{(サ)}}$ Nである。また，導体球に与えた電荷$+q$は $\boxed{\text{(シ)}}$ Cである。なお，重力の加速度の大きさを$g = 9.8\ \mathrm{m/s^2}$，クーロンの法則の比例定数を$k = 9.0 \times 10^9\ \mathrm{N \cdot m^2/C^2}$とする。また，電荷$+q$の値は，$L$，$m$，$g$，$k$を用いた$q^2$の式を導出してから数値を代入して求めよ。

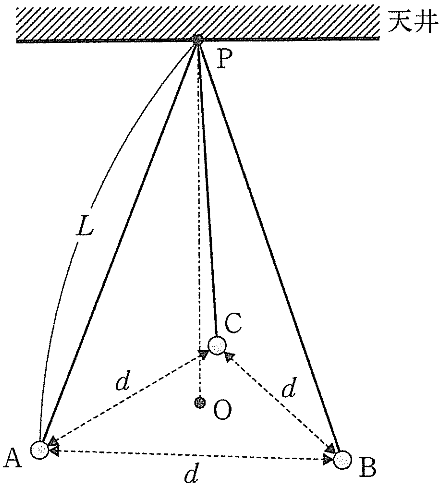


図 2－1

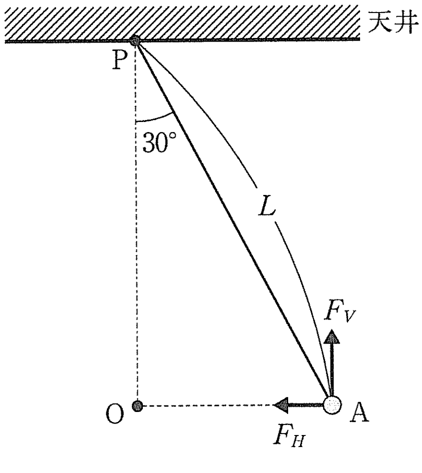


図 2－2

（下書き用紙）

(2) **図 2 − 3** に示すように，真空中において天井の点 P から長さ L〔m〕の絶縁性の伸び縮みしない軽い糸でつるした質量 m〔kg〕の小さな導体球がある。この導体球に負電荷 $-q$〔C〕を与え，水平面内で図の矢印の向きに点 O を中心とした等速円運動をさせたところ，鉛直線 PO と糸のなす角は θ〔rad〕となった。このとき等速円運動の加速度の大きさは角速度 ω〔rad/s〕を用いて表すと $\boxed{\text{(ス)}}$〔m/s^2〕となるので，角速度 ω は $\boxed{\text{(セ)}}$〔rad/s〕となる。ここで，帯電した導体球の円運動は円周を流れる電流と等価であるものとすると，この電流は 1 秒間に円周上の任意の点 A を通過する電荷の総量に等しいことから電流の大きさは $\boxed{\text{(ソ)}}$〔A〕となる。さらに，帯電した導体球の等速円運動によって発生する磁場の点 O での大きさと方向は $\boxed{\text{(タ)}}$ の組み合わせとなる。なお，重力の加速度の大きさを g〔m/s^2〕とし，導体球は等速円運動を維持するものとする。

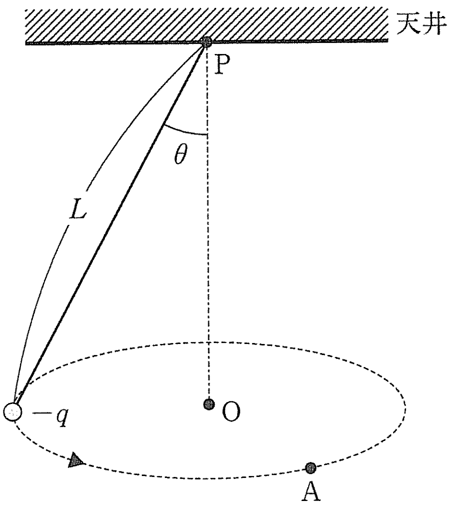


図 2 − 3

（下書き用紙）

(ス)の解答群

0 $\frac{1}{2}\omega^2 L\sin\theta$　1 $\frac{1}{2}\omega^2 L\cos\theta$　2 $\frac{\sqrt{2}}{2}\omega^2 L\sin\theta$

3 $\frac{\sqrt{2}}{2}\omega^2 L\cos\theta$　4 $\omega^2 L\sin\theta$　5 $\omega^2 L\cos\theta$

6 $\sqrt{2}\,\omega^2 L\sin\theta$　7 $\sqrt{2}\,\omega^2 L\cos\theta$　8 $2\omega^2 L\sin\theta$

9 $2\omega^2 L\cos\theta$

(セ)の解答群

0 $\sqrt{\frac{g}{L\sin\theta}}$　1 $\sqrt{\frac{L\sin\theta}{g}}$　2 $\sqrt{\frac{g}{L\cos\theta}}$

3 $\sqrt{\frac{L\cos\theta}{g}}$　4 $\sqrt{\frac{mg}{L\sin\theta}}$　5 $\sqrt{\frac{L\sin\theta}{mg}}$

6 $\sqrt{\frac{mg}{L\cos\theta}}$　7 $\sqrt{\frac{L\cos\theta}{mg}}$　8 $2\pi\sqrt{\frac{g}{L\sin\theta}}$

9 $2\pi\sqrt{\frac{mg}{L\sin\theta}}$

(ソ)の解答群

0 $q\sqrt{\dfrac{g}{L\sin\theta}}$ 1 $q\sqrt{\dfrac{g}{L\cos\theta}}$ 2 $\dfrac{q}{2\pi}\sqrt{\dfrac{g}{L\sin\theta}}$

3 $\dfrac{q}{2\pi}\sqrt{\dfrac{g}{L\cos\theta}}$ 4 $2\pi q\sqrt{\dfrac{mg}{L\sin\theta}}$ 5 $2\pi q\sqrt{\dfrac{mg}{L\cos\theta}}$

6 $q\sqrt{\dfrac{mg}{L\sin\theta}}$ 7 $q\sqrt{\dfrac{mg}{L\cos\theta}}$ 8 $2\pi q\sqrt{\dfrac{L\sin\theta}{mg}}$

9 $\dfrac{q}{2\pi}\sqrt{\dfrac{L\cos\theta}{mg}}$

(タ)の解答群

0 $\dfrac{q}{4\pi L\sin\theta}\sqrt{\dfrac{mg}{L\sin\theta}}$, 鉛直上向き

1 $\dfrac{q}{4\pi^2 L\cos\theta}\sqrt{\dfrac{g}{L\cos\theta}}$, 鉛直上向き

2 $\dfrac{q}{4\pi^2 L\sin\theta}\sqrt{\dfrac{g}{L\cos\theta}}$, 鉛直上向き

3 $\dfrac{q}{4\pi^2 L\sin\theta}\sqrt{\dfrac{mg}{L\cos\theta}}$, 鉛直上向き

4 $\dfrac{q}{4\pi L\sin\theta}\sqrt{\dfrac{g}{L\cos\theta}}$, 鉛直上向き

5 $\dfrac{q}{4\pi L\sin\theta}\sqrt{\dfrac{mg}{L\sin\theta}}$, 鉛直下向き

6 $\dfrac{q}{4\pi^2 L\cos\theta}\sqrt{\dfrac{g}{L\cos\theta}}$, 鉛直下向き

7 $\dfrac{q}{4\pi^2 L\sin\theta}\sqrt{\dfrac{g}{L\cos\theta}}$, 鉛直下向き

8 $\dfrac{q}{4\pi^2 L\sin\theta}\sqrt{\dfrac{mg}{L\cos\theta}}$, 鉛直下向き

9 $\dfrac{q}{4\pi L\sin\theta}\sqrt{\dfrac{g}{L\cos\theta}}$, 鉛直下向き

3 次の文中の $\boxed{\text{(チ)}}$ ～ $\boxed{\text{(ネ)}}$ の中に入れるべき正しい答を**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。 (33 点)

図 3－1 のように，なめらかで水平な床の上に音源を搭載した台車が置かれている。ばねの一端を床の左にある壁に固定し，他端を台車につけた。床に対して平行右向きに x 軸をとり，壁の位置を $x = 0$ として，ばねが伸び縮みなく自然な長さにあるときの音源の位置を $x = x_0$ とする。音を発する物体は音源のみであり，壁および床における音の反射は無視でき，台車と観測者も音を反射しないものとする。また，移動する台車に対する空気抵抗は無視できるものとする。音の速さは V〔m/s〕とする。この台車がこのばねによって x 軸に沿って単振動するとき，その周期は T〔s〕となった。観測者は，$x = x_0 + L$ の位置に静止しているものとする。なお，観測者は聞こえる音の振動数を測定できるものとする。

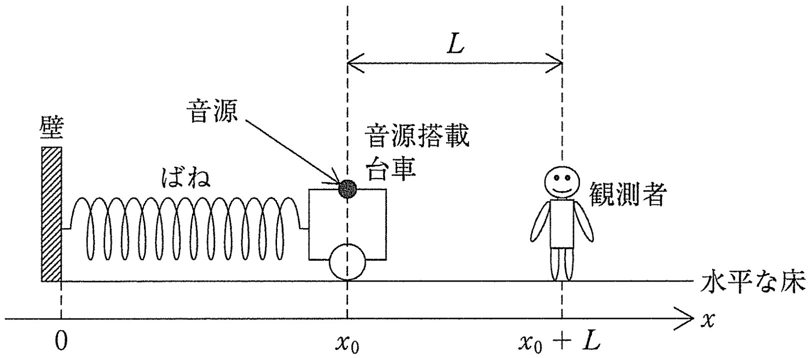


図 3－1

(1) **図3－2**のように，音源を $x = x_0$ から x 軸の正の方向へ d〔m〕だけ引っ張り，ばねを伸ばす。これを静かにはなしたところ，台車は単振動を始めた。台車が単振動を始めた時刻 t〔s〕は $t = 0$ である。$x = x_0$ から x 軸の正の方向へ L〔m〕離れた位置に音の観測者が静止している。ただし，$L > d > 0$ とする。

(a) 床の上が無風で，台車の音源の発する音が常に一定の振動数 f_0〔Hz〕であるとき，観測者に聞こえる音の振動数の最大値は $\boxed{\text{(チ)}}$〔Hz〕で，この音が発生した時刻における台車の位置は $x(t) = \boxed{\text{(ツ)}}$〔m〕である。この音は時刻 $t = \boxed{\text{(テ)}}$〔s〕に初めて観測者に聞こえた。なお，観測者に聞き漏らしはないものとする。

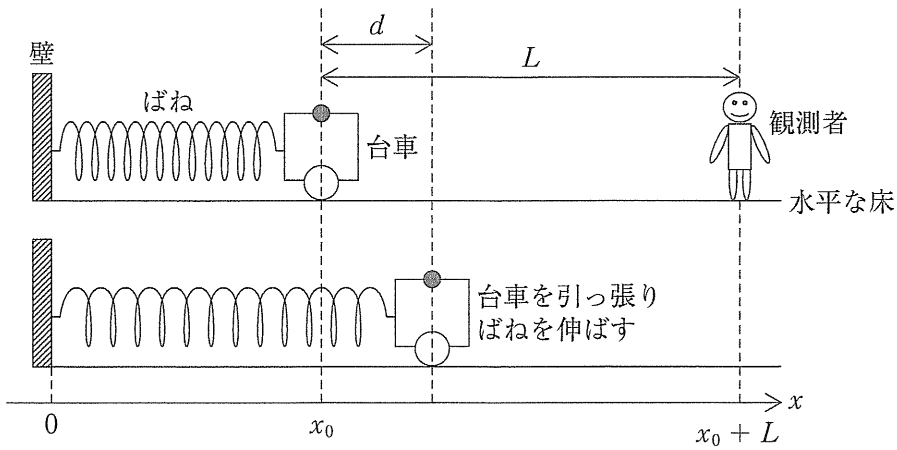


図3－2

(b) 次に，**図 3－3** のように，床の上で x 軸に対して負の方向へ速さ V_w〔m/s〕の風がふいている状態を考える。このときに同様に台車を単振動させた場合，観測者に聞こえる音の振動数の最大値は $\boxed{\text{(ト)}}$〔Hz〕であり，この音は時刻 $t =$ $\boxed{\text{(ナ)}}$〔s〕に初めて観測者に聞こえた。

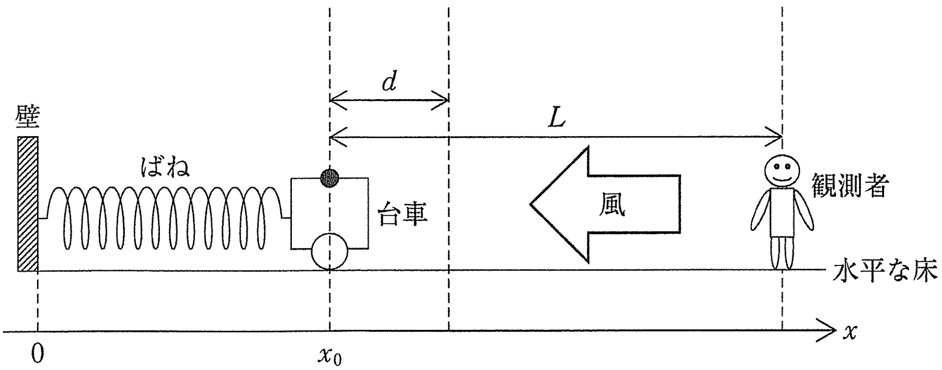


図 3－3

(c) 次に，床の上が無風で，台車が単振動をしている間，観測者には常に一定の振動数 f_0〔Hz〕の音が聞こえていた。このとき，音源が発していた音の振動数は $\boxed{\text{(ニ)}}$〔Hz〕であった。

（下書き用紙）

(チ)の解答群

0 $\dfrac{(VT+2\pi d)f_0}{VT}$　　1 $\dfrac{(VT-\pi d)f_0}{2\pi d}$　　2 $\dfrac{(VT-2\pi d)f_0}{VT}$

3 $\dfrac{(VT-2\pi d)f_0}{\sqrt{2}\,VT}$　　4 $\dfrac{(2\sqrt{3}\,\pi d-\sqrt{3}\,VT)f_0}{2VT}$

5 $\dfrac{\sqrt{2}\,VTf_0}{VT-2\pi d}$　　6 $\dfrac{VTf_0}{2\pi d-VT}$　　7 $\dfrac{VTf_0}{VT+2\pi d}$

8 $\dfrac{2VTf_0}{VT-\sqrt{3}\,\pi d}$　　9 $\dfrac{VTf_0}{VT-2\pi d}$

(ツ)の解答群

0 $d+\dfrac{x_0}{2}$　　1 $d+x_0$　　2 x_0　　3 x_0+2d

4 $x_0+\dfrac{d}{2}$　　5 $\dfrac{d}{2}+2x_0$　　6 $x_0+\dfrac{\sqrt{3}\,d}{2}$　　7 $\dfrac{\sqrt{3}\,d}{2}+\dfrac{x_0}{2}$

8 $x_0+\dfrac{d}{\sqrt{2}}$　　9 $\dfrac{d}{\sqrt{2}}+2x_0$

(テ)の解答群

0 $\dfrac{VT+4L}{4V}$　　1 $\dfrac{VT+2L}{2V}$　　2 $\dfrac{3VT+4L}{4V}$　　3 $\dfrac{5VT-4L}{4V}$

4 $\dfrac{2VT-2L}{V}$　　5 $\dfrac{2VT-L}{V}$　　6 $\dfrac{2VT+L}{2V}$　　7 $\dfrac{3VT-2L}{2V}$

8 $\dfrac{2VT+L}{V}$　　9 $\dfrac{VT+2L}{V}$

(ト)の解答群

0 $\dfrac{(VT - V_w T - 2\pi d)f_0}{VT - V_w T}$

1 $\dfrac{(V_w T - VT - 2\pi d)f_0}{V_w T - VT}$

2 $\dfrac{(V_w T - VT)f_0}{V_w T - VT - 2\pi d}$

3 $\dfrac{(VT - V_w T)f_0}{VT - V_w T - 2\pi d}$

4 $\dfrac{(V - V_w)f_0}{V - V_w + 2\pi d}$

5 $\dfrac{(V - V_w)f_0}{V - V_w - 2\pi d}$

(ナ)の解答群

0 $\dfrac{VT - V_w T - 2L}{2V - 2V_w}$

1 $\dfrac{VT - V_w T + 2L}{2V - 2V_w}$

2 $\dfrac{V_w T - VT - 4L}{2V_w - 2V}$

3 $\dfrac{V_w T - VT + 4L}{2V_w - 2V}$

4 $\dfrac{VT - V_w T - 4L}{4V - 4V_w}$

5 $\dfrac{VT - V_w T + 4L}{4V - 4V_w}$

6 $\dfrac{3V_w T - 3VT + 4L}{4V_w - 4V}$

7 $\dfrac{3VT - 3V_w T + 4L}{4V - 4V_w}$

(ニ)の解答群

0 $f_0\left\{\dfrac{VT}{2\pi d}\sin\left(\dfrac{T}{2\pi}t\right)-1\right\}$

1 $f_0\left\{\dfrac{VT}{2\pi d}\cos\left(\dfrac{T}{2\pi}t\right)-1\right\}$

2 $f_0\left\{1+\dfrac{2\pi d}{VT}\sin\left(\dfrac{2\pi}{T}t\right)\right\}$

3 $f_0\left\{1+\dfrac{2\pi d}{VT}\cos\left(\dfrac{2\pi}{T}t\right)\right\}$

4 $f_0\left\{\dfrac{2\pi d}{VT}\sin\left(\dfrac{2\pi}{T}t\right)-1\right\}$

5 $f_0\left\{\dfrac{2\pi d}{VT}\cos\left(\dfrac{2\pi}{T}t\right)-1\right\}$

6 $f_0\left\{1-\dfrac{VT}{2\pi d}\sin\left(\dfrac{T}{2\pi}t\right)\right\}$

7 $f_0\left\{1-\dfrac{VT}{2\pi d}\cos\left(\dfrac{T}{2\pi}t\right)\right\}$

8 $f_0\left\{\dfrac{4\pi d}{VT}-\dfrac{2\pi d}{VT}\sin\left(\dfrac{2\pi}{V}t\right)\right\}$

9 $f_0\left\{\dfrac{4\pi d}{VT}-\dfrac{2\pi d}{VT}\cos\left(\dfrac{2\pi}{T}t\right)\right\}$

（下書き用紙）

(2) **図3－4**のように，音源を $x=x_0$ から x 軸の正の方向へ d〔m〕だけ引っ張り，ばねを伸ばす。これを静かにはなしたところ，台車は単振動を始めた。ここでは $L=\dfrac{1}{\sqrt{2}}d$ である場合を考える。観測者は台車とぶつからないように台車の走行経路のすぐ横に位置するが，ここでは観測者が台車と同一直線上にいるものとみなす。観測者に音の聞き漏らしはないものとする。床の上が無風で，台車が常に一定の振動数 f_0〔Hz〕の音源であるとき，観測者に聞こえる音の振動数の最小値は $\boxed{\text{(ヌ)}}$〔Hz〕である。このとき，台車が単振動を開始した時刻($t=0$)から1周期の間に観測者に聞こえた音の振動数を表すグラフの概形は $\boxed{\text{(ネ)}}$ となる。このグラフの横軸は時刻 t，縦軸は聞こえた音の振動数とする。ただし，音源から観測者までの音の到達時間は無視できるものとする。

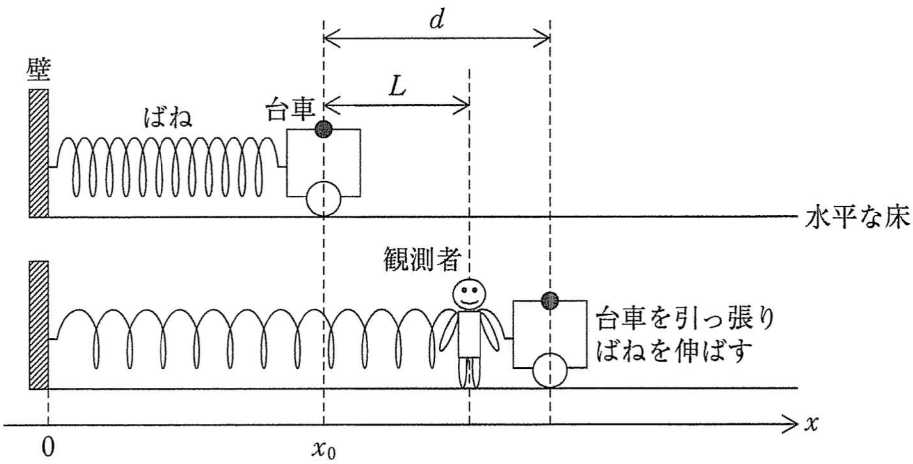


図3－4

(ヌ)の解答群

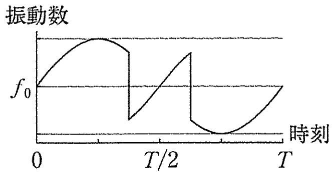
0 $\dfrac{(VT+\pi d)f_0}{VT}$　　1 $\dfrac{(VT-\pi d)f_0}{\pi d}$　　2 $\dfrac{(VT-\pi d)f_0}{VT}$

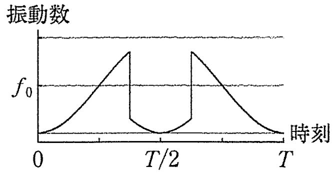
3 $\dfrac{(VT-2\pi d)f_0}{\sqrt{2}\,VT}$　　4 $\dfrac{(2\sqrt{3}\,\pi d-\sqrt{3}\,VT)f_0}{2VT}$

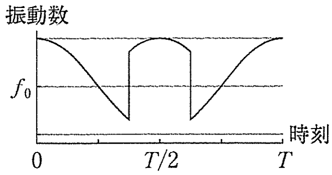
5 $\dfrac{\sqrt{2}\,VT f_0}{VT-2\pi d}$　　6 $\dfrac{VT f_0}{2\pi d-VT}$　　7 $\dfrac{VT f_0}{VT+2\pi d}$

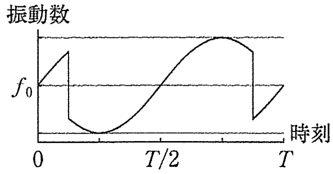
8 $\dfrac{2VT f_0}{VT-\sqrt{3}\,\pi d}$　　9 $\dfrac{VT f_0}{VT-2\pi d}$

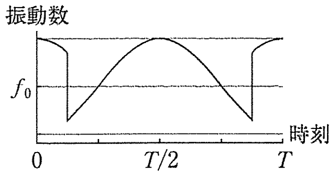
(ネ)の解答群

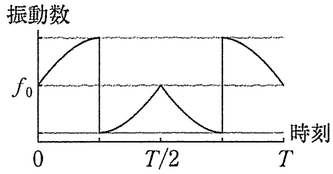
0


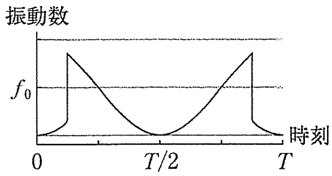
1


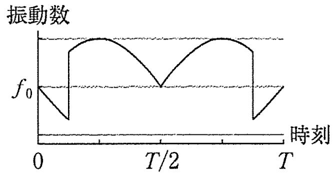
2


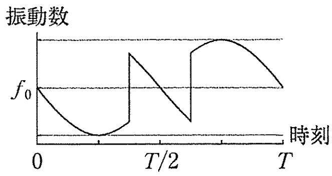
3


4


5


6


7


8


9