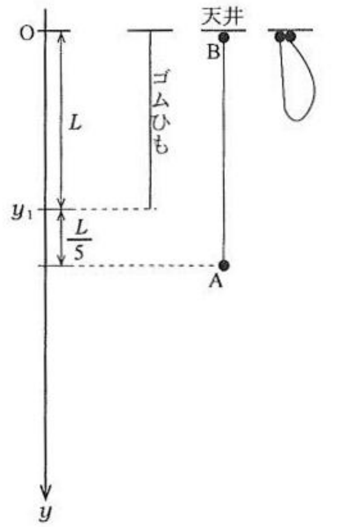
令和２年度 金沢医科大学医学部入学試験問題
一般入学試験（前期）【 物 理 】

$\boxed{1}$ 長さ L で質量が無視できるゴムひもがある。図のように天井の原点を O として鉛直下向きを正とする y 座標を考える。ゴムひもの両端に，それぞれ物体 A と B をとりつけた。A と B の質量はいずれも M であり，質点とみなせるものとする。天井からゴムひもだけをつるしたとき，ゴムひもの先端の位置を y_1 とする。物体が y_1 より上にあるときは，ゴムひもは物体に力を及ぼさず，物体が y_1 より下にあるときは，ゴムひもは一定のばね定数 k のばねとしてはたらくものとする。天井に B を固定し，A を静かにつるしたとき，ゴムひもは $\frac{L}{5}$ だけ伸びた。

A を B と同じ位置まで持ち上げ，B を固定したまま A のみを時刻 $t=0$ に原点から初速度 0 で真下へはなした。重力加速度の大きさを g として，以下の問いに答えなさい。

解答欄 $\boxed{2}$，$\boxed{4}$，$\boxed{6}$，$\boxed{9}$，$\boxed{13}$，$\boxed{18}$，$\boxed{21}$，$\boxed{25}$，$\boxed{28}$，$\boxed{31}$ は解答群から選び，残りの解答欄は数字をマークしなさい。



（1）ばね定数 k は次式となる。

$$k = \boxed{1} \times \boxed{2}$$

（2）ゴムひもが伸びはじめる瞬間の時刻 t_1，そのときの A の速さ V_1 はそれぞれ次式となる。

$$t_1 = \sqrt{\boxed{3} \times \boxed{4}} \qquad V_1 = \sqrt{\boxed{5} \times \boxed{6}}$$

（3）ゴムひもの復元力と A に対する重力がつりあった瞬間の位置 y_2，そのときの A の速さ V_2 はそれぞれ次式となる。

$$y_2 = \frac{\boxed{7}}{\boxed{8}} \times \boxed{9} \qquad V_2 = \sqrt{\frac{\boxed{10}\,\boxed{11}}{\boxed{12}} \times \boxed{13}}$$

（4）A が到達する最下端の位置 y_3 は次式となる。

$$y_3 = \frac{\boxed{14} + \sqrt{\boxed{15}\,\boxed{16}}}{\boxed{17}} \times \boxed{18}$$

（5）A は周期運動する。その 1 周期のうち，A が y_1 の位置より上方にいる時間 $T_{上方}$，下方にいる時間 $T_{下方}$ はそれぞれ次式となる。ただし A が y_1 と y_2 の間を一回通過するのに要する時間を T_{12} とする。

$$T_{上方} = \boxed{19} \times \sqrt{\boxed{20} \times \boxed{21}} \qquad T_{下方} = \boxed{22} \times T_{12} + \pi \times \sqrt{\frac{\boxed{23}}{\boxed{24}} \times \boxed{25}}$$

（6）A が上昇運動をしていて y_1 を通過した瞬間，B が静かにはなれた。B がはなれてから，A と衝突するまでに要する時間 T_{AB}，衝突する位置 y_4 はそれぞれ次式となる。

$$T_{AB} = \sqrt{\frac{\boxed{26}}{\boxed{27}} \times \boxed{28}} \qquad y_4 = \frac{\boxed{29}}{\boxed{30}} \times \boxed{31}$$

$\boxed{2}$，$\boxed{4}$，$\boxed{6}$，$\boxed{9}$，$\boxed{13}$，$\boxed{18}$，$\boxed{21}$，$\boxed{25}$，$\boxed{28}$，$\boxed{31}$ の解答群

① g　② L　③ M　④ Mg　⑤ gL　⑥ $\frac{L}{g}$　⑦ $\frac{g}{L}$　⑧ $\frac{Mg}{L}$　⑨ $\frac{ML}{g}$　⓪ MgL

$\boxed{2}$ 十分に広い水平面上に x 軸とそれに直交する y 軸を設定する。２つの波源 S_1 と S_2 は x 軸上に置かれており，その座標はそれぞれ，$(-a,\ 0)$，$(a,\ 0)$ である（$a>0$ とする）。S_1 と S_2 の振動の振幅 A，振動数 f は同じであり，時刻を t とすると，S_1 と S_2 の振動の変位は $w(t)=A\sin(2\pi ft)$ として表される。A は S_1 と S_2 からの距離によって変化しないものとする。ここで，x 軸に沿って合成波の変位 $W(t)$を観察したところ，S_1 と S_2 の間（$-a<x<a$）で，節を２つ，腹を３つ観測した。さらに，S_1S_2 間の外側（$|x|>a$）では，合成波の振幅の大きさは波源がひとつの場合と同じであった。以下の問いに答えなさい。解答欄 $\boxed{32}$ ～ $\boxed{37}$, $\boxed{39}$, $\boxed{40}$, $\boxed{42}$, $\boxed{43}$, $\boxed{45}$, $\boxed{46}$ は解答群から選び，残りの解答欄は数字をマークしなさい。

（１）S_1 と S_2 から発生する波の波長 λ を求める。まず，任意の点 P $(x,\ y)$ から S_1 と S_2 までの距離をそれぞれ，r_1 と r_2 とし，点 P が x 軸上にある場合を考える。

（i）r_1 と r_2 は以下の式となる。

$a<x$ の場合　$r_1=\boxed{32}$，$r_2=\boxed{33}$

$-a<x<a$ の場合　$r_1=\boxed{34}$，$r_2=\boxed{35}$

$x<-a$ の場合　$r_1=\boxed{36}$，$r_2=\boxed{37}$

（ii）ここで波の速さを v とすると，点 P における合成波の変位 $W(t)$は以下の式となる。

$a<x$ の場合　$W(t)=\boxed{38}A\times\boxed{39}\times\boxed{40}$　・・・（ア）

$-a<x<a$ の場合　$W(t)=\boxed{41}A\times\boxed{42}\times\boxed{43}$　・・・（イ）

$x<-a$ の場合　$W(t)=\boxed{44}A\times\boxed{45}\times\boxed{46}$　・・・（ウ）

（iii）式（ア）もしくは（ウ）の振幅は，合成波 $W(t)$の振幅に関する条件より A となる。また，

式（イ）について，$-a<x<a$ では合成波 $W(t)$の節を２つ，腹を３つ観測することができる。

よって，上記の条件を満たす λ は，$\lambda=\dfrac{\boxed{47}}{\boxed{48}}a$ となる。

（２）２つの節の x 軸上の座標は，$\left(\dfrac{\boxed{49}}{\boxed{50}}a,\ 0\right)$，$\left(-\dfrac{\boxed{51}}{\boxed{52}}a,\ 0\right)$ となる。

（３）節は S_1 と S_2 を焦点とする双曲線上に現れる。この双曲線が現れる条件は，$r_1-r_2=\pm\dfrac{\boxed{53}}{\boxed{54}}\lambda$ である。

この双曲線を表す方程式は $x^2-\dfrac{\boxed{55}}{\boxed{56}\ \boxed{57}}y^2=\dfrac{\boxed{58}}{\boxed{59}\ \boxed{60}}a^2$ となる。

$\boxed{32}$ ～ $\boxed{37}$ の解答群

① x ② a ③ $x+a$ ④ $x-a$ ⑤ $-x-a$ ⑥ $-x+a$ ⑦ $x+2a$ ⑧ $x-2a$ ⑨ $-x-2a$ ⓪ $-x+2a$

$\boxed{39}$，$\boxed{42}$，$\boxed{45}$ の解答群

① $\cos(\frac{\pi fa}{v})$ ② $\cos(\frac{2\pi fa}{v})$ ③ $\sin(\frac{\pi fa}{v})$ ④ $\sin(\frac{2\pi fa}{v})$ ⑤ $\cos(\frac{\pi fx}{v})$ ⑥ $\cos(\frac{2\pi fx}{v})$ ⑦ $\sin(\frac{\pi fx}{v})$ ⑧ $\sin(\frac{2\pi fx}{v})$ ⑨ r_1 ⓪ r_2

$\boxed{40}$，$\boxed{43}$，$\boxed{46}$ の解答群

① $\cos\{2\pi f(t-\frac{a}{v})\}$ ② $\cos\{2\pi f(t+\frac{a}{v})\}$ ③ $\sin\{2\pi f(t-\frac{a}{v})\}$ ④ $\sin\{2\pi f(t+\frac{a}{v})\}$ ⑤ $\cos\{2\pi f(t-\frac{x}{v})\}$

⑥ $\cos\{2\pi f(t+\frac{x}{v})\}$ ⑦ $\sin\{2\pi f(t-\frac{x}{v})\}$ ⑧ $\sin\{2\pi f(t+\frac{x}{v})\}$ ⑨ $\cos(2\pi ft)$ ⓪ $\sin(2\pi ft)$