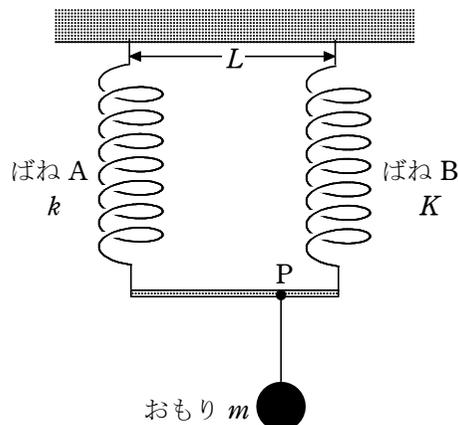


1 図のように、自然の長さが同じばね A (ばね定数 k) とばね B (ばね定数 K) を間隔 L で水平な天井からつり下げ、ばねの下端に長さ L の棒を取り付けた。この棒が水平に保たれるように、棒上の点 P に糸で質量 m のおもりをつり下げたところ、2つのばねは同じ長さ d だけ伸びて静止した。ただし、ばね、棒および糸の質量は無視できるものとする。



(1) ばねの伸び d はいくらになるか。正しいものを、次の ①～⑥ のうちから 1 つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g とする。 $d = \boxed{1}$

- ① $\frac{mg}{k}$ ② $\frac{mg}{K}$ ③ $\frac{mg}{k+K}$
 ④ $\frac{(k+K)mg}{kK}$ ⑤ $\frac{mg}{\sqrt{kK}}$ ⑥ $\frac{mg}{\sqrt{k^2+K^2}}$

(2) ばね B の弾性エネルギーは、ばね A の弾性エネルギーの何倍になるか。正しいものを、次の ①～⑥ のうちから 1 つ選べ。 $\boxed{2}$ 倍

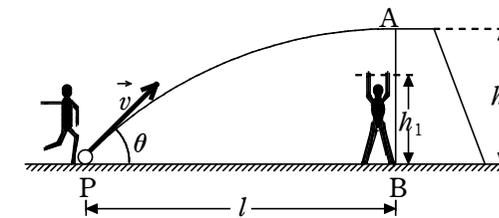
- ① $\frac{K}{k+K}$ ② $\frac{k}{k+K}$ ③ $\frac{K}{k}$ ④ $\frac{k}{K}$
 ⑤ $\left(\frac{K}{k+K}\right)^2$ ⑥ $\left(\frac{k}{k+K}\right)^2$ ⑦ $\left(\frac{K}{k}\right)^2$ ⑧ $\left(\frac{k}{K}\right)^2$

(3) おもりをつり下げた点 P は、棒の左端 (ばね A の側) からどれだけの距離であったか。正しいものを、次の ①～⑦ のうちから 1 つ選べ。 $\boxed{3}$

- ① $\frac{L}{2}$ ② $\frac{K}{k+K}L$ ③ $\frac{k}{k+K}L$ ④ $\frac{k+K}{4k}L$
 ⑤ $\frac{k+K}{4K}L$ ⑥ $\frac{\sqrt{kK}}{2k}L$ ⑦ $\frac{\sqrt{kK}}{2K}L$

解答 (1) ③ (2) ③ (3) ②

2 サッカーのシュートについて、単純化した状況で考えてみよう。図のように、点 P から初速度 \vec{v} でけり出されたボールは、実線で表した軌道を描いて点 A に到達する。点 A の真下の地点 B にいるゴールキーパーは、腕をのびしたまま真上にジャンプし、点 A でこのボールを手でとめる。PB の距離は l 、AB の高さは h_0 、ゴールキーパーの足が地面を離れた瞬間の手の高さは h_1 ($h_1 < h_0$) であるとする。重力加速度の大きさを g とし、空気の抵抗を無視する。



[A] ボールはゴールの上端 A に水平に入るようにけられる。次の問い(1), (2)に答えよ。

(1) ボールが点 P でけられる時刻を 0, 点 A に到達する時刻を t_0 とする。ボールの初速度 \vec{v} の鉛直成分 v_1 はいくらか。また、けり上げる角度を θ としたとき $\tan \theta$ はいくらか。それぞれの解答群のうちから正しいものを 1 つずつ選べ。

$v_1 = \boxed{1}$, $\tan \theta = \boxed{2}$

$\boxed{1}$ の解答群

- ① $\frac{1}{2}gt_0$ ② $\frac{1}{\sqrt{2}}gt_0$ ③ gt_0 ④ $\sqrt{2}gt_0$ ⑤ $2gt_0$

$\boxed{2}$ の解答群

- ① $\frac{1}{2l}gt_0^2$ ② $\frac{1}{\sqrt{2}l}gt_0^2$ ③ $\frac{1}{l}gt_0^2$ ④ $\frac{\sqrt{2}}{l}gt_0^2$ ⑤ $\frac{2}{l}gt_0^2$

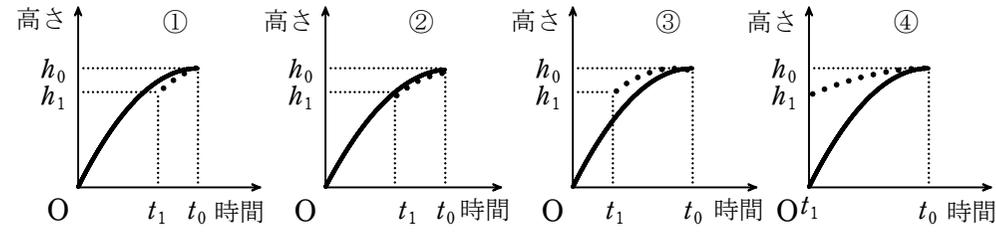
(2) 時刻 t_0 を点 A の高さ h_0 を用いて表す式はどれか。次の ①～⑤ のうちから正しいものを 1 つ選べ。 $t_0 = \boxed{3}$

- ① $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{h_0}{g}}$ ② $\sqrt{\frac{h_0}{2g}}$ ③ $\sqrt{\frac{h_0}{g}}$ ④ $\sqrt{\frac{2h_0}{g}}$ ⑤ $2\sqrt{\frac{h_0}{g}}$

[B] ゴールキーパーは、のびしている手がちょうど点 A までとどくようにジャンプして、点 A でボールをとめる。ただし、ジャンプしてからボールをとめるまで姿勢は変えないものとする。次の問い(3), (4)の答えを、それぞれ下の ①～④ のうちから 1 つずつ選べ。

(3) ゴールキーパーの足が地面をはなれる時刻を t_1 とする。ボールの高さと時間の関係を実線(——)で、 t_1 から後のゴールキーパーの手の高さ(破線)と時間の関係を破線(---)で、

(-----)で描くとどうなるか。 4



(4) $h_1 = \frac{3}{4}h_0$ の場合に時刻 t_1 を表す式はどれか。 $t_1 =$ 5

- ① 0 ② $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{h_0}{g}}$ ③ $\sqrt{\frac{h_0}{2g}}$ ④ $\sqrt{\frac{h_0}{g}}$

解答 (1) ③ (2) ③ (3) ④ (4) ② (5) ③