復習シリーズ　運動量とエネルギー　（標準編）第２回　（　）組（　）番　氏名（　　　　　　　　　）

基本事項

①　定義：　運動量=［　　　　］×［　　　　　］　　単位：　［　　　　　　］

②　運動量変化はその間に受けた力積に等しい

③「運動量保存の法則」が成立する条件は　［　　　　　　　　　　　　　　　　　　　］

④　はねかえり係数の定義　　e　＝　［　　　　　　　　　　　　　　］

⑤　力学的エネルギー　→　［　　　　　　　］、［　　　　　　　］、［　　　　　　　］

⑥「力学的エネルギー保存の法則」が成立する条件は　［　　　　　　　　　　　　　　　］

水平で滑らかな床の上に質量 M [kg]の板が置かれている。この板の上に質量 m [kg]の物体を乗せ、板の端に取り付けられたバネ定数 k [N/m]のバネの端に取り付けた。物体に力を加えてバネを d [m]押し縮め、静かに手を離した。最初、板と物体ともに静止していたが、バネに弾かれて互いに動き出した。バネの縮みが x [m]であるときの、板、物体の速度をそれぞれ、v [m/s]、V [m/s]として以下の問に答えなさい。

1.　力学的エネルギー保存の法則より、x、v、V の間の関係式を作りなさい。

2.　運動量保存の法則より、v、V の間の関係式を作りなさい。

3.　バネの縮みが x [m]であるとき、板、物体の速度を求めなさい。

4.　バネが最も伸びたときのバネの長さを求めなさい。

5.　床から見た物体の最大速度を求めなさい。

6.　床から見た板の最大速度を求めなさい。

7.　板から見た物体の速度の最大値を求めなさい。

復習シリーズ　運動量とエネルギー（標準編）第２回　　（　）組（　）番　氏名（　　　　　　　　　　）

水平で滑らかな床の上に質量 M [kg]の板が置かれている。この板の上に質量 m [kg]の物体を乗せ、板の端に取り付けられたバネ定数 k [N/m]のバネの端に取り付けた。物体に力を加えてバネを d [m]押し縮め、静かに手を離した。最初、板と物体ともに静止していたが、バネに弾かれて互いに動き出した。バネの縮みが x [m]であるときの、板、物体の速度をそれぞれ、v [m/s]、V [m/s]として以下の問に答えなさい。

1. 手を離す直前と、バネが x 縮んだときでの力学的エネルギー保存の法則より、

   x、v、V の間の関係式は　$\frac{1}{2}kd^2=\frac{1}{2}kx^2+\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}MV^2$ ･･･①

2. 手を離す直前と、バネが x 縮んだときでの運動量保存の法則より、$0=mv+MV$ ･･･②

3. バネの縮みが x [m]であるとき、板、物体の速度は、①、②より、$V=-\frac{mv}{M}$ を代入して、

   $\frac{1}{2}k\left(d^2-x^2\right)=\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}M\left(-\frac{mv}{M}\right)^2$ だから、これを整理すると、$k\left(d^2-x^2\right)=\frac{m(M+m)v^2}{M}$　だから、

   物体の速度は $v=\pm\sqrt{\frac{kM\left(d^2-x^2\right)}{m(M+m)}}$ ･･･③、板の速度は $V=\mp\sqrt{\frac{km\left(d^2-x^2\right)}{M(M+m)}}$ ･･･④

4. バネが最ものびたとき、板から見た物体の速度（相対速度）はゼロになる。したがって、板と物体の速度は等しくなる。したがって、②より、それぞれの速度は $v=V=0$ になる。これを①の式に代入して、

   $\frac{1}{2}kd^2=\frac{1}{2}kx^2+\frac{1}{2}m\times0^2+\frac{1}{2}M\times0^2$ だから、$x=\pm d$ より、

   バネが最ものびたときの伸びの大きさは d [m] である。

5. ③より、物体の速度は　$v=\pm\sqrt{\frac{kM\left(d^2-x^2\right)}{m(M+m)}}$ だから、

   物体の速度の最大値は $v_{\max}=\pm\sqrt{\frac{kMd^2}{m(M+m)}}$

6. ④より、板体の速度は　$V=\mp\sqrt{\frac{kM\left(d^2-x^2\right)}{m(M+m)}}$ だから、

   板の速度の最大値は $V_{\max}=\mp\sqrt{\frac{kmd^2}{M(M+m)}}$

7. 「板から見た物体の速度」＝「床から見た物体の速度」－「床から見た板の速度」より、板から見た物体の速度の最大値は $\left\{\pm\sqrt{\frac{kMd^2}{m(M+m)}}\right\}-\left\{\mp\sqrt{\frac{kmd^2}{M(M+m)}}\right\}=\pm\sqrt{\frac{kd^2}{(M+m)}}\left(\sqrt{\frac{M}{m}}+\sqrt{\frac{m}{M}}\right)$

   板から見た物体の速度の最大値は $\pm\sqrt{\frac{k(M+m)d^2}{mM}}$ である。