

力と運動の学習

§ 6. ニュートンのゆりかごを作ろうービー玉の衝突ー

準備するもの：レール、ビー玉（数個）、たこ糸、スチレンボード、アルミ棒、ホットボンド、ペンチ、アロンアルファ レールをおく机が斜めになっていないことが必要です。

（1）同じ大きさ、質量のビー玉を1個用意します。レールの中で止まっているビー玉にもう一つのビー玉を当てます。

<予想してみよう> 2つのビー玉はどう動くでしょう？

<やってみよう> 実際にやってみて結果を書きます。（班で実験）

（2）同じ大きさ、質量のビー玉を3個用意します。レールの中で止まっている2個のビー玉に3つ目のビー玉を当てます。逆に1つを止めて2個を当てます。（勢いよく当てるほうがよくわかる。）

<予想してみよう> 3つのビー玉はそれぞれどう動くでしょう？

<やってみよう> 実際にやってみて結果を書きます。（班で実験）

（3）同じ大きさ、質量のビー玉を5個用意します。レールの中で止まっている3個のビー玉に2つビー玉をそろえて当てます。逆に2個を止めて3個を当てます。

<予想してみよう> 5つのビー玉はそれぞれどう動くでしょう？

<やってみよう>実際にやってみて結果を書きます。(班で実験)

(4) 大きさ、質量の違うビー玉を2つ用意します。レールの中で止まっている1個のビー玉にもう一つのビー玉を当てます。

<予想してみよう>2つのビー玉はそれぞれどう動くでしょう？(大球を静止させてそれに小球をあてる場合、小球を静止させてそれに大球を当てる場合)

<やってみよう>実際にやってみて結果を書きます。(班で実験)

<つくってみよう>太めの糸でビー玉3個を吊って衝突させるおもちゃをつくろう。(各自実験)

① 小球3個それぞれにアロンアルファを1滴たらしてその上に30cm程度の長さの糸の真ん中がつくように乗せます。

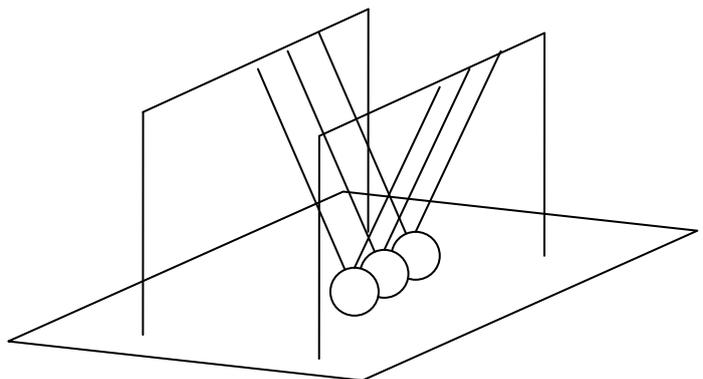
② アルミ棒を15,10,15cm ずつ折り曲げてコの字を2つ作る。

③ カラーボードを15cm×20cm程度に切る。

④ カラーボードにアルミ棒を10cm程度離して差し込み、ホットボンドで固定する。

⑤ 糸が小球に完全についたらアルミ棒にぶら下げます。つりさげる糸は長めがよい。糸はセロテープなどで仮止めして動かせるようにしておく。

⑥ 3個の小球が一直線にそろるように調整してできあがりです。糸をアロンアルファで完全に固定する。



(5) スーパーボールロケット

準備するもの：穴の開いたスーパーボール大(24.5g)・中 (8.4g)・小 (2.2g) 竹串

<やってみよう> (各自実験)

下から大中小のスーパーボールをそろえて竹串をまっすぐたてに通した状態 (一番下の大に竹串をさす) で数 10cm の高さから静かに離します。どうなったでしょう？

今日のまとめ

運動エネルギー $mv^2/2$ (m:ものの質量 v:ものの速さ)

速ければ速いほどエネルギーは大きい

止まっていれば運動エネルギーは0

同じ質量の球の衝突

白い球が、止まっている同じ質量の黒い球に真正面から衝突する



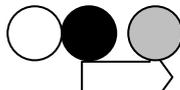
白はすべての (運動) エネルギーを黒に与える。白が止まって黒が同じ速さで動く。



白い球が、2つの止まっている同じ質量の黒と灰の球に真正面から衝突する



白が黒に衝突し白が止まって黒が同じ速さで動くがすぐ灰に当たる



黒が灰に当たって黒が止まって灰が同じ速さで動く



3つの白い球が、黒と灰に真正面から衝突する



白3が黒に当たって白3が止まり、黒が動く

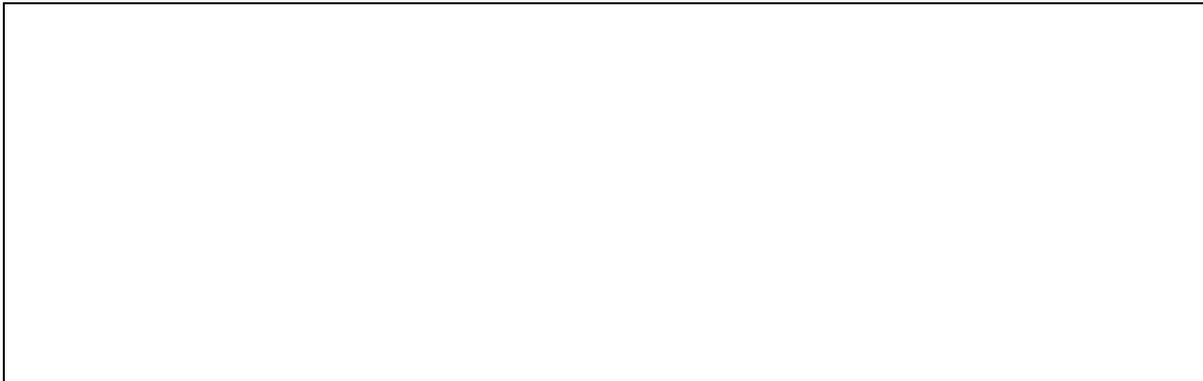
黒が灰に当たって黒が止まり灰が動く

白2が白3に当たって白2が止まり白3が動く

白3が黒に当たって白3が止まり黒が動く (灰と同じ速さで動く)

白1が白2にあたって・・・

続きは自分で書いてください

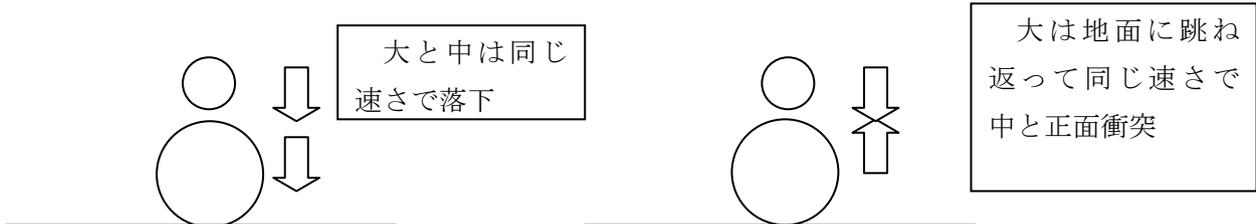


違う質量のスーパーボールをそろえて落とす。

①ある高さからものを地面に落とすとき、地面についたときのものの速さはもの大きさや質量にはよらず高さだけで決まる。つまり大、中、小すべて地面での速さは同じになる。

②ものが真上から落ちて地面にあたる時同じ速さ、同じエネルギーで跳ね返る場合（落とした高さまで上がる）と、速さが遅くなってエネルギーも小さくなる場合（落とした高さまで上がらない）がある。スーパーボールは前者に近く、地面にあたる時とほぼ同じ速さで跳ね返る。

1) 大が地面に当たって跳ね返る。その瞬間上から来た中に衝突する。



③同じ質量のものが同じ速さで正面衝突するとき両方は同じ速さで逆向きに反発する。質量の違うものが同じ速さで正面衝突するとき、大きいほうが少し、小さいほうが大きく反発する。

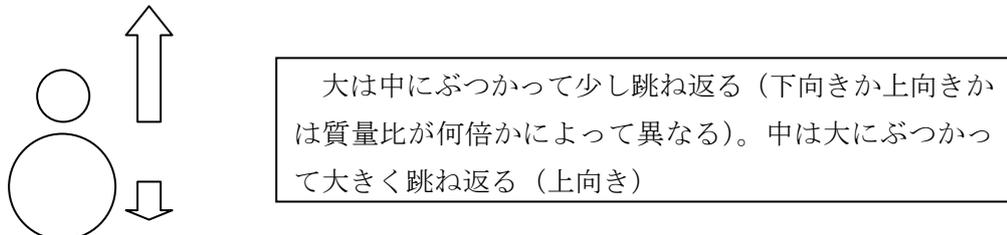
2つの質量がおなじ場合：反発したときの速さ 大 $-V$ 小 V お互い逆向きで元の速さ

2つの質量が2倍ちがう場合：反発した速さ 大 $-V/3$ 小 $5V/3$ お互い逆向き

2つの質量が3倍ちがう場合：反発した速さ 大 0 小 $2V$ 大は止まる

2つの質量が4倍ちがう場合：反発した速さ 大 $V/5$ 小 $11V/5$ 大も小も同じ向き

2つの質量がn倍ちがう場合：反発した速さ 大 $(n-3)V/(n+1)$ 小 $(3n-1)V/(n+1)$



④運動するもののエネルギーは速さの2乗に比例する。速さが倍になるとエネルギーは4倍。またエネルギーと跳ね上がる高さは比例する。

大（38mm）と中（27mm）のスーパーボールだと質量比（体積比）は約2.8倍。大と衝突した後の中の速さは元の1.9倍、エネルギーは3.8倍。つまり落とした高さの約3.8倍の高さまで跳ね上がる。

参考：速さk倍でn倍のボールとの正面衝突 大 $(nk-k-2)V/(n+1)$ 小 $(2nk+n-1)V/(n+1)$