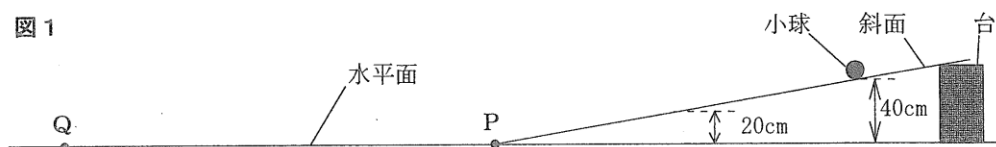


補充問題 熟技 37 運動と力②

問題 斜面上と水平面上の物体の運動とエネルギーについて調べるため、次の〔実験1〕と〔実験2〕を行った。ただし、小球と台車にはたらく摩擦力や空気の抵抗は無視でき、小球と台車は、斜面と水平面が接する点をなめらかに通過するものとする。

- 〔実験1〕
- ① 図1のように、ある高さの台を水平面上に置いて、この台を支えにして水平面上の点Pから続く斜面をつくった。
 - ② 水平面から40cmの高さになるように小球を斜面上に置いて手で支えた。
 - ③ 小球を支えていた手を静かにはなしたところ、小球は斜面を下り点Pと水平面上の点Qを通過した。このとき、手をはなしてからの小球の運動のようすを1秒間に60回の割合で発光するストロボスコープの光を当てて写真撮影した。
 - ④ 次に、水平面から20cmの高さになるように小球を斜面上に置いて、③と同じことを行った。

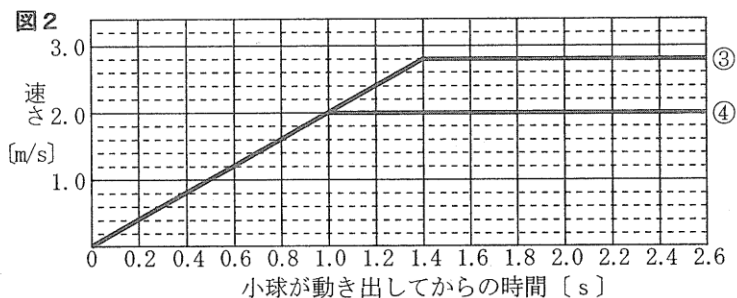
図1



〔実験1〕の③では、小球が点Pと点Qを通過したのは、手をはなしてからそれぞれ1.4秒後と2.4秒後であった。

図2は、〔実験1〕の③と④で、ストロボスコープの光を当てて撮影した写真をもとに、横軸に二つの小球が動き出しからの時間[s]を、縦軸に小球の速さ[m/s]をとり、その関係をグラフに表したものである。

図2



- 〔実験2〕
- ① 図3のように、厚い本の間に、本の背と平行になるように定規をはさんだ。
 - ② 次に、①の定規をはさんだ本を水平面に固定し、台車の高さが5.0cmになるように質量1.0kgの台車を斜面上に置いて手で支えた。
 - ③ 台車を支えていた手を静かにはなしたところ、台車は斜面とそれに続く水平面上を運動し、やがて、厚い本にはさんだ定規に衝突した。このときの定規が動いた距離を測定した。
 - ④ 定規をもとの位置に戻してから、台車に0.5kgのおもりを1個から3個まで順にのせて、それぞれについて②、③と同じことを行った。
 - ⑤ さらに、台車の高さを10.0cm、15.0cm、20.0cmに変えて①から④までと同じことを行った。

図3

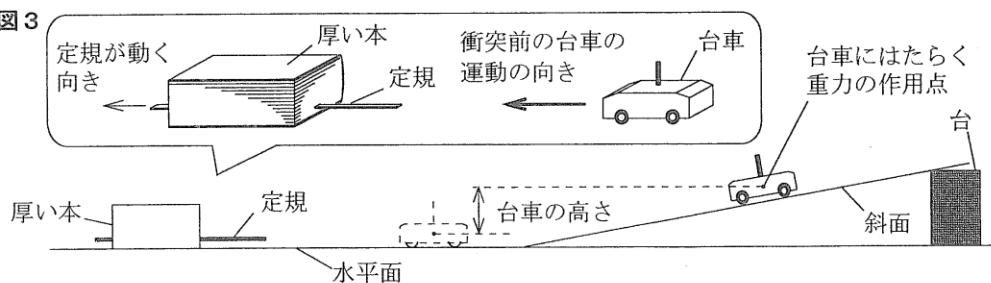
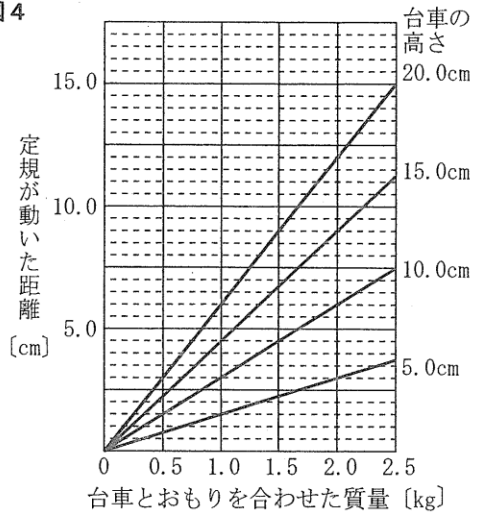


図4は、〔実験2〕で、台車の高さが5.0cm、10.0cm、15.0cm、20.0cmのそれぞれの場合について、横軸に台車とおもりを合わせた質量〔kg〕を、縦軸に定規が動いた距離〔cm〕をとり、その関係をグラフに表したものである。

図4



次の(1)から(4)までの問いに答えなさい。

- (1) 〔実験1〕の③で、小球が斜面上を運動しているときと水平面上を運動しているとき、小球の進行方向にはたらく力の大きさはどうなるか。これらについて説明した文の組み合わせとして最も適当なものを、次の表の**ア**から**エ**までの中から選んで、そのかな符号を書きなさい。

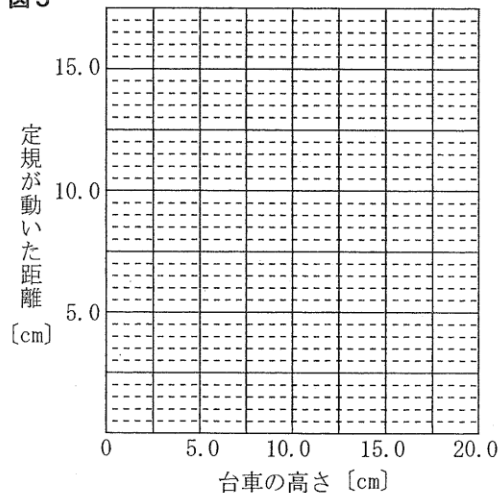
| | 斜面上を運動しているとき | 水平面上を運動しているとき |
|----------|--------------|---------------|
| ア | 力は一定の大きさである | 力は一定の大きさである |
| イ | 力は一定の大きさである | 力ははたらいしていない |
| ウ | 力はしだいに大きくなる | 力は一定の大きさである |
| エ | 力はしだいに大きくなる | 力ははたらいしていない |

- (2) 〔実験1〕の④では、小球が点Pを通過したのは、支えていた手をはなしてから1.0秒後であった。このとき、小球が点Qを通過するのは、手をはなしてから何秒後か。最も適当なものを、次の**ア**から**カ**までの中から選んで、そのかな符号を書きなさい。

ア 1.4秒 **イ** 2.4秒 **ウ** 2.8秒 **エ** 3.2秒 **オ** 4.6秒 **カ** 5.2秒

- (3) 〔実験2〕で、1.0kgの台車に0.5kgのおもりを2個のせて、台車の高さをさまざまに変えて、③と同じことを行ったとすると、台車の高さ、定規が動いた距離との関係はどのようになるか。横軸に台車の高さを、縦軸に定規が動いた距離をとり、その関係を表すグラフを解答欄の**図5**に書きなさい。

図5



- (4) 〔実験2〕で、1.0kgの台車に0.5kgのおもりを3個のせて、台車の高さを8.0cmにして③と同じことを行ったとすると、定規が動いた距離は何cmになると考えられるか。最も適当なものを、次の**ア**から**カ**までの中から選んで、そのかな符号を書きなさい。

ア 3.5cm **イ** 4.5cm **ウ** 6.0cm **エ** 7.5cm **オ** 11.0cm **カ** 15.0cm

塾技 37 補充問題 解答・解説

解

- (1) 図 2 より，小球が斜面上を運動しているときは速さが一定の割合で大きくなる等加速度運動を，水平面上を運動しているときは速さが一定の等速直線運動をしていることがわかる。

「塾技 37 **1**」(1) の図より，等加速度運動のとき，進行方向にはたらく力(斜面方向の分力)の大きさは一定である。

一方，「塾技 36 **4**」(1) より，摩擦のない水平面を小球が等速直線運動しているときは，抗力と重力がつり合って合力 0 の状態になるため，小球の進行方向に力ははたらいしていない。

以上より，符号はイとわかる。

答 イ

- (2) まず，PQ 間の距離を求める。

③では PQ 間を， $2.4 - 1.4 = 1.0$ [秒] で進んでいるが，このときの速さは図 2 より 2.8m/s なので，PQ 間の距離は， $2.8 \times 1.0 = 2.8$ [m] とわかる。一方，④では PQ 間を 2.0m/秒 の速さで進んでいるので，PQ 間を進むには， $\frac{2.8}{2.0} = 1.4$ [秒] かかる。

よって，小球が点 Q を通過するのは，手を離してから， $1.0 + 1.4 = 2.4$ [秒] 後と求められる。

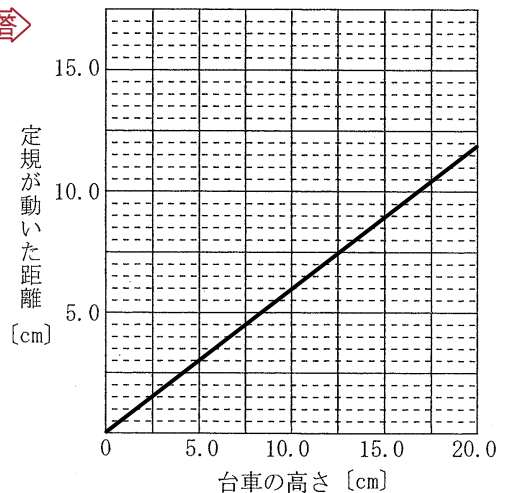
答 イ

- (3) 図 4 より，定規が動いた距離は，台車とおもりを合わせた質量に比例することがわかる。

また，台車とおもりを合わせた質量が同じとき，定規が動いた距離と台車を離れた高さの関係の考えると，台車とおもりを合わせた質量が 2.0kg のとき，台車を離れた高さが 10.0cm のときは定規が 6.0cm 動き， 20.0cm のときは定規が 2 倍の 12.0cm 動いている。

よって，台車とおもりを合わせた質量が一定のとき，定規が動いた距離は台車の高さに比例することがわかる。

答



- (4) 図 4 より，台車とおもりを合わせた質量が 2.5kg のとき，台車の高さを 10.0cm にすると定規が 7.5cm 動いているので，高さを 8.0cm にしたときは，

$$7.5 \times \frac{8.0}{10.0} = 6.0 \text{ [cm]}$$

答 ウ