

## 〔力積と運動量〕

### 【1】1998年度 追試験 物理 IB 第1問

問1 速さ  $v$  で北向きに飛んできた質量  $m$  のボールをバットでバントしたところ、ボールの速さが  $0$  になり、その後、真下に落下した。このとき、バットがボールに与えた力積はいくらか。次の①～⑤のうちから正しいものを一つ選べ。

- ① 北向きに  $mv$       ② 北向きに  $2mv$       ③  $0$   
④ 南向きに  $mv$       ⑤ 南向きに  $2mv$

### 【2】2001年度 追試験 物理 IA 第4問 B

図2のように、左から1台の台車が、互いに接する5台の静止した台車に速さ  $v$  で衝突した。台車はすべて同種で質量が等しい。また、台車と線路の間の摩擦は無視できるものとする。

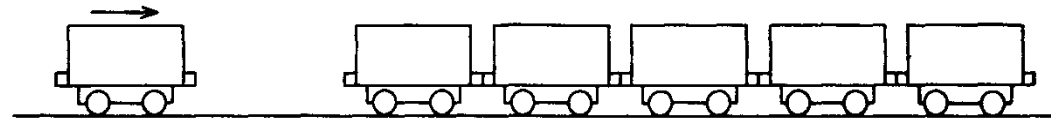


図 2

問3 静止している5台の台車が連結器でつながれている場合、衝突後、5台と1台が連結して全体が一体となって運動するとすれば、衝突後の速さはいくらになるか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ①  $\sqrt{\frac{5}{6}}v$       ②  $\sqrt{\frac{1}{5}}v$       ③  $\sqrt{\frac{1}{6}}v$   
④  $\frac{5}{6}v$       ⑤  $\frac{1}{5}v$       ⑥  $\frac{1}{6}v$

問4 静止している5台の台車が互いにつながれていない場合、衝突後、一番右端の台車が速さ  $v$  で右へ走り出した。衝突した台車と残り4台の台車の、衝突後の運動の様子として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 衝突した台車は静止し、残り4台の台車も静止したままである。
- ② 衝突した台車は静止し、残り4台の台車は右へ走り出す。
- ③ 衝突した台車も、残り4台の台車も右へ走り出す。
- ④ 衝突した台車は左へ、残り4台の台車は右へ走り出す。
- ⑤ 衝突した台車は左へ走り出し、残り4台の台車は静止したままである。

### 【3】 2004年度 本試験 物理IA 第4問 B

立方体のまったく同じ積み木A、B、Cがある。滑らかな床にこの積み木を並べて遊んだ。

図2のように、静止した積み木Bに積み木Aをある速さで衝突させたところ、衝突の後、Aは静止し、BはAの初めの速さと同じ速さで動き出した。ただし、空気抵抗は無視できるものとする。

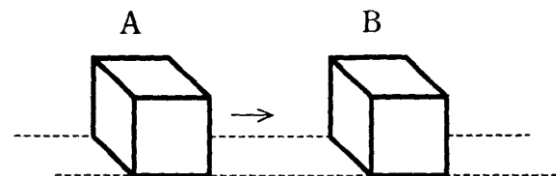


図 2

問4 下線部の衝突現象に最も関係の深い語句を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 等加速度運動                      ② 万有引力
- ③ 力のつりあい                      ④ 運動量の保存
- ⑤ 重力による位置エネルギー

問5 次に、図3のように、積み木B、Cをわずかにすき間を空けて置き、積み木Aを速さ $v_0$ で左から衝突させたところ、AとBが衝突し、そのすぐ後にBとCが衝突した。その後の積み木の様子として最も適当なものを、以下の①～⑤のうちから一つ選べ。

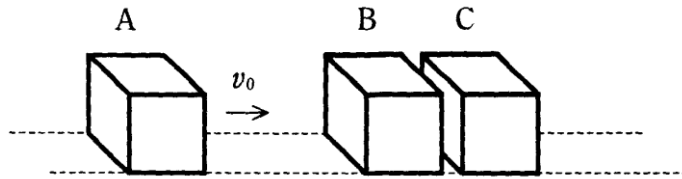


図 3

	A	B	C
①	静止	右へ速さ $\frac{1}{2}v_0$ で動く	右へ速さ $\frac{1}{2}v_0$ で動く
②	静止	静止	右へ速さ $v_0$ で動く
③	右へ速さ $\frac{1}{3}v_0$ で動く	右へ速さ $\frac{1}{3}v_0$ で動く	右へ速さ $\frac{1}{3}v_0$ で動く
④	左へ速さ $v_0$ で動く	静止	右へ速さ $2v_0$ で動く
⑤	左へ速さ $v_0$ で動く	右へ速さ $v_0$ で動く	右へ速さ $v_0$ で動く

問6 また、図4のように、静止した積み木Bに厚紙をはり付けて積み木Aを速さ $v_0$ で衝突させた。衝突の後、積み木Aは $v_0$ の $\frac{1}{3}$ の速さで右へ動いた。このとき、積み木Bの速さは、 $v_0$ の何倍か。最も適当なものを、以下の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、厚紙の質量は無視できるものとする。

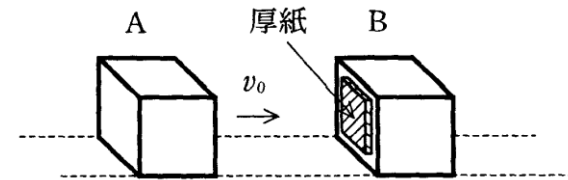


図 4

- |     |                 |                 |                 |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|
| ① 0 | ② $\frac{1}{3}$ | ③ $\frac{1}{2}$ | ④ $\frac{2}{3}$ |
| ⑤ 1 | ⑥ $\frac{3}{2}$ | ⑦ 2             | ⑧ 3             |

【4】2004年度 追試験 物理IB 第2問 B

図2のように、水平な床の点Aから、垂直に立てられた壁に向かって角度 $\theta$ で質量 $m$ の小球が打ち出された。小球は最高点に達した後、壁面上の点Bではね返り、床の点Cに落ちて角度 $\theta'$ の方向にはね上がった。ただし、床、壁は共に滑らかで、小球に対するはねかえり係数(反発係数)の大きさを共に $e$ とする。また、壁がないときの小球の到達位置Dと壁との間の距離を $L$ とする。

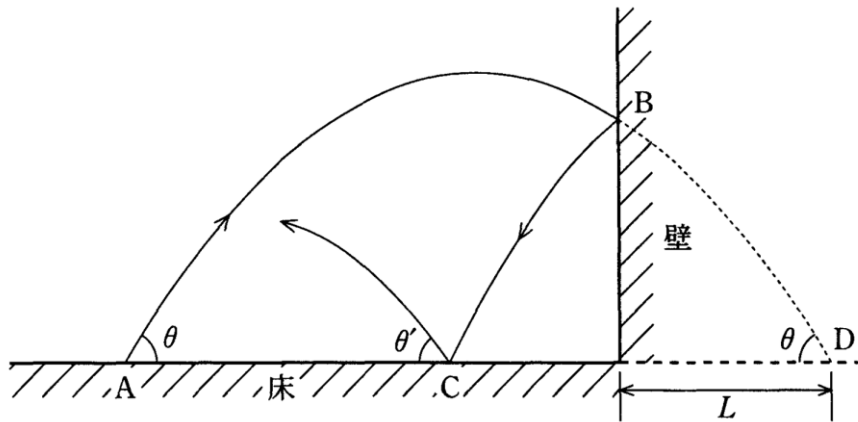
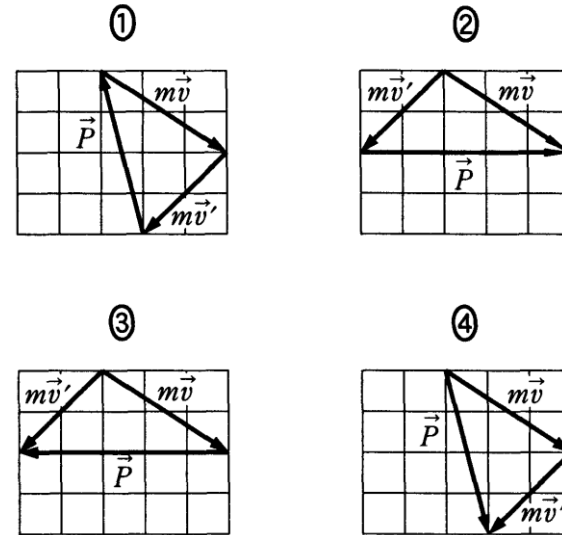


図 2

問4 壁に衝突する直前の小球の運動量ベクトルを  $m\vec{v}$  とすると、衝突

直後の小球の運動量ベクトル  $m\vec{v}'$  と壁が小球に加えた力積  $\vec{P}$  の関係はどうなるか。最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。



問5 点Cから壁までの水平距離はいくらか。正しいものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

- ①  $L$                       ②  $eL$
- ③  $e^2L$                     ④  $(1-e)L$

問6  $\tan \theta'$  は  $\tan \theta$  の何倍か。正しいものを、次の①~④のうちから一つ選べ。  倍

- ①  $1$                           ②  $e$
- ③  $1-e$                       ④  $1-e^2$

【5】 2003年度 追試験 物理IB 第2問 A

図1のように、水平な床と $45^\circ$ の角度をなすなめらかな斜面Sがある。斜面上方の点Pから小球を静かに落下させると、点線で示す経路のように点Qではねかえり、水平な床の点Rに達した。ただし、床から点Qまでの高さを $H$ 、点P、Q間の距離を $h$ 、点Q、R間の水平距離を $L$ とする。また、重力加速度の大きさは $g$ で、空気抵抗は無視できるものとする。点Qでの衝突は弾性衝突とする。

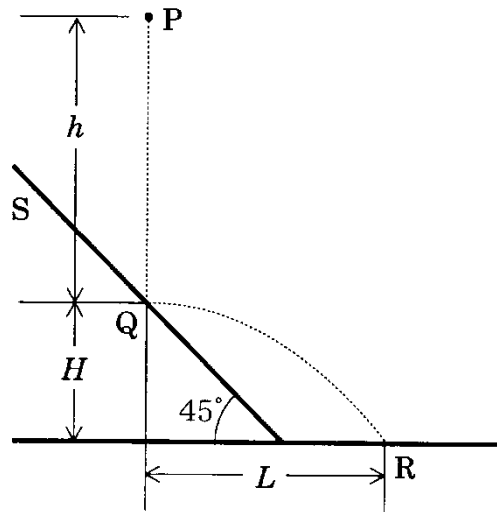
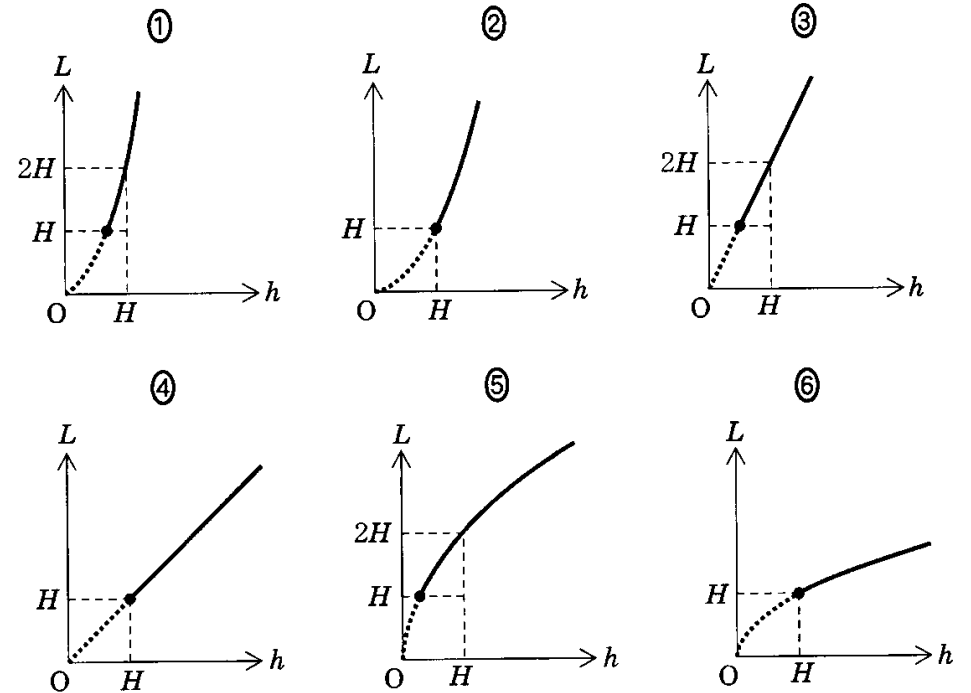


図 1

問1 小球が点Rに達する直前の速さとして正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ①  $\sqrt{2gh}$                       ②  $\sqrt{2gH}$
- ③  $\sqrt{2g(h+H)}$               ④  $2\sqrt{2gh}$
- ⑤  $2\sqrt{2gH}$                     ⑥  $2\sqrt{2g(h+H)}$

問2  $h$ と $L$ との関係を実線で表すとどのようなグラフになるか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。



問3 斜面Sの代わりに、図2のように、水平な床と角度 $\theta (< 45^\circ)$ をなすなめらかな斜面S'をおく。小球は、はねかえり係数(反発係数) $e$ で斜面S'と非弾性衝突をする。小球を静かに落下させるとS'に衝突し、水平方向にはねかえった。このときの $\theta$ と $e$ との関係式として正しいものを、以下の①~⑥のうちから一つ選べ。

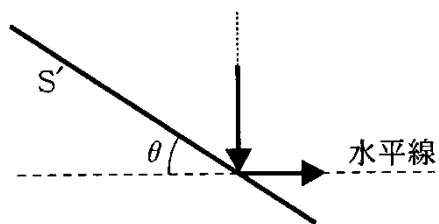


図 2

- |                               |                                 |
|-------------------------------|---------------------------------|
| ① $e = \tan \theta$           | ② $e = \tan^2 \theta$           |
| ③ $e = \frac{1}{\tan \theta}$ | ④ $e = \frac{1}{\tan^2 \theta}$ |
| ⑤ $e = \sqrt{2} \sin \theta$  | ⑥ $e = \sqrt{2} \cos \theta$    |

【6】1998年度 本試験 物理IB 第2問

A 図2のような、なめらかな斜面の水平部に、質量 $m$ の小物体Iを置き、同じ質量 $m$ の小物体IIを斜面上の点Aに置いて、静かに手を離した。小物体IIは斜面を滑り降りて、小物体Iに弾性衝突をした。小物体Iは点Bから水平に飛び出し、水平距離 $l_1$ の点Cに落下した。重力加速度の大きさを $g$ 、斜面上の点A、Bの高さをそれぞれ $h_A$ 、 $h_B$ とする。なお、A、B、Cは同一の鉛直平面内にある。

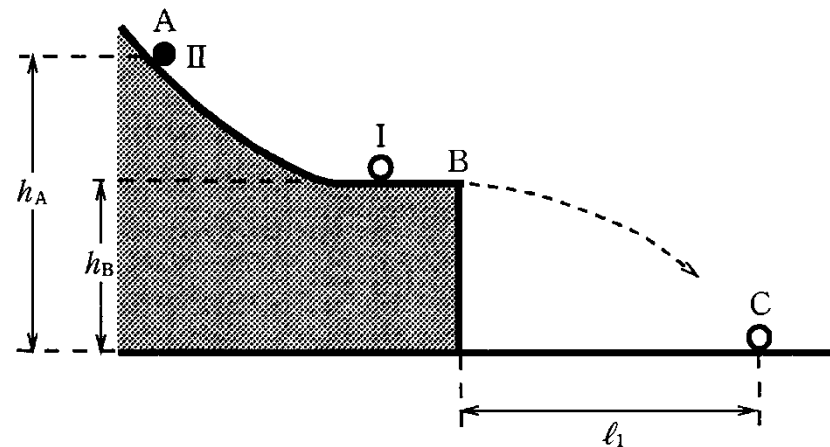


図 2

問1 点Bでの小物体Iの速さ  $v$  はいくらか。次の①～⑥のうちから正しいものを一つ選べ。

- ①  $\sqrt{2gh_A}$                       ②  $g\sqrt{2h_A}$   
 ③  $2gh_A$                         ④  $\sqrt{2g(h_A - h_B)}$   
 ⑤  $g\sqrt{2(h_A - h_B)}$         ⑥  $2g(h_A - h_B)$

問2 点Bと小物体Iの落下点Cとの水平距離  $l_1$  はいくらか。次の①～⑥のうちから正しいものを一つ選べ。

- ①  $v\sqrt{\frac{h_A}{g}}$                       ②  $v\sqrt{\frac{h_B}{g}}$   
 ③  $v\sqrt{\frac{2h_A}{g}}$                       ④  $v\sqrt{\frac{2h_B}{g}}$   
 ⑤  $v\sqrt{\frac{h_A - h_B}{g}}$                       ⑥  $v\sqrt{\frac{2(h_A - h_B)}{g}}$

B 図2と同じ斜面の水平部に、図3のように、小物体IIと同じ質量  $m$  の小物体IIIが置かれている。小物体IIを点Aから静かに滑らせたところ、はねかえり係数(反発係数)  $e$  で小物体IIIと非弾性衝突をし、点Bからの水平距離  $l_2$  の点Dに落下した。また、小物体IIIは、衝突後、点Bからの水平距離  $l_3$  の点Eに落下した。なお、点A、B、D、Eは同一の鉛直平面内にある。

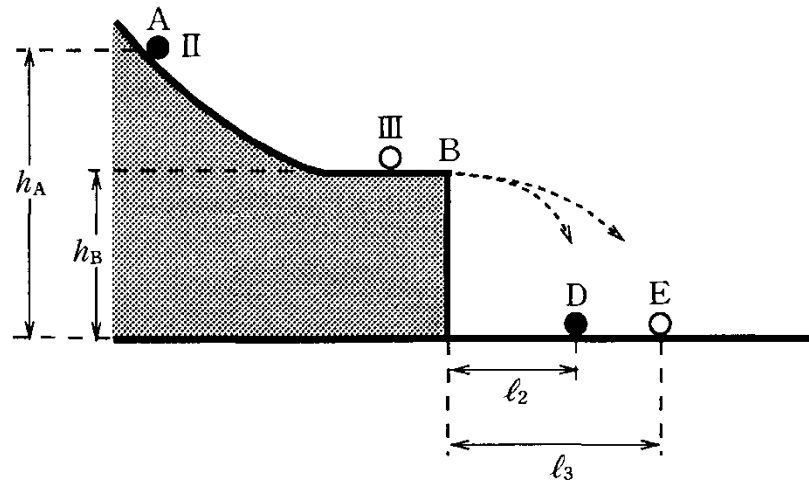


図 3

問3 二つの小物体の運動エネルギーと運動量は衝突の前後でどうなるか。次の①～④のうちから正しいものを一つ選べ。

- ① 二つの小物体の運動エネルギーの和も運動量の和も保存する。
- ② 二つの小物体の運動エネルギーの和は保存するが、運動量の和は保存しない。
- ③ 二つの小物体の運動量の和は保存するが、運動エネルギーの和は保存しない。
- ④ 二つの小物体の運動エネルギーの和も運動量の和も、保存しない。

問4 図2の $l_1$ と図3の $l_2, l_3$ との関係として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ①  $l_1 = l_2 + l_3$
- ②  $l_1 = l_2 + el_3$
- ③  $l_1 = e(l_2 + l_3)$
- ④  $l_1 = l_3 - l_2$
- ⑤  $l_1 = l_3 - el_2$
- ⑥  $l_1 = e(l_3 - l_2)$

問5 二つの小物体の間のはねかえり係数 $e$ はいくらか。次の①～⑥のうちから正しいものを一つ選べ。

- ①  $\frac{l_3 + l_2}{l_3 - l_2}$
- ②  $\left(\frac{l_3 + l_2}{l_3 - l_2}\right)^2$
- ③  $\sqrt{\frac{l_3 + l_2}{l_3 - l_2}}$
- ④  $\frac{l_3 - l_2}{l_3 + l_2}$
- ⑤  $\left(\frac{l_3 - l_2}{l_3 + l_2}\right)^2$
- ⑥  $\sqrt{\frac{l_3 - l_2}{l_3 + l_2}}$