

広島大学

令和6年度 広島大学光り輝き入試

総合型選抜Ⅱ型

解答例

工学部 第一類

(機械・輸送・材料・エネルギー系)

科目名：筆記試験

解答の公表に当たって、一義的な解答が示せない記述式の問題等については、「出題の意図又は複数の若しくは標準的な解答例等」を公表することとしています。

また、記述式の問題以外の問題についても、標準的な解答例として正答の一つを示している場合があります。

解答例

問題 1

(1) 小球 1 の速さを v_0 とすると、力学的エネルギー保存の式から $\frac{1}{2}ka^2 = \frac{1}{2}mv_0^2$

これを解いて $v_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}a$ となる。

(2) 点 A で衝突直後の小球 1, 2 の速さをそれぞれ v, V (右向きを正) とすると、運動量保存則より

$$mv_0 = mv + MV$$

反発係数の式より $1 = \frac{V - v}{v_0}$

よって、 $v = \frac{m-M}{m+M}v_0 = \frac{m-M}{m+M}\sqrt{\frac{k}{m}}a$, $V = \frac{2m}{m+M}v_0 = \frac{2m}{m+M}\sqrt{\frac{k}{m}}a$

(3) 小球 2 が受けた力積は、小球 2 の運動量の変化に等しいので $MV - 0 = \frac{2Mm}{m+M}\sqrt{\frac{k}{m}}a$

(4) 点 B での小球 2 の速さを v_B とすると、力学的エネルギー保存則より

$$\frac{1}{2}MV^2 = \frac{1}{2}Mv_B^2 + Mg \cdot 2R \quad \therefore v_B^2 = V^2 - 4gR \quad \text{①}$$

小球 2 が点 B に到達したとき、円の半径方向の運動方程式は下記である。

$$M\frac{v_B^2}{R} = N + Mg \quad \therefore N = M\frac{v_B^2}{R} - Mg \quad \text{②}$$

①を代入して、 $N = \frac{M}{R}V^2 - 5Mg = \frac{M}{R}\left(\frac{2m}{m+M}\right)^2\frac{k}{m}a^2 - 5Mg$

(5) 点 B に到達するためには $N \geq 0$ でなければならないので、①, ②より

$$v_B^2 - gR = V^2 - 4gR - gR \geq 0 \quad \therefore V^2 \geq 5gR$$

押し縮めた長さ a が最小値のとき、 V も最小値 ($V^2 = 5gR$) となり、点 B での速さは

$$v_B^2 = V^2 - 4gR = 5gR - 4gR = gR \quad \therefore v_B = \sqrt{gR} \quad (\text{点 B での垂直抗力 } N = 0)$$

また、点 B から落下地点に到達するまでの時間を t とすると

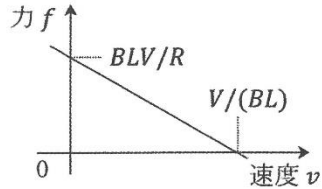
$$\frac{1}{2}gt^2 = 2R \quad \therefore t = 2\sqrt{\frac{R}{g}}$$

よって落下地点と点 A の間の距離は

$$\sqrt{gR} \cdot 2\sqrt{\frac{R}{g}} = 2R$$

問題 2

- (1) レール P の電位を V_e とすると、 V_e は導体棒で生じる誘導起電力に等しく、 $V_e = BLv$ である。
- (2) 電源の陽極とレール P の間に抵抗 R があるので、電流は $I = (V - V_e)/R = (V - BLv)/R$ である。
- (3) 導体棒に加わる力は $f = BLI = BL(V - BLv)/R$ であり、グラフは下記である。



- (4) 向きは左向き、大きさは BLV/R
- (5) $W_F = fv = BLv(V - BLv)/R$
- (6) $W_J = RI^2 = (V - BLv)^2/R$
- (7) $W_F + W_J$ は電池が単位時間あたりにする仕事（電池が単位時間あたりに放出するエネルギー）に相当する。実際に $W_F + W_J = V(V - BLv)/R = VI$ が成立することからもこれが分かる。
- (8) $v = V/BL$, $I = 0$, $W_F = 0$, $W_J = 0$ である。このとき、電池の起電力と導体棒の起電力が釣り合って電流がゼロになっている。電池に蓄えられたエネルギーはこの間消費されない。
- (9) 導体棒を左向きにできるだけ速く動かせばよい。