

物理学

問題 1

- (1) A と B が動き出す直前の静止状態にあるときの A と B の力のつりあいを考える。A にはたらく垂直抗力を N 、静止摩擦力を f 、糸の張力を T_0 とすると、

$$\text{水平方向： } f = T_0$$

$$\text{鉛直方向： } N = mg \quad \text{①}$$

となる。

一方、B にはたらく力のつりあいは、

$$T_0 = \frac{3}{4}mg$$

である。

A が滑り出す直前の状態では $f = \mu_0 N$ となっているから、

$$\mu_0 = \frac{f}{N} = \frac{T_0}{mg} = \frac{3}{4}$$

$$\text{答 } \mu_0 = \frac{3}{4}$$

- (2) A と B の加速度の大きさは同じで a である。運動中の糸の張力を T とし、物体 A と B の運動方程式を考える。

A については

$$ma = T - \mu N \quad \text{②}$$

B については

$$\frac{3}{4}ma = \frac{3}{4}mg - T \quad \text{③}$$

② + ③より T を消去して

$$ma + \frac{3}{4}ma = \frac{3}{4}mg - \mu N$$

$$\text{① より } N = mg, \mu = \frac{1}{3} \text{ なので, } a = \frac{5}{21}g$$

$$\text{答 } a = \frac{5}{21}g$$

(3)

(2)の解を(2)の③式に代入して、

$$T = \frac{4}{7}mg$$

答 $T = \frac{4}{7}mg$

(4)

Bは鉛直下向きに等加速度運動をする。床に達する直前の物体Bの速度の大きさを v_B とすると、(2)で求めた a を代入して、

$$v_B^2 - 0^2 = 2ah = \frac{10}{21}gh$$

$$v_B > 0 \text{ より}$$

$$v_B = \sqrt{\frac{10}{21}gh}$$

答 $\sqrt{\frac{10}{21}gh}$

- (5) B が床に達した段階で、A は h だけ移動しており、B とおなじ速さ v_B まで加速している。A がさらに距離 x だけ移動して静止する状況を考える。A の水平右向きの加速度を a' とおくと、糸の張力は 0 になっているので、A の運動方程式は、

$$ma' = -\mu N$$

となる。

$$ma' = -\frac{1}{3}mg$$

となるので

$$a' = -\frac{1}{3}g$$

等加速度運動をしているので、

$$0^2 - v_B^2 = 2a'x$$

(4) で求めた v_B^2 を代入して、

$$0 - \frac{10}{21}gh = 2\left(-\frac{1}{3}g\right)x$$

$$x = \frac{5}{7}h$$

求める距離 l は、

$$l = h + x = \frac{12}{7}h$$

答 $l = \frac{12}{7}h$

過去問題の利用について

物理学 問題 1 には、鳥取大学平成 25 年前期日程物理 I ・物理 II の問題を改変して利用しました。

物理学

問題 2

(1)

ア	92	イ	143
ウ	235	エ	放射線
オ	放射能	カ	ベクレル (Bq)

(2)

(a)

反応前後の質量の差は
 $(235.0439 \text{ u} + 1.0087 \text{ u}) - (140.9139 \text{ u} + 91.8973 \text{ u} + 3 \times 1.0087 \text{ u}) = 0.2153 \text{ u}$

答 0.2153u

(b)

反応前後の質量の差は
 0.2153u

よって、発生するエネルギーは

$$E = \Delta mc^2 = 0.2153 \times 1.66 \times 10^{-27} \times (3.0 \times 10^8)^2$$

$$= 3.2 \times 10^{-11} \text{ J}$$

答 $3.2 \times 10^{-11} \text{ J}$

(c)

エネルギー
<p>1.0 kg あたりのウランの放出エネルギー（相当質量）は $\frac{1}{235\text{u}}$</p> <p>よって、1.0 kg のウランが放出するエネルギーは</p> $E = \Delta mc^2 = \frac{0.2153\text{u} \times (3.0 \times 10^8)^2}{235\text{u}} = 8.2 \times 10^{13} \text{ J}$ <p style="text-align: right;">答 $8.2 \times 10^{13} \text{ J}$</p>
石油の質量
<p>1.0 kg の石油の燃焼による熱量 $4.2 \times 10^7 \text{ J}$ であるので</p> <p>石油でウラン相当の熱量を得るには</p> $\frac{8.2 \times 10^{13}}{4.2 \times 10^7} = 2.0 \times 10^6 \text{ kg} \quad \text{の石油が必要}$ <p style="text-align: right;">答 $2.0 \times 10^6 \text{ kg}$</p>