

# 物 理 I

(全 問 必 答)

第1問 次の文章を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 30)

図1のように、水平とのなす角 $\theta$ の十分長い斜面上を、質量 $M$ の車が上昇している。車の前輪と後輪との間隔は $l$ で、前輪と後輪の中心線上に車の重心 $G$ があり、 $G$ の斜面からの距離は $h$ である。なお、この車は前輪駆動である。すなわち図1のように、前輪と斜面との間の静止摩擦力 $F$ によって車は前進し、後輪と斜面との間に摩擦はない。さらに図1のように、前・後輪が斜面から受ける垂直抗力の大きさをそれぞれ $N_1$ 、 $N_2$ とする。前輪と斜面との間の静止摩擦係数を $\mu$ とし、重力加速度の大きさを $g$ とする。また、車輪の質量や空気抵抗は無視できるものとする。なお、自動車は一般に前・後輪とも2輪を有するが、ここでは簡単のためそれぞれ1輪にまとめて取り扱う。

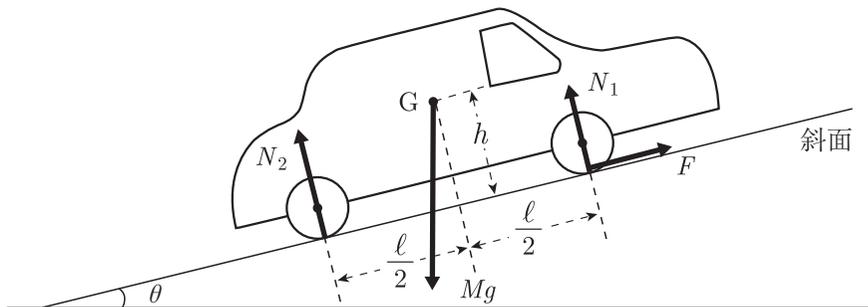


図 1

問1  $N_1$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。なお、斜面に垂直な方向の力のつりあいの式と、Gのまわりの力のモーメントのつりあいの式とを用いて求めよ。 $N_1 = \boxed{1}$

①  $\frac{Mg \sin \theta}{2} - \frac{hF}{\ell}$

②  $\frac{Mg \sin \theta}{2} + \frac{hF}{\ell}$

③  $\frac{Mg \cos \theta}{2} - \frac{hF}{\ell}$

④  $\frac{Mg \cos \theta}{2} + \frac{hF}{\ell}$

問2  $N_2$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

$N_2 = \boxed{2}$

①  $\frac{Mg \sin \theta}{2} - \frac{hF}{\ell}$

②  $\frac{Mg \sin \theta}{2} + \frac{hF}{\ell}$

③  $\frac{Mg \cos \theta}{2} - \frac{hF}{\ell}$

④  $\frac{Mg \cos \theta}{2} + \frac{hF}{\ell}$

問3 静止摩擦力  $F$  の最大値はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $F \leq \boxed{3}$

①  $\frac{\mu Mg \ell \cos \theta}{2(\ell + \mu h)}$

②  $\frac{\mu Mg \ell \cos \theta}{\ell + \mu h}$

③  $\frac{\mu Mg \ell \sin \theta}{2(\ell + \mu h)}$

④  $\frac{\mu Mg \ell \sin \theta}{\ell + \mu h}$

問4 車が斜面を上昇する加速度はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $\boxed{4}$

①  $\frac{F}{M} + g \cos \theta$

②  $\frac{F}{M} - g \cos \theta$

③  $\frac{F}{M} + g \sin \theta$

④  $\frac{F}{M} - g \sin \theta$

物理 I

問5 問4の加速度の最大値はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

①  $\frac{\mu g l \cos \theta}{2(\ell + \mu h)} + g \sin \theta$

②  $\frac{\mu g l \cos \theta}{2(\ell + \mu h)} - g \sin \theta$

③  $\frac{\mu g l \cos \theta}{\ell + \mu h} + g \sin \theta$

④  $\frac{\mu g l \cos \theta}{\ell + \mu h} - g \sin \theta$

問6 斜面の傾角  $\theta$  の正接がある値以上になれば、この車はどんなに頑張っても斜面を登り続けられない。その値はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $\tan \theta \geq$  6

①  $\frac{2(\ell + \mu h)}{\mu \ell}$

②  $\frac{\ell + \mu h}{\mu \ell}$

③  $\frac{\mu \ell}{2(\ell + \mu \ell)}$

④  $\frac{\mu \ell}{\ell + \mu h}$

**第2問** 次の文章を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 30)

図1のように、単位長さ当たりの質量  $\rho$ 、全長  $l$  の一様な綱がある。綱の上端 D を天井に固定し、綱を鉛直に垂らし、その下端を A とする。質量  $m$  の人が、上端 D から初速 0 で、この綱をつたって一定の加速度  $a$  ですべり降りる。このとき、人と綱との間には一定の大きさ  $F$  の力がはたらいっているものとする。また、人より下の位置にある任意の点を B とし、AB 間の距離を  $x$  とする。さらに、人より上の位置にある任意の点を C とし、BC 間の距離を  $y$  とする。重力加速度の大きさを  $g$  とする。

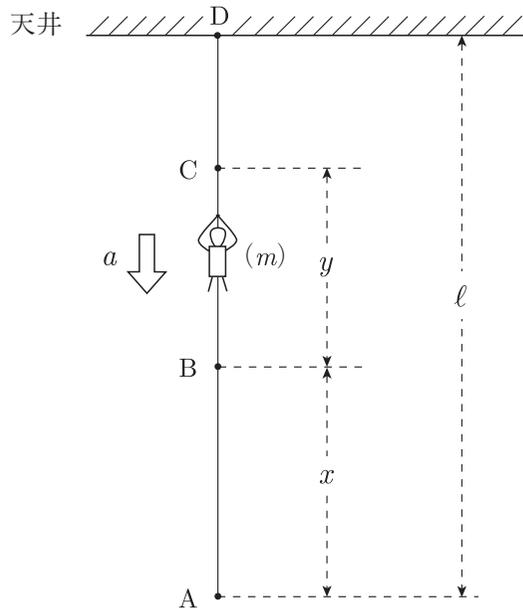


図 1



物理 I

問 6 人が、上端 D から  $0.9\ell$  の距離までは、一定の加速度  $0.1g$  で綱をすべり降り、そこで綱のにぎりを急に強めて一定の加速度で速さを落とし、 $0.1\ell$  だけすべって下端 A で速度 0 になった。この減速の加速度(鉛直下向きを正とする)はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

①  $-0.8g$

②  $0.8g$

③  $-0.9g$

④  $0.9g$

**第3問** 次の文章を読み、各問い(問1～4)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 20)

図1のように、真空中に格子間隔  $d$  の回折格子を置き、その格子面に垂直に真空中での波長  $\lambda$  の単色光を入射させる。回折角  $\theta$  は入射方向から反時計回りを正とする。

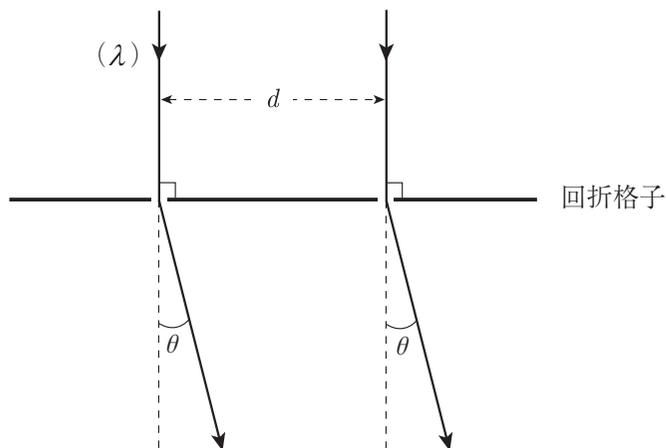


図 1

**問1** 真空中の光速を  $c$  とすると、この単色光の振動数はいくらか。正しいものを、次の①～③のうちから一つ選べ。

①  $\frac{\lambda}{c}$

②  $\frac{c}{\lambda}$

③  $c\lambda$

問2 回折角  $\theta$  が回折波の強めあう方向だとすると、 $\sin \theta$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、整数値を  $m$  ( $m=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$ ) とする。 $\sin \theta =$

- ①  $\frac{d}{\lambda m}$       ②  $\frac{\lambda}{dm}$       ③  $\frac{dm}{\lambda}$       ④  $\frac{\lambda m}{d}$

問3 回折波の強めあう方向の数は、はじめ多数あったが、波長  $\lambda$  を大きくしていくとその数はしだいに減少し、直進方向 ( $\theta=0, m=0$ ) を含む3方向のみとなった。さらに波長を大きくし、 $\lambda$  がある値  $\lambda_0$  を越えたとき、回折波の強めあう方向は、ついに直進方向のみとなった。 $\lambda_0$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $\lambda_0 =$

- ①  $d$       ②  $\frac{1}{2}d$       ③  $\frac{1}{3}d$       ④  $\frac{1}{4}d$

問4 回折波の強めあう方向が直進方向を含め3方向のみとなる場合の、波長  $\lambda$  の範囲はどうなるか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ①  $\frac{d}{8} < \lambda \leq \frac{d}{4}$       ②  $\frac{d}{4} < \lambda \leq \frac{d}{2}$   
 ③  $\frac{d}{2} < \lambda \leq d$       ④  $d < \lambda \leq 2d$

物理 I

第4問 次の文章を読み、各問い(問1～4)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 20)

図1のように、 $R$  [ $\Omega$ ] の電気抵抗2個と  $2R$  [ $\Omega$ ] の電気抵抗と起電力  $E$  [V] と  $2E$  [V] の直流電源とスイッチ  $S$  とを接続した。3個の電気抵抗以外の回路の抵抗は、すべて無視できるものとする。

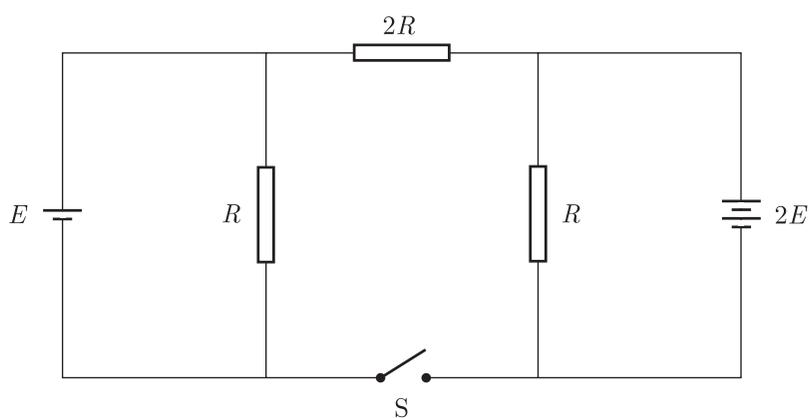


図 1

問1 スイッチ S が開いているとき、 $2R [\Omega]$  の電気抵抗を流れる電流の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 1 [A]

- ①  $\frac{2E}{R}$                       ②  $\frac{E}{R}$                       ③  $\frac{E}{2R}$                       ④ 0

問2 問1 のとき、 $2E [V]$  の直流電源が供給する電力はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2 [W]

- ①  $\frac{5E^2}{R}$                       ②  $\frac{4E^2}{R}$                       ③  $\frac{3E^2}{R}$                       ④  $\frac{2E^2}{R}$

問3 スイッチ S を閉じたとき、 $2R [\Omega]$  の電気抵抗を流れる電流の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3 [A]

- ①  $\frac{2E}{R}$                       ②  $\frac{E}{R}$                       ③  $\frac{E}{2R}$                       ④ 0

問4 問3 のとき、 $2E [V]$  の直流電源が供給する電力はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4 [W]

- ①  $\frac{5E^2}{R}$                       ②  $\frac{4E^2}{R}$                       ③  $\frac{3E^2}{R}$                       ④  $\frac{2E^2}{R}$