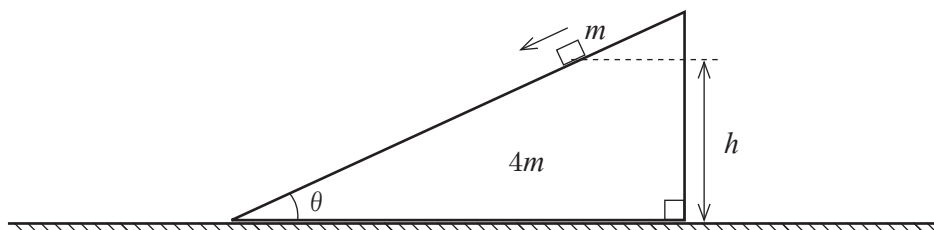


物理 [問題その1]

解答はすべて解答用紙に記入せよ。

1 次の文章を読み、(1)～(6)の問いに答えよ。

なめらかで水平な床に角度 θ のなめらかな斜面を持つ三角形の台が置かれている。台の質量は $4m$ [kg]である。重力加速度の大きさは g [m/s²]とする。



はじめに、三角形の台を床に固定した。図のように、質量 m [kg]の小物体が斜面上の高さ h [m]の点から静かにすべり出した。

- (1) 小物体が斜面を下り終えたときの速さを求めよ。
- (2) 小物体が斜面を下り終えるまでの時間を求めよ。
- (3) (2)で求めた時間は、物体が高さ h [m]を自由落下する時間の何倍か。
- (4) 小物体が斜面を下っているとき、小物体が台を押す水平方向の力の大きさを求めよ。

次に、三角形の台の固定をはずし、なめらかに動けるようにした。上図と同様に、質量 m [kg]の小物体が斜面上の高さ h [m]の点から静かにすべり出した。斜面を下り終えた小物体と台は、別々に運動をした。

- (5) 小物体が斜面を下り終えた後の、床に対する台の速さを求めよ。
- (6) 小物体が斜面を下り終えた後の、床に対する小物体の速さを求めよ。

物理 [問題その2]

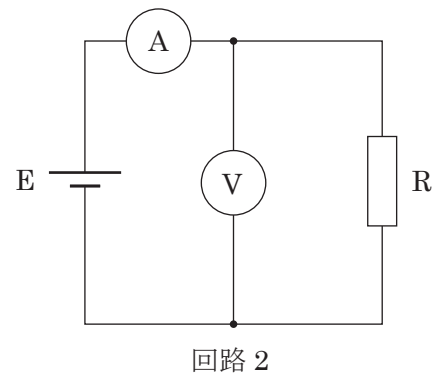
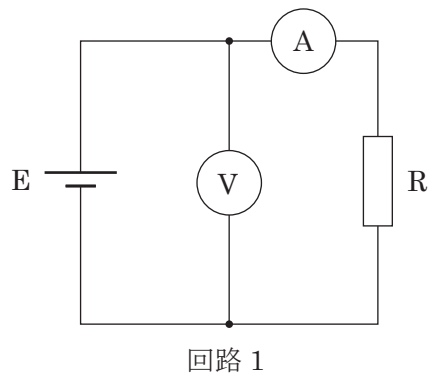
解答はすべて解答用紙に記入せよ。

2 次の文章を読み、(1)～(6)の問いに答えよ。

抵抗 R に内部抵抗の無視できる電池 E を接続した回路がある。抵抗 R に流れる電流と抵抗 R にかかる電圧を測定するため、直流電流計 A と直流電圧計 V を回路 1、回路 2 のように接続した。これらの回路で用いた電流計と電圧計はそれぞれ同じもので内部抵抗は無視できないものとする。電流計と電圧計の読みはそれぞれ次の通りであった。

回路 1 0.248 A, 12.60 V

回路 2 0.260 A, 12.34 V



(1) 抵抗 R にかかる電圧を測定するには、回路 1 と回路 2 のどちらの回路が適切か。

(2) 抵抗 R を流れる電流を測定するには、回路 1 と回路 2 のどちらの回路が適切か。

(3) 電池 E の起電力は、12.60 V と 12.34 V のどちらか。

以下の問いでは、小数第 1 位まで求めよ。

(4) 電流計 A の内部抵抗は何 Ω か求めよ。

(5) 抵抗 R の抵抗値は何 Ω か求めよ。

(6) 電圧計 V の内部抵抗は何 $k\Omega$ か求めよ。

物理 [問題その3]

解答はすべて解答用紙に記入せよ。

3 次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。

I ニュートンと同時代のレーマー(デンマークの天文学者、1644～1710)は、木星の衛星が木星に見え隠れする時刻が地球と木星の距離によって予測した時刻より変化することから、光速が有限であるとして光速を求めた。地球と木星の軌道は太陽を中心とする円軌道で、その軌道半径はそれぞれ 1.50×10^{11} m, 7.80×10^{11} m, 光速は 3.00×10^8 m/s とする。

(1) 地球と木星が最も離れたときの距離を光が進む時間と、最も近づいたときの距離を光が進む時間の差を求めよ。

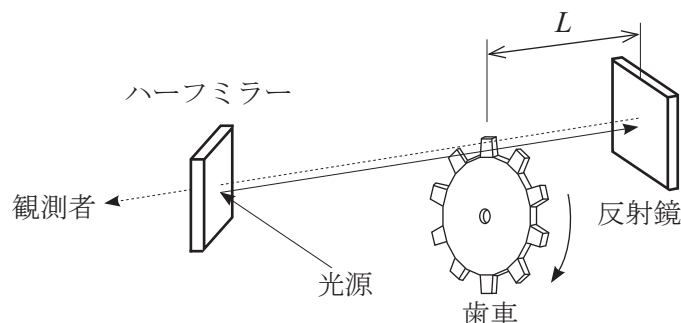
II フィゾー(フランスの物理学者、1819～1896)は、地上での実験によってはじめて光速を測定した。図はフィゾーの実験の様子を示したものである。光源を出てハーフミラーで反射した光は、 N 個の歯をもつ回転する歯車の歯の間を通り、歯車から L [m] 遠方に置かれた反射鏡で反射されて同じ道に戻る。歯車の回転を速くしていくと、反射鏡で反射した光は次の歯でさえぎられて、反射光が見えなくなる。このときの歯車の回転数は n [回/s] とする。

(2) 歯車が1回転する時間を求めよ。

(3) 光が歯車の歯の間を通過してから、 L [m] 遠方に置かれた反射鏡で反射されて同じ道に戻って来て次の歯にさえぎられるまでの時間を求めよ。

(4) 光速を N , n , L を用いて表せ。

(5) $N=720$ 個, $n=12.6$ 回/s, $L=8.63 \times 10^3$ m のときの光速を求めよ。



4 次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。

(1) 次の文中の ア ～ カ に入る適切な語句を記せ。

原子は原子核と電子からなり、原子核は正の電荷を帯びた ア と、電荷を持たない イ から構成されている。

ア と イ をあわせて核子といい、 ア の数を ウ という。 ア と イ の質量はほぼ等しいため、これらの数の和は原子核の質量の目安となる。これを エ という。

ウラン **U** やラジウム **Ra** などの原子核は不安定で、粒子や電磁波を放出して他の原子核に変化する。このような現象を放射性崩壊といい、放出される粒子や電磁波を放射線という。放射性崩壊によって放出される放射線は、3種類ある。そのうち、 オ は質量が大きく正の電荷を持ち、透過力が弱い。また、 カ は電磁波である。

(2) ネプツニウム ${}^{237}_{93}\text{Np}$ が放射性崩壊を繰り返してできるタリウム **Tl** の質量数を、次の括弧内の数字から選べ。
(204 205 206 207)

コッククロフトとウォルトンは、静止しているリチウム原子核 ${}^7_3\text{Li}$ に、高電圧で加速した陽子をあてることで、2個の α 粒子(ヘリウム原子核)に変わることを発見した(1932年)。これが人工加速粒子を用いた、最初の核反応であった。

(3) 次の核反応式の キ ～ コ に入る数字を記せ。



(4) 加速した陽子の速度の大きさを v_0 [m/s] とし、陽子がリチウム原子核に最も近づいた瞬間(両者の速さが等しかった瞬間)の速さを求めよ。陽子の質量を m [kg], リチウム原子核の質量は $7m$ [kg] とする。ただし、現象は一直線上で起こるものとする。

(5) 陽子がリチウム原子核に最も近づいた瞬間の距離を求めよ。電気素量を e [C], クーロンの法則の比例定数を k [$\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$] とする。ただし、現象は一直線上で起こるものとする。

物理 [解答用紙]

'21 II	受 験 番 号	
-----------	------------	--

1	(1)	$\sqrt{2gh}$ [m/s]	(2)	$\sqrt{\frac{2h}{g}} \cdot \frac{1}{\sin\theta}$ [s]	(3)	$\frac{1}{\sin\theta}$ [倍]
	(4)	$mg \cos\theta \sin\theta$ [N]	(5)	$\sqrt{\frac{gh}{10}}$ [m/s]	(6)	$4\sqrt{\frac{gh}{10}}$ [m/s]

2	(1)	回路 2	(2)	回路 1	(3)	12.60 V
	(4)	1.0 Ω	(5)	49.8 Ω	(6)	1.0 k Ω

3	(1)	1.0×10^3 s	(2)	$\frac{1}{n}$ [s]	(3)	$\frac{1}{2nN}$ [s]
	(4)	$4nNL$ [m/s]	(5)	3.1×10^8 m/s		

4	(1)	ア	陽子	イ	中性子	ウ	原子番号			
		エ	質量数	オ	α 線	カ	γ 線			
(2)	205	(3)	キ	1	ク	1	ケ	4	コ	2
(4)	$\frac{v_0}{8}$ [m/s]	(5)	$\frac{48ke^2}{7mv_0^2}$ [m]							