受験番号	学部　　　　　番

A — 1

物　理　解　答　用　紙

（標準的な正答例であり，この他にも正解となる回答はあります。）

1

問１	[説明と計算式] 鉛直方向の力のつり合い $S\cos\theta = mg$ より，$S = \frac{mg}{\cos\theta}$ となる。 答　$S = \dfrac{mg}{\cos\theta}$	評点
問２	[説明と計算式] 等速円運動の回転の半径をrとすると，$r = L\sin\theta$ となる。 遠心力と張力の水平成分がつり合うため， $m(L\sin\theta)\omega^2 = S\sin\theta = \dfrac{mg}{\cos\theta}\sin\theta$ $\omega = \sqrt{\frac{g}{L\cos\theta}}$ より，$\omega_1 = \sqrt{\frac{g}{L\cos 60^\circ}} = \sqrt{\frac{2g}{L}}$ となる。 答　$\omega_1 = \sqrt{\dfrac{2g}{L}}$	
問３	[説明と計算式] ばねが伸びた状態で回転しているとき，ばねを引く力は小球に働く重力と遠心力の合力となる。角速度をω_2，回転の半径をr_2とすると，重力および，合力作用方向の角度 θ が変わらないことから，遠心力$mr_2{\omega_2}^2$は糸のときと同じ大きさになる。 $r_2 = (L+d)\sin 60^\circ$より，$m\{(L+d)\sin 60^\circ\}{\omega_2}^2 = mL\sin 60^\circ\,{\omega_1}^2$ が成り立つ。 また，回転の周期が 2 倍になったことから，$\omega_2 = (1/2)\omega_1$である。 上式に代入すると，$L + d = 4L$ となることから $d = 3L$ となる。 ばねが小球を引く力の大きさをS_2とすると，　$S_2 = \frac{mg}{\cos 60^\circ} = 2mg$ となる。 ばね定数kと伸びdより，ばねに働く力のつり合いは，$2mg = kd$ となる。 したがって，$k = \frac{2mg}{d} = \frac{2mg}{3L}$ となる。 答　$d = 3L$　，$k = \dfrac{2mg}{3L}$	
問４	[説明と計算式] 小球が地面に到達するまでの時間tは，高さをHとすると，$H = \frac{1}{2}gt^2$より，$t = \sqrt{2H/g}$ となる。ここで，$H = 5L - (L+d)\cos 60^\circ = 5L - 4L\cos 60^\circ = 3L$ であるから， $t = \sqrt{6L/g}$　となる。 水平方向に飛び出す速さvは，$v = r_2\omega_2 = (L+d)\sin 60^\circ \cdot \frac{\omega_1}{2} = 4L\sin 60^\circ\sqrt{\frac{2g}{4L}} = \sqrt{6gL}$ となる。したがって，距離Xは， $X = vt = \sqrt{6gL\cdot\frac{6L}{g}} = 6L$ となる。 答　$X = 6L$	小計

受験番号	学部　　　　番

A — 2

物　理　解　答　用　紙

（標準的な正答例であり，この他にも正解となる回答はあります。）

2

①	$2R$	②	0	③	IV	④	$I/2$
⑤	$I/2$	⑥	$I/4$	⑦	0		

（ア）	〔説明と計算式〕 スイッチ S_1 を a 側に接続し，スイッチ S_2 を d 側に接続した状態での回路の全合成抵抗を求める。 点 e から右側の抵抗 R_3，R_4，R_5 を通り点 o までの合成抵抗 R_R は，$R_R = R + (2R \times 2R) / (2R + 2R) = 2R$〔Ω〕 点 e から左側の抵抗 R_1 を通り点 o までの抵抗 R_L は，$R_L = 2R$〔Ω〕 これより回路の全合成抵抗 R_{total} は，$R_{total} = 2R + (2R \times 2R) / (2R + 2R) = 3R$〔Ω〕となる。 この回路に流れる全電流は，オームの法則より $I \times 3R = V$〔V〕 よって $I = V / (3R)$〔A〕となる。 答　$I =$　$V / (3R)$　〔A〕
（イ）	〔説明と計算式〕 スイッチ S_1 を a 側に接続し，スイッチ S_2 を d 側に接続した状態での 回路の全合成抵抗は $3R$〔Ω〕である 点 a-e 間の抵抗 R_2 の抵抗値は $2R$〔Ω〕であるため，点 e の電位 V_e は $V_e = V \times R / (3R) = V / 3$〔V〕となる。 点 f の電位 V_f は，点 e-f 間での電圧降下を考慮すると以下のようになる。 $V_f = V / 3 \times R / (2R) = V / 6$〔V〕 電圧計の示す値は点 f での電位と等しく，$V / 6$〔V〕となる。 答　$V / 6$　〔V〕
（ウ）	〔説明と計算式〕 はじめに，スイッチ S_1 を b 側，スイッチ S_2 を c 側に接続したときの回路の全合成抵抗を求める。 点 f から右側の抵抗 R_4 を通り点 o までの抵抗 R_R は，$R_R = 2R$〔Ω〕 点 f より左側の抵抗 R_1，R_2，R_5 を通り点 o までの合成抵抗 R_L は $R_L = R + (2R \times 2R) / (2R + 2R) = 2R$〔Ω〕 これより回路の全合成抵抗 R_{total} は，$R_{total} = 2R + (2R \times 2R) / (2R + 2R) = 3R$〔Ω〕である。 点 c-f 間の抵抗 R_3 の抵抗値は $2R$〔Ω〕であるため，点 f の電位 V_f は $V_f = V \times R / (3R) = V / 3$〔V〕となる。 電圧計の示す値は点 f での電位と等しく，$V / 3$〔V〕となる。 答　$V / 3$　〔V〕
（エ）	〔説明と計算式〕 スイッチ S_1 を a 側，スイッチ S_2 を c 側に接続したときの回路について考える。 キルヒホッフの第 1 法則より，点 f に入る電流と点 f から出ていく電流は等しい。 ここで点 e-f 間は電流が流れていないため，点 c から抵抗 R_3 を通り点 f まで流れる電流と， 点 f から右側にある抵抗 R_4 を通り点 o まで流れる電流は等しくなる。 この電流を I_a とすると，$I_a \times (2R + 2R) = V$ より $I_a = V / (4R)$となる。 よって点 f での電位 V_f は，$V_f = I_a \times 2R = V / 2$〔V〕となる。 電圧計の示す値は点 f での電位と等しく，$V / 2$〔V〕となる。 答　$V / 2$　〔V〕

小計	

受験番号	学部　　　　番

A — 3

物　理　解　答　用　紙

（標準的な正答例であり，この他にも正解となる回答はあります。）

3

問 1

（1）

答　$\nu = \frac{c}{\lambda}$

（2）

答　$p = \frac{h\nu}{c}$

問 2

（1）[説明と計算式]

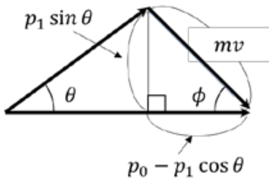
入射光子のエネルギー $h\nu_0$ は，
散乱光子のエネルギー $h\nu_1$ とはね飛ばされる電子の運動エネルギー $\frac{1}{2}mv^2$ の和に等しい。

答　$h\nu_0 = h\nu_1 + \frac{1}{2}mv^2$

（2）[説明と計算式]

$(mv)^2 = (p_0 - p_1\cos\theta)^2 + (p_1\sin\theta)^2$　・・・右図参照
$(mv)^2 = {p_0}^2 + {p_1}^2(\sin^2\theta + \cos^2\theta) - 2p_0p_1\cos\theta$

$\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$　より
$(mv)^2 = {p_0}^2 + {p_1}^2 - 2p_0p_1\cos\theta$



答　$(mv)^2 = {p_0}^2 + {p_1}^2 - 2p_0p_1\cos\theta$

（3）[説明と計算式]

図 2 において，$\theta = 180^\circ$ であるため，電子は入射光子の進行方向にはね飛ばされる。$\phi = 0^\circ$

答　$\phi = 0^\circ$

（4）[説明と計算式]

図2 より，$\theta = 90^\circ$ のとき，$\tan\phi = \dfrac{散乱光子の運動量の大きさ}{入射光子の運動量の大きさ} = \dfrac{\frac{h\nu_1}{c}}{\frac{h\nu_0}{c}} = \dfrac{\nu_1}{\nu_0}$

答　$\tan\phi = \frac{\nu_1}{\nu_0}$

問 3

（1）[説明と計算式]

$\frac{1}{h\nu_1} - \frac{1}{h\nu_0} = \frac{1}{mc^2}(1-\cos\theta)$ の式において，右辺がゼロ（$\cos\theta = 1$）のとき，$\frac{1}{h\nu_1} = \frac{1}{h\nu_0}$ となる。
図 3 より，$\cos\theta = 1.0$ のとき $\frac{1}{h\nu_1} = \frac{1}{h\nu_0} = 0.020$ と読み取れる。
$h\nu_0 = \dfrac{1}{0.020} = 50\text{keV}$

答　$h\nu_0 = 50\text{keV}$

（2）[説明と計算式]

$h\nu_1$ が最小となるのは $\frac{1}{h\nu_1}$ が最大のときである。
図 3 より，$\cos\theta = -1.0\ (\theta = 180^\circ)$ のとき $\frac{1}{h\nu_1}$ が最大値をとり，値は 0.024 と読み取れる。
したがって，$\theta = 180^\circ$，$h\nu_1 = \frac{1}{0.024} \fallingdotseq 41.7\text{keV}$

有効数字 2 桁として $h\nu_1 = 42\text{keV}$

答　$\theta = 180^\circ$，$h\nu_1 = 42\text{keV}$

小計	